

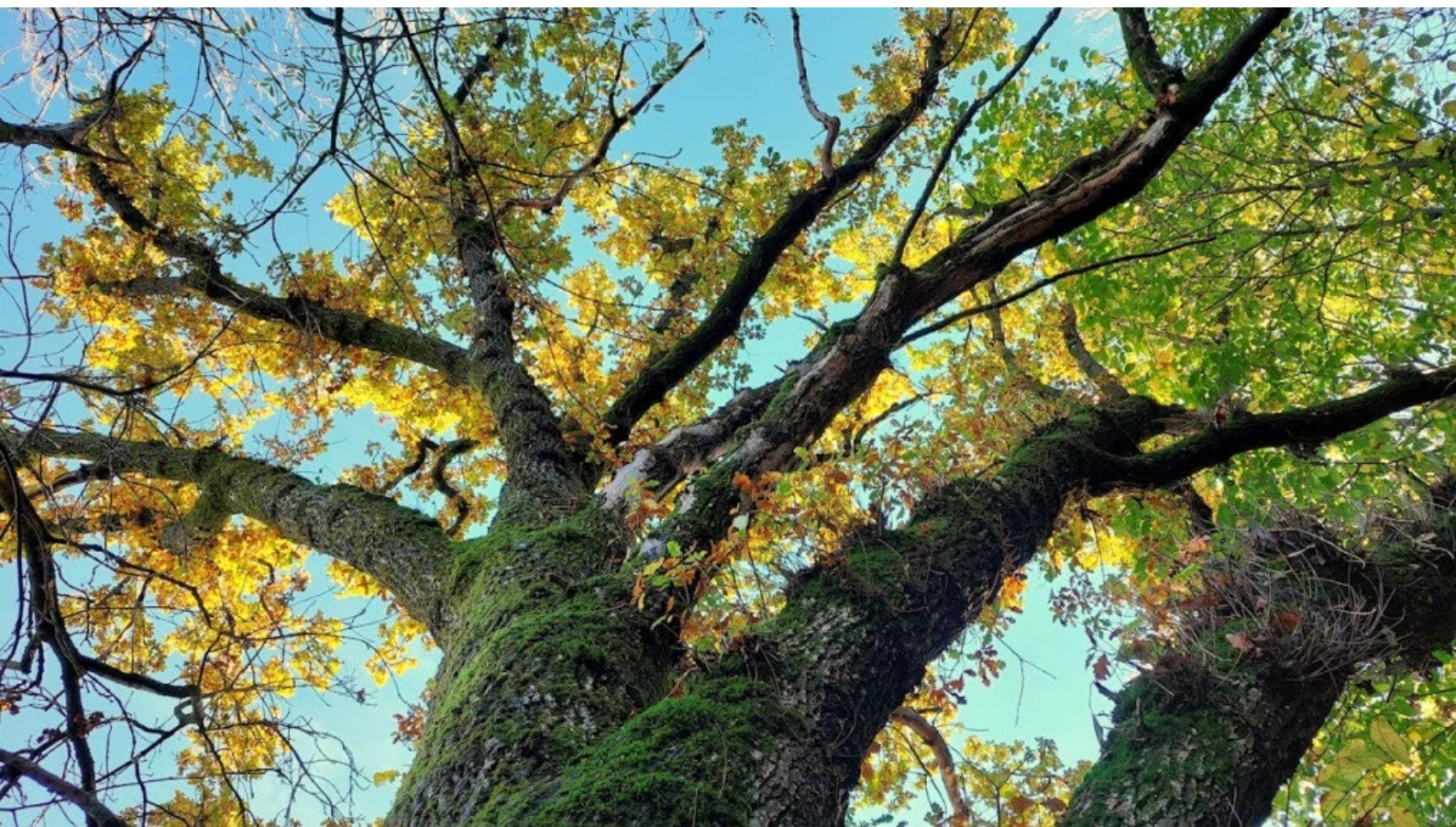
2391

NINA Rapport

Kartlegging og verdsetting av bytræers betydning for økosystemtjenester i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo

Trekroner-prosjektet

David N. Barton, Willeke A'Campo, Bart Immerzeel, Johan Östberg, Anders Often



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Kartlegging og verdisetting av bytrærs betydning for økosystemtjenester i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo

Trekroner-prosjektet

David N. Barton
Willeke A'Campo
Bart Immerzeel
Johan Östberg
Anders Often

Barton, D.N., A'Campo, W.A.J., Immerzeel, B., Östberg, J. & Often, A. 2024. Kartlegging og verdsetting av bytrærs betydning for økosystemtjenester i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo. NINA Rapport 2391. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, juni 2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5195-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Frank Hanssen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Lajla Tunaal White (sign.)

OPPDRAUGSGIVER/BIDRAGSYTERE

Bærum kommune / Bodø, Kristiansand og Oslo kommuner

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

Saksnr. 22/9259

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Olaug Eidet, Bærum Kommune

FORSIDEBILDE

Eik i Jarenlia, Bærum © Karsten Nordal Haukens

NØKKEWORD

kommune

bynatur

bytrær

bynaturregnskap

kartlegging og registrering

Lidar

3-30-300

regulerende økosystemtjenester

opplevelsestjenester

økonomisk verdsetting

i-Tree Eco

KEY WORDS

municipal

urban nature

urban forest

urban ecosystem accounting

mapping and registration

regulating ecosystem services

cultural ecosystem services

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Barton, D.N., A'Campo, W.A.J., Immerzeel, B., Östberg, J. & Often, A. 2024. Kartlegging og verdsetting av bytrærs betydning for økosystemtjenester i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo. NINA Rapport 2391. Norsk institutt for naturforskning.

Kartlegging og økonomisk verdsetting av bytrær kan brukes til generell bevisstgjøring, økosystemegenskap for urbane områder, kobling mot helse-strategier, planlegging av naturbaserte løsninger, klimatilpasning, og beplantningsstrategier, grunnlag for arealplaner med vernebestemmelser, tidligfase stedsanalyser, vurdering av byggetillatelse, forskrift om erstatningskrav og vurdering av fysiske og økonomiske kompensasjonstilak for grønnstruktur.

Rapporten bistår Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo kommuner spesielt, og «I Front nettverket for klimatilpasning» generelt, med å synliggjøre bytrærs bidrag til økosystemtjenester i byggesonen. Rapporten oppsummerer resultater fra kartlegging basert på data fra flybåren laserdata, beregning av fysiske økosystemtjenester ved hjelp av i-Tree-Eco modellen, og økonomisk beregning av deres verdi i byggesonene i hver kommune. Det er lagt vekt på å bruke eksisterende data, og demonstrere metoder som kommunene selv kan bruke for kartlegging, bakkeregistering og verdsetting av trær. Rapporten tester nye metode som lar kommuner beregne økosystemtjenester og økonomiske verdier basert på kartlegging av individuelle trekroner og kobling til kommunenes eksisterende bytreregistre.

Rapporten tester og drøfter ulike anvendelser av trekrone-statistikk, kartlegging og verdsetting. Vi viser hvordan man kan kartlegge trekroner i byggesonen på både privat og offentlig grunn ved hjelp av kommunenes egne laserdata. Individuelle trekroner er avgrenset i kart som datagrunnlaget for beregning av økosystemtjenester og verdsetting. Kartene disse oversiktstallene er hentet viser som forventet stor variasjon mellom bydeler og byer.

Kartlegging	Bodø	Bærum	Kristiansand	Oslo
Antall trekroner i byggesonen	103 504	218 700	11 081	632 915
Andel boligbygg i byggesonen som har minst 3 trær innen 15m	76%	49%	55%	96%
Trekronedekket som % av byggesonen	16%	12%	12%	34%
Andel boligbygg som har mindre enn 300m til nærmeste grøntområde	87%	94%	69%	77%
Økonomisk verdsetting av regulerende økosystemtjenester (millioner kr/år)	3,8	42	1,1	223

Vi har kartlagt antall trekroner i Bodø (103 504), Bærum (218 700), Kristiansand (11 081) og Oslo (632 915), og beregnet 3-30-300-«regelen» for synlighet av og tilgang til trær på lokalt nivå i de fire byenes byggesoner:

- Andel boligbygg som har minst 3 trær innenfor en avstand på 15 meter er beregnet til hhv. 76% i Bodø, 49% i Bærum, 55% i Kristiansand og 96% i Oslo.
- I de fire byene er trekronedekket som % av byggesonen på hhv. 16% i Bodø, 12% i Bærum, 12% i Kristiansand og 34% i Oslo (Datavedlegg 9).
- Andel boligbygg som har mindre enn 300 meter til nærmeste grøntområde er 87% i Bodø, 94% i Bærum, 69% i Kristiansand og 77% i Oslo.

Ved hjelp av US Forestry Service modellen i-Tree-Eco har vi modellert følgende regulerende økosystemtjenester for trær i kommunens treregistre: Karbonopptak og lagring i treets biomasse; overvannshåndtering, trekroners bidrag til luftrensing; energibesparelse og redusert CO₂ utslipp fra bygg fordi trær regulerer klima lokalt. Verdiene fra dette utvalget med enkeltrær er så ekstrapolert med en statistisk modell til alle trekronene i byggesonen i hver bykommune. Disse regulerende tjenestene er også verdsatt økonomisk.

- De kartlagte trærne bidrar med regulerende økosystemtjenester beregnet til en total verdi av henholdsvis 3,8 millioner kr/år i Bodø, 42 millioner kr/år i Bærum, 1,1 million kr/år i Kristiansand og 223 millioner kr/år i Oslo.

I tillegg har vi modellert og kartlagt trærnes effekt på mikroklima i utemiljø (reduksjon av urbane varmeøyer) og laget grafiske fremstillinger for å formidle denne informasjonen. Bytreatlatet kartlegger også enkeltrærs visuelle betydning for offentlige og private eiendommer.

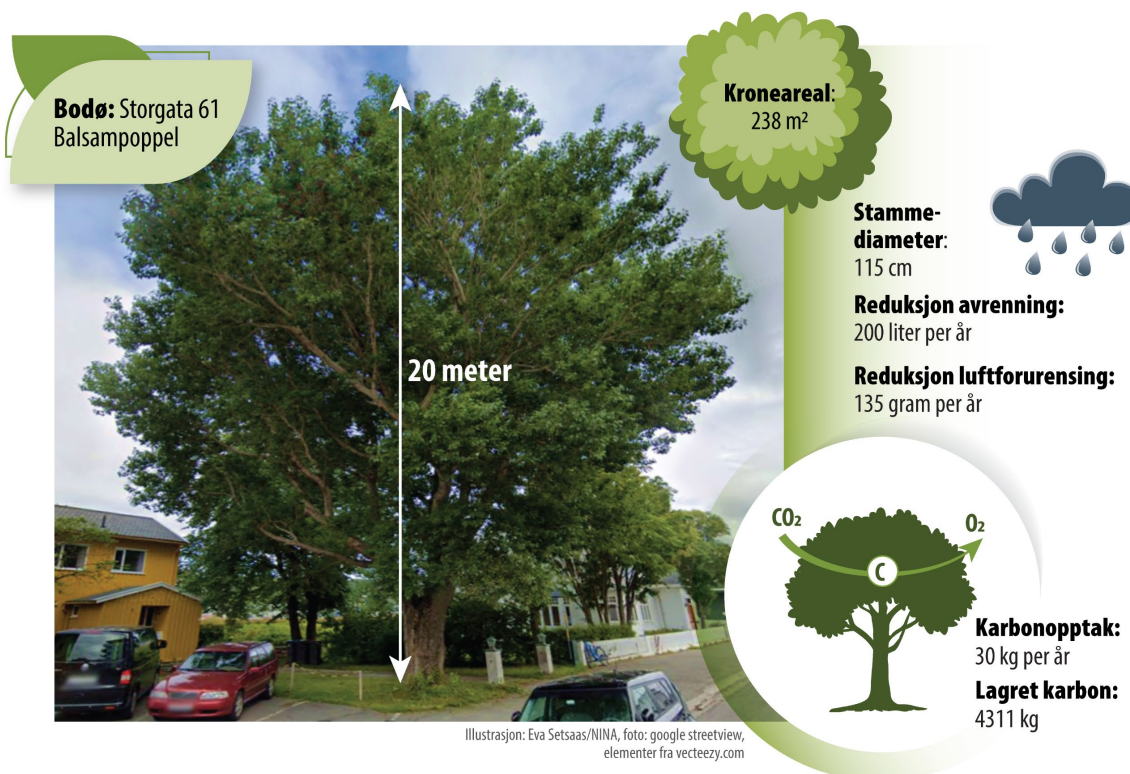
Kartdata produsert i prosjektet er overlevert som 4 Bytreatlas til kommunene og tilgjengelig online på:

Bodø: <https://experience.arcgis.com/experience/5191adc2c4b34658aea227c9853c6ebb>

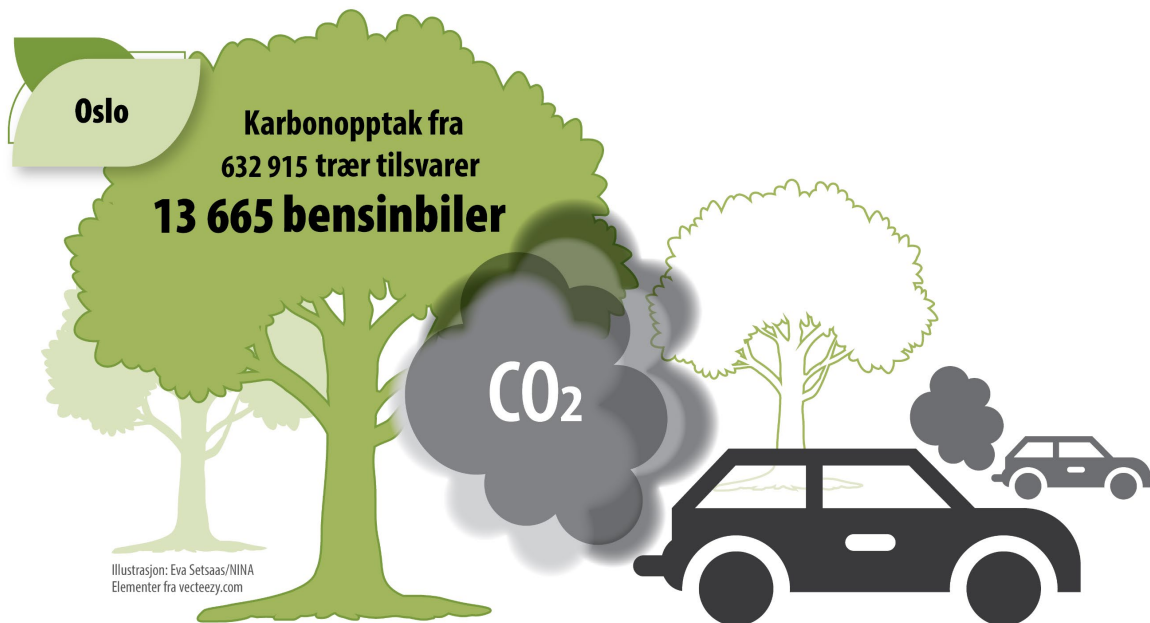
Bærum: <https://experience.arcgis.com/experience/8e112760eff34fd5b9176cefb7d31eb3>

Kristiansand: <https://experience.arcgis.com/experience/6e047c5432e64b3f9abb1592d7907ff6>

Oslo: <https://experience.arcgis.com/experience/aa5030c8735946949086e4ee3dd7638b>



Treegenskaper og økosystemtjenester for et stort tre i Bodø, beregnet av i-Tree Eco. Kopi av figur 19 i kapittel 4.



Karbonbinding av de modellerte trærne i Oslo, representert som antall biler med tilsvarende karbonutslipp, beregnet av i-Tree Eco. Kopi av figur 47 i kapittel 4.

Siden treslag og habitatverdi av bytrær ikke kan kartlegges utelukkende med fjernmålingsdata demonstrerer vi en metode for feltregistrering av trær med en digital registreringsapp basert på programvaren QField. Appen gjør det også mulig å registrere variabler som brukes i Norsk Standards metode for Verdsetting av Trær (VAT), inkludert utvalgte parametre for habitatverdi.

Rapportens hoveddel gir en rekke eksempler på kartlegging og verdsetting av bytrær fra de fire kommunene. Statistikk og kartvedlegg gir en oversikt over kart og databaser som er overlevert kommunene som del av oppdraget. En rekke metodevedlegg i rapporten er også offentlig tilgjengelige på Github– en åpen plattform der programvare-kode og metode kan lagres, dokumenteres og deles. Vedleggene er beregnet på kommunens fagfolk innen treforvaltning og geodata for å kunne oppdatere trekrone-kartlegging når nye laserdata blir tilgjengelige, oppdatere treregistre med nye feltregistreringer. Metodikken for beregne og kartlegge økosystemtjenester er beskrevet i vedleggene.

Rapporten sammenfatter erfaringer fra i-Tree-prosjektet i Sverige, og svenske kommuners etterbruk av resultatene fra kartlegging og verdsetting av bytrær. Siste del av rapporten oppsummerer ulike formål og anvendelser av kartlegging og verdsetting av bytrær i kommunal forvaltning, planlegging og politikk. Til slutt identifiserer vi kunnskaps- og metodebehov som bør følges opp i fremtidig forskning og utvikling.

David N. Barton, NINA David.Barton@nina.no
Willeke A'Campo, NINA willeke.acampo@nina.no
Bart Immerzeel, NINA bart.immerzeel@nina.no
Johan Östberg, Trädkontoret johan@tradkontoret.se
Anders Often, selvstendig konsulent, a-often@online.no

Abstract

Barton, D.N., A'Campo, W.A.J., Immerzeel, B., Östberg, J. & Often, A. 2024 Mapping and valuation of urban trees importance for ecosystem services in Bodø, Bærum, Kristiansand and Oslo, Norway [Norwegian: Kartlegging og verdisetting av bytrærs betydning for økosystemtjenester i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo.] NINA Report 2391. Norwegian Institute for Nature Research

Mapping and economic valuation of urban trees can be used for general awareness raising, urban nature accounting, linking to health strategies, planning of nature-based solutions, climate adaptation and planting strategies, early phase site analyses, assessment of building permits and assessment of physical and economic compensation measures for green structures.

The report aims at assisting the Norwegian municipalities of Bærum, Bodø, Kristiansand and Oslo in particular, and municipalities in the "iFront network for climate adaptation" in general, in highlighting the contribution of trees to ecosystem services in urban areas. The report summarises results from mapping, assessment of physical ecosystem services, and economic valuation in the built-up zones of each municipality. The report emphasises the use of existing data and demonstrates methods that municipalities' own geodata departments can use for mapping, ground registration and valuation of urban trees. The report tests new methods that allow municipalities to calculate ecosystem services and economic values of individual trees based on existing urban tree registers, and a full-scale mapping of tree crowns using available remote sensing data.

The report map tree crowns on public and private land in each municipality using publicly available laserdata.

Mapping	Bodø	Bærum	Kristiansand	Oslo
Number of tree crowns in the built zone of each city	103 504	218 700	11 081	632 915
Proportion of residential buildings in the built zone with at least 3 trees within 15 m	76%	49%	55%	96%
Tree crown cover as a % of built zone area	16%	12%	12%	34%
Proportion of residential buildings less than 300m from nearest greenspace	87%	94%	69%	77%
Monetary valuation of regulating ecosystem services (million NOK/yr.)	3,8	42	1,1	223

A total of 103 504 tree crowns were mapped in Bodø, 218 700 in Bærum, 11 081 in Kristiansand and 632 915 in Oslo, and calculated 3-30-300 "rule" for visibility of and access to trees at local level in the four cities' building zones. The proportion of housing units that have at least 3 trees within 15 m of the building zone is calculated to be 76% in Bodø, 49% in Bærum, 55% in Kristiansand and 96% in Oslo; in the four cities, tree canopy cover as a % of the built zone is 16% in Bodø, 12% in Bærum, 12% in Kristiansand and 34% in Oslo (Data appendix 9). The proportion of housing units that have less than 300m to the nearest green space is 87% in Bodø, 94% in Bærum, 69% in Kristiansand and 77% in Oslo. As expected, the average figures conceal considerable variation within and between cities.

Using the US Forestry Service model i-Tree Eco we modelled the following regulating ecosystem services from individual trees: carbon uptake and storage in tree biomass; stormwater

management and air purification of the tree canopy; energy savings and avoided CO₂ emissions from buildings thanks to local climate regulation of trees. These regulating services are also valued economically. The mapped trees contribute regulatory ecosystem services with a total monetary value of 3,8 million kr/year in Bodø, 42 million kr/year in Bærum, 1,1 million kr/year in Kristiansand og 223 million kr/year in Oslo. In addition, we modelled and mapped the effect of trees on reducing local temperature in outdoor environments (reduction of urban heat islands). The report also maps the visibility of individual trees in urban spaces to visualise the effect of urban trees on "green visibility" from both public and private land.

Since tree species and habitat value of urban trees cannot be mapped solely using remote sensing data, we demonstrate a method for field recording of trees with a digital recording app based on the QField software. The app makes it possible to register variables used in the Standard Norway's method for Valuation of Trees (VAT), including species and selected indicators of habitat value.

The main body of the report provides a number of examples of mapping and valuation of urban trees from the four municipalities. Statistics and map appendices provide an overview of maps and databases that have been submitted to the municipalities as part of the project outcomes. Methodological appendices in the report are also publicly available on Github. They are intended for municipal tree management and geodata professionals to update tree crown mapping when new laser data becomes available; to update municipal tree databases with new field registrations, and calculate and map ecosystem services.

The final section of the report summarises the different purposes and applications of mapping and valuing urban trees in municipal management, planning and policy. The report summarises experiences from the Swedish i-Tree project and Swedish municipalities use of mapping and valuation of urban trees for different purposes. Finally, we identify knowledge and method needs that can be addressed in future research and development.

David N. Barton, NINA david.barton@nina.no
Willeke A'Campo, NINA willeke.acampo@nina.no
Bart Immerzeel, NINA bart.immerzeel@nina.no
Johan Östberg, Trädkontoret johan@tradkontoret.se
Anders Often, independent consultant, a-often@online.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	6
Innhold	8
Forord	11
Ordliste	12
1 Bakgrunn	13
2 Innledning – bytrærs økosystemtjenester	16
2.1 Formål for kartlegging og verdsetting av bytrær	16
2.2 Kommunikasjon om økosystemtjenester i byer.....	17
2.3 Regulerende økosystemtjenester i i-Tree Eco	19
2.4 Urbane varmeøyer.....	20
2.5 Opplevelsestjenester: trekrone-synlighet, -dekke og -tilgang	22
3 Verktøy for kartlegging og verdsetting av bytrær	25
3.1 Metoder for kartlegging og verdsetting av bytrær tilpasset ulike formål	25
3.2 Datakilder.....	27
3.2.1 Arealbruk.....	28
3.2.2 Luftkvalitetsonekart.....	28
3.2.3 Laserdata	29
3.3 Metode-oversikt	33
3.3.1 Oppgave 1: Trekronekartlegging med laserdata	36
3.3.2 Oppgave 2: Integrering av kommunenes treregistrering og -databaser	37
3.3.3 Oppgave 3: Analyse av regulerende økosystemtjenester med i-Tree Eco.....	37
3.3.4 Oppgave 4: Modellering av lokal temperaturregulering	41
3.3.5 Oppgave 5: Analyse av opplevelsestjenester: trekrone-synlighet, -dekke og -tilgang.....	41
3.3.6 QField Treregistreringsapp: Registrering av trær i feltet.....	42
3.3.7 BytreAtlas: Et verktøy for rapportering av trekronekartlegging.....	43
4 Hovedresultater fra kartlegging og verdsetting av økosystemtjenester fra bytrær i kommunene	45
4.1 Bodø	45
4.1.1 Bodøs trær	45
4.1.2 Kartlegging av 3-30-300 “regelen”	47
4.1.3 Synlighet av trekroner.....	48
4.1.4 Trærnes økosystemtjenester	49
4.1.5 Nytteverdi for kommunen.....	52
4.2 Bærum	54
4.2.1 Bærums trær	54
4.2.2 Kartlegging av 3-30-300 “regelen”	55
4.2.3 Synlighet av trekroner.....	56
4.2.4 Trærnes økosystemtjenester	57
4.2.5 Nytteverdi for kommunen.....	58
4.3 Kristiansand.....	60
4.3.1 Kristiansands trær.....	60
4.3.2 Kartlegging av 3-30-300 “regelen”	62
4.3.3 Synlighet av trekroner.....	63
4.3.4 Trærnes økosystemtjenester	64

4.3.5	Nytteverdi for kommunen.....	65
4.4	Oslo.....	68
4.4.1	Oslos trær	68
4.4.2	Kartlegging av 3-30-300 "regelen".....	70
4.4.3	Synlighet av trekroner.....	71
4.4.4	Trærnes økosystemtjenester.....	72
4.4.5	Nytteverdi for kommunen.....	74
5	Eksempler på anvendelser i utvalgte kommuner	77
5.1	Innledning - anvendelser av i-Tree-Eco	77
5.2	Bodø - økosystemtjenestene i et veiprojekt	77
5.3	Oslo – økosystemtjenestene i arealer med undervisningsbygg	79
6	Erfaringer og anbefalinger fra svenske kommuners etterbruk av i-Tree Eco	83
6.1	Innledning	83
6.2	Prosjektet i-Tree Sverige.....	83
6.2.1	Datainnsamling	83
6.2.2	Resultater fra i-Tree Sverige-prosjektet	84
6.3	i-Tree Sveriges innvirkning på ulike nivåer	84
6.3.1	Politikk.....	85
6.3.2	Operasjonelt.....	86
6.3.3	Media	86
6.3.4	3-30-300.....	86
6.4	Andre verdier av trær.....	87
6.4.1	Biologiske verdier.....	87
6.4.2	Kulturelle og historiske verdier	87
6.4.3	Andre verdier	87
6.2.1	Standardiserte grenser	89
6.2.2	Brukerstøtte	89
6.2.3	Økonomisk evaluering	90
6.2.4	Øke bevisstheten om programmets muligheter og begrensninger.....	90
6.3.1	Storskala beholdninger	91
6.3.2	Digital skanning.....	92
6.3.3	Standardisere parametere.....	92
6.3.4	Markedsføring	92
6.3.8	Langsiktig arbeid.....	94
7	Konklusjoner og anbefalinger.....	96
7.1	Kunnskapsbehov	96
7.1.1	Kartlegging av trekroner	96
7.1.2	Inventering og bakkesannheter	97
7.1.3	i-Tree Eco	97
7.2	Anbefalinger til anvendelse av kartlegging og verdsetting av bytrær i kommunene	98
8	Referanser.....	100
9	Vedlegg - Eksempler på svenske i-Tree Eco-prosjekter	104
9.1.1	Kalmar kyrkogårdsförvaltning	104
9.1.2	Borås.....	105
9.1.3	Umeå.....	105
9.1.4	Malmö	106
9.1.5	Örebro.....	107
10	Datavedlegg – Ytterligere tabelldata og infografikk for hver kommune	112
10.1	Bodø	114
10.1.1	Treets egenskaper.....	114

10.1.2	Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco	117
10.1.3	Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone.....	119
10.1.4	Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå	122
10.2	Bærum	125
10.2.1	Treets egenskaper	125
10.2.2	Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco	127
10.2.3	Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone.....	127
10.2.4	Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå	128
10.3	Kristiansand	138
10.3.1	Treets egenskaper	138
10.3.2	Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco	140
10.3.3	Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone.....	143
	Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå	145
10.4	Oslo.....	146
10.4.1	Treets egenskaper	146
10.4.2	Økosystemtjenester for i-Tree Eco trærne	152
10.4.3	Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone.....	156
10.4.4	Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå	160
11	Metodevedlegg – Laserdata	173
11.1	Sjekkliste for laserdatabestilling	173
11.1.1	Utarbeidet av Plan og Bygningsetaten (PBE), Oslo Kommune	173
11.1.2	Før bestilling - dialog med leverandøren.....	173
11.1.3	Ved leveranse	174
11.2	Sammenligning av Oslo og Bærums trekronekartprodukt	175
12	Metodevedlegg - QGIS App for feltregistrering av trær	177
13	Metodevedlegg – Bytreatlas i ArcGIS Online	178
14	Metodevedlegg – i-Tree Eco.....	179
14.1	Programvareoversikt og inndata	179
14.1.1	Tredata.....	179
14.1.2	Stedsdata (inkludert vær og luftkvalitet)	180
14.2	Modellering og verdsetting av økosystemtjenester i i-Tree Eco	187
14.2.1	Fjerning av luftforurensning og relaterte helseeffekter.....	188
14.2.2	Effekter på bygningers energibruk.....	188
14.2.3	Karbonlagring og -binding.....	188
14.2.4	Reduksjon av overflateavrenning	188
14.3	Diskusjon om usikkerhet.....	189
14.3.1	Fjerning av luftforurensning og relaterte helseeffekter.....	189
14.3.2	Effekter på bygningers energibruk.....	189
14.3.3	Karbonlagring og -binding.....	189
14.3.4	Reduksjon av overflateavrenning	190
15	Metodevedlegg – Ressurser for artsbestemmelse av busker og trær i Boreonemoral sone, Norge.....	191

Forord

Takksigelser

Vi ønsker å rette en spesiell takk til Frank Hanssen og Zofie Cimburova som gjennom sin forskning bidro til metodene som ble brukt i denne rapporten. Takk til Frank Hanssen og Erik Stange for kvalitetssikring av henholdsvis rapporten og vedlegg.

Vi ønsker å takke følgende fagpersoner fra kommunene som deltok i prosjektets styringsgruppe og bidro til forbedring av metoder, apper og formidling av rapportens innhold:

Bærum kommune: Olaug Eidet (prosjektleder), Anne Margrethe Lia-Jonassen (tidligere prosjektleder), Bjørn Christian Edvardsen, Olav Christian Ljøner Hagen, Anna Stroganova og Maria Buene.

Bodø kommune: Sveinung Bertnes Råheim, Anna Bjørklund Eide og Marit Elveos.

Kristiansand kommune: Trond Johanson, Stein Erik Watne og Aase Margrethe Hørsdal.

Oslo kommune: Webjørn Finsland, Mario Heriberto Gil Sanchez, Hanne Johnsrud og Willam Christoffer Rudolph-Lund.

Acknowledgements

We would like to extend special thanks to Frank Hanssen and Zofie Cimburova, whose research contributed to the methods used in this report. Thank you to Frank Hanssen and Erik Stange for quality control of the report and appendices.

We would like to thank experts from Bærum, Bodø, Kristiansand and Oslo municipalities who participated in the project's steering committee and contributed to the improvement of methods, apps and dissemination of the report's content.

Bærum municipality: Olaug Eidet (project manager), Anne Margrethe Lia-Jonassen (former project manager), Bjørn Christian Edvardsen, Olav Christian Ljøner Hagen, Anna Stroganova and Maria Buene.

Bodø municipality: Sveinung Bertnes Råheim, Anna Bjørklund Eide and Marit Elveos.

Kristiansand municipality: Trond Johanson, Stein Erik Watne and Aase Margrethe Hørsdal.

Oslo municipality: Webjørn Finsland, Mario Heriberto Gil Sanchez, Hanne Johnsrud and Willam Christoffer Rudolph-Lund.

Oslo, March 2024

Ordliste

CO	Karbonmonoksid
CO₂	Karbondioksid
DBH	Diameter at Breast Height: stammediameter målt ved en bestemt høyde over bakken avhengig av metode (f.eks. 1.5m i iTree Eco; 1.0m i Verdivurdering av Trær)
Deponering	prosess der luftforurensningspartikler fester seg på vegetasjon.
Distance Decay	effekt som avtar med avstand fra årsaken, f.eks. synlighet
Ekstrapolering	anslå verdiene til en funksjon utenfor et område der en rekke verdier av funksjonen er kjent, f.eks. beregning av økosystemtjenester fra et utvalg registrerte trær til alle trær
Fjernmålingsdata	Data innsamlet fra satellitter eller fly, ofte i form av fotografier, infrarøde data eller radardata.
Grønnstruktur	Grønnstrukturen er veven av store og små naturpregede områder. Den omfatter typisk parker, friområder, turdrag og andre ubebygde arealer med naturpreg. Langs vann og vassdrag kan elvekorridorer og bekke drag være en del av grønnstrukturen. Da brukes ofte betegnelsen blågrønn infrastruktur.
GitHub	En GitHub-kolleksjon (GitHub repository) er ett oppbevaringssted eller mappe hvor alle filene/kode knyttet til en analyse befinner seg.
Habitat	Et miljø som et sted for plante- og dyrearter å leve.
i-Tree Eco	Modell for beregning av regulerende økosystemtjenester fra enkelttrær utviklet av US Forestry Service.
LiDAR	Light Detection and Ranging. Flybåren laserdata
Monetær verdi	Estimert verdi av en vare eller tjeneste i penger. For økosystemtjenester som ikke omsettes i et marked, gjøres dette ofte ved hjelp av priser på tilsvarende varer eller tjenester som omsettes på markedet, for eksempel ved sparte renskostnader for overvann som holdes unna avløpssystemet ved fordamping fra vegetasjon
NO₂	Nitrogendioksid.
O₃	Ozon.
PM10	Svevestøpartikler mindre enn 10 mikron.
PM2,5	Svevestøpartikler mindre enn 2,5 mikron.
priser	verdiestimer som brukes av iTree Eco for å beregne monetær verdi av hver fysiske enhet økosystemtjeneste (f.eks. kr./m ³ overvann regulert; kr/kg C lagret)
Regresjonsmodell	statistisk analysemetoder for å beskrive sammenhengen mellom én eller flere uavhengige variabler og en avhengig variabel (f.eks. trealder som forklarer stammediameter).
Regulerende økosystemtjenester (ØT)	biotiske eller abiotiske prosesser i økosystemer som påvirker miljøtilstand av betydning for mennesker; regulerende økosystemtjenester forbrukes ikke, men påvirker potensielt velferd eller handlingsrom i samfunnet; for eksempel regulering av overflateavrenning, reduksjon av luftforurensning og opptak av CO ₂ fra atmosfæren.
Segmentering	Oppdeling av kartdata for klynger av trekroner i separate trekroner for hvert enkelt tre.
Urbane varmeøyer	Økt lokaltemperatur grunnet arealdekke som absorberer sollys som betong og asfalt.
VAT	En standardisert metode for Verdivurdering Av Trær.
Viewshed analyse	romlig analyse som tar hensyn til faktiske høyder for terreng, bygninger og vegetasjon for å avgjøre hvilke områder som har fri sikt fra et observasjonspunkt, f.eks. sikt til trekroner

1 Bakgrunn

Denne rapporten er resultatet av «Trekrone-prosjektet», som er utført av NINA på oppdrag for Bærum kommune med finansiering fra [I front-kommunenettverket for klimatilpasning](#) koordinert av Miljødirektoratet¹. I front-nettverket ønsket med Trekrone-prosjektet å synliggjøre træs og skogers rolle i håndtering av klimautfordringer som vind, ras/skred, brann, overvann, lokal temperaturøkning samt andre regulerende økosystemtjenester som luftrensing, karbonfangst, opplevelsesverdi og træs betydning for fysisk og psykisk helse. Forvaltere i kommunene som er med i nettverket ønsket et prosjekt som skulle dokumentere biofysiske og økonomiske effekter av naturbaserte løsninger for å gjøre dem til attraktive alternativer til tekniske løsninger. Dette er en spesiell utfordring i urbane områder, der plasskrevende naturbaserte løsninger ofte utkonkurreres av annen prioritert arealbruk, og tekniske løsninger som krever mindre areale¹. I den forbindelse kan trær være spesielt effektive som grøntstruktur i høyden som tar relativt liten plass på bakkeplan ift. vegetasjonsflaten og kronevolumet som bidrar til økosystemtjenester og habitat^{2,3}.

Ønsket fra I front-nettverket ble omsatt i en utlysning for «bistand med å synliggjøre træs rolle i økosystemet» med Bærum kommune som prosjektkoordinator (Saksnr. 22/9259), inkludert Bodø, Kristiansand og Oslo som test-kommuner. Løsningsforslaget fra NINA fokuserer på ett bestemt økosystem i kommunene – det urbane økosystemet innenfor byggesonen – og spesielt på trær, som en potensiell kostnadseffektiv naturbasert løsning. For dette formålet ble det i oppdragsbeskrivelsen presisert at oppdragstaker skulle teste bruk av verktøyet i-Tree Eco. Dette er det mest brukte beregningsverktøyet for regulerende økosystemtjenester fra enkelttrær og er brukt i byer verden rundt⁴.

Arbeidet som er dokumentert i denne rapporten har tatt sikte på å tilrettelegge for at Bærum, Kristiansand, Bodø og Oslo selv kan gjøre feltarbeid med standard i-Tree-feltregistrering fra bakken, der alle trær i et område kartlegges (eks. i gate, borettslag, park) og/eller i et representativt utvalg. Ingen av kommunene hadde ressurser til å gjøre i-Tree-feltregistrering sommeren 2023 slik prosjektet åpnet for. NINA har derfor gjort beregninger basert på data i kommunenes eksisterende treregistre og databaser. Kommunenes registrerte trær dekker ikke alle trær i byggesonen. Vi brukte derfor en statistisk metode for ekstrapolering av i-Tree Eco beregninger fra byenes registrerte trær til alle trær i byggesonen som er kartlagt med fjernmålingsdata. Regresjonsmetoden predikerer en statistisk sammenheng mellom trekrone-areal og trehøyde og regulerende økosystemtjenester beregnet av i-Tree Eco. Disse beregningene kan forbedres av kommunen selv i ettertid med bedre fjernmålingsdata og bakke-sannheter.

Fordi i-Tree verktøyet ikke dekker andre økosystemtjenester av betydning for norske byer i møte med klima- og naturkrisene, har NINA også testet andre metoder i tillegg til i-Tree Eco, spesielt synlighet av grønt i uteområder og træs bidrag til reduksjon av lokaltemperaturøkning grunnet arealdekke som absorberer sollys (urbane varmeøyer).

¹ I front-nettverket bidrar til å videreutvikle klimatilpasningsarbeidet i Norge gjennom å være en arena for kunnskapsutvikling og kompetanseheving. Målet er at gode eksempler og erfaringer fra nettverkskommunene skal bidra til å styrke klimatilpasningsarbeidet i en bredde av norske kommuner. Resultater og erfaringer fra nettverkets arbeid brukes i utviklingen av det nasjonale klimatilpasningsarbeidet.

Leserveiledning

Rapporteringen er disponert slik at metoder og hovedresultater med eksempler er presentert kort og ikke-teknisk i hovedteksten. Mer omfattende oversikt over datamaterialet er presentert i vedlegg. Detaljerte metodebeskrivelser kan også finnes i metodevedlegg til rapporten. Detaljerte metode-veiledninger beregnet på fagfolk innen geodata er også tilgjengelig online på GitHub: ninanor.github.io/trekroner-docs. Github-lenker angis i fotnoter i teksten.

Kartdata som er produsert i prosjektet er overlevert kommunene og tilgjengelig online på:

Bodø: <https://experience.arcgis.com/experience/5191adc2c4b34658aea227c9853c6ebb>

Bærum: <https://experience.arcgis.com/experience/8e112760eff34fd5b9176cefb7d31eb3>

Kristiansand: <https://experience.arcgis.com/experience/6e047c5432e64b3f9abb1592d7907ff6>

Oslo: <https://experience.arcgis.com/experience/aa5030c8735946949086e4ee3dd7638b>



Foto: Ingar Sørensen

2 Innledning – bytrærs økosystemtjenester

2.1 Formål for kartlegging og verdsetting av bytrær

Kartlegging og verdsetting av grønnstruktur generelt – og bytrær spesielt – kan anvendes til en rekke formål av norske kommuner, avhengig av kvaliteten på data og metoder. Det svenske i-Tree prosjektet⁵ beskriver tre beslutningsstøtte-nivåer for anvendelse av i-Tree Eco. Politiske og strategiske formål, operasjonelle formål og taktiske formål. Basert på oppdragsbeskrivelsen og tidligere forskning^{1,6} har vi delt mulige kommunale anvendelser av kunnskapen i denne rapporten inn i disse tre nivåene (**Tabell 1**).

Tabell 1: Mulig kommunal anvendelse av kartlegging og verdsetting av bytrær

Overordnet formål	Detaljert formål	Eksempel
1. Politisk og strategisk	Generell bevisstgjøring	kommunikasjon om trærs betydning mellom ulike etater i kommuneadministrasjonen, med politikere og beslutningstakere, med innbyggere og media.
	Synliggjøring i kart	kommunenes juridiske og strategiske dokumenter, bestemmelser og retningslinjer.
	Klimaregnskap	trærs totale bidrag over tid til kommunens karbonlager og utslipp.
	Naturregnskap og -budsjettering	Endringsanalyser for grønt-areal, -tilstand og økosystemtjenester; beregning av økonomisk verdi av økosystemtjenester for å begrunne bevilgninger til vedlikehold og restaurering
	Natur & Helse strategi	synliggjøre trekronedekning tilgjengelig for menneskelig helse og livskvalitet for prioritering av beplantning.
2. Operativt	Planlegging klimatilpasning	kartlegge trærs romlige effekt på overflateavrenning i nedbørfelt.
	Planlegging naturbasert løsninger	kartlegge romlig fordeling av økosystemtjenester i byggesonene.
	Planlegging av biomangfold	kartlegge foredlinger i treslag som grunnlag for mer motstandsdyktige beplantningsstrategier.
	Stedsanalyse i tidlig fase	kartlegge trærs plassering, effekt på utnyttelsesgrad, plassering av bygg og vern/bevaring av areal i områdeutvikling, områdeplaner og reguleringsplaner.
3. Taktisk	Byggetillatelse og Blågrønn faktor (BGF) norm	beregning av trekronedekkets bidrag til BGF på en eiendom
	Kompensasjonstiltak fysisk	treplantingstiltak for å kompensere for tap av fysiske økosystemtjenester ved utbygginger.
	Kompensasjon økonomisk	dokumentert treinventar kan være grunnlag for bevaring i arealplanlegging og lokal forskrift med erstatningskrav for trær som felles uten tillatelse. Datagrunnlag for metode for Verdsetting av Trær (VAT)

2.2 Kommunikasjon om økosystemtjenester i byer

Byer kan betraktes som økosystemer der blå- og grønnstruktur fortsatt har intakte økologiske funksjoner som gir økosystemtjenester til byens befolkning. Økosystemtjenester – naturgoder – defineres ofte i 4 hovedtyper; forsynende, regulerende, kulturelle og støttende¹ (Figur 1). Kulturelle økosystemtjenester omtales også på norsk som 'kunnskaps- og opplevelsestjenester' (St mld. 14 Natur for Livet). Habitat for arter er omtalt som 'støttende økosystemtjenester' der artene har direkte eller indirekte nytte for mennesket. I det hele tatt er økosystemtjeneste-begrepet 'instrumentelt' og innrettet mot det som tjener byens innbyggere.



Basert på Gómez-Boggethun et al. (2013)

Figur 1: Urbane økosystemtjenester (Utarbeidet av Zofie Cimburova)

Regulerende økosystemtjenester omfatter flomsikring, overvannshåndtering, rensing av vann, støyreduksjon, luftrensing, global klimaregulering, lokal temperatur-regulering og pollinering, for å nevne de mest kjente og viktigste. Kulturelle/kunnskaps- og opplevelsestjenester er også mangfoldige og omfatter friluftsliv/rekreasjon, opplevelse av estetikk, bidrag til læring og kognitiv utvikling, sosialt samhold og stedsidentitet. Disse tjenestene bidrar direkte og indirekte til fysisk og mental helse. Forsynende økosystemtjenester som matproduksjon eller vannforsyning er begrenset i av plassmangel og forurensning i byggesonen, men kan likevel ha betydning for mat-sikkerhet og inngå i kulturelle tjenester fra grønnstruktur i byer.

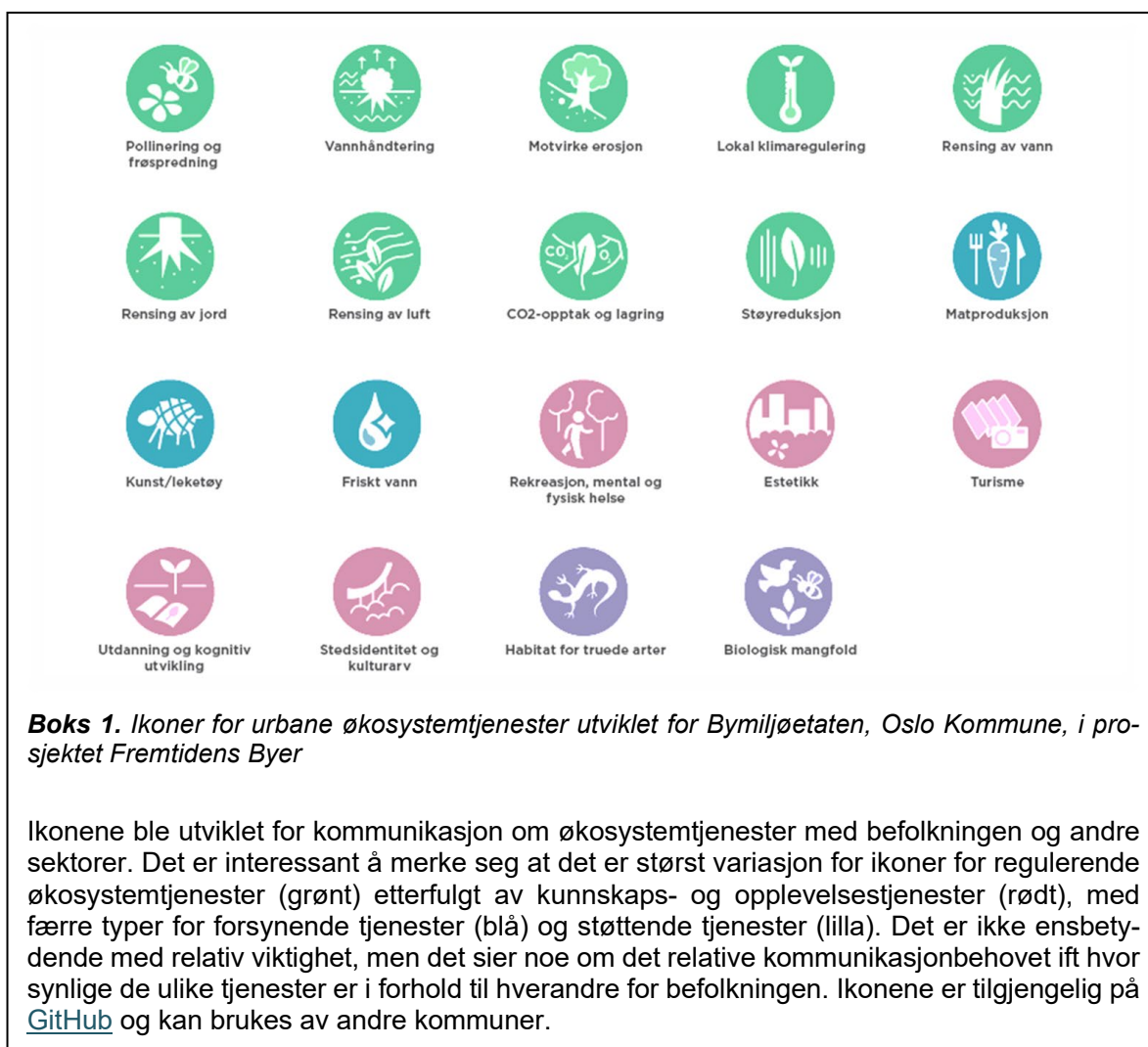
Konseptet økosystemtjenester er et kommunikasjonsverktøy for å sette ord på hva natur gjør for mennesket (Boks 1). Økosystemtjenester er også et konseptuelt rammeverk for kartlegging og modellering av nytteeffekter, og økonomisk verdsetting av disse.

Grønnstruktur kan også ha ulemper for innbyggerne ('ecosystem disservices')⁷ – tjenester som oppleves som positive for noen kan medføre en ulempe for andre (leveområde for skadedyr, trær som skjærer versus blokkerer for utsikt, allergener, risiko-situasjoner som kan føre til ulykker eller stressopplevelser (Figur 1).

Alle økosystemtjenestene som er nevnt for grønnstruktur generelt gjelder også bytrær. Og alle ulemper som er nevnt kan i noen situasjoner også knyttes til bytrær.

Siden ulemper oppleves mer direkte, og negative konsekvenser for enkeltmennesket argumenteres for mer umiddelbart, har mesteparten av forskningen om økosystemtjenester orientert seg om å synliggjøre nytte-effektene og styrke de «positive» argumentene for grønnstruktur. Spesielt dreier dette seg om regulerende økosystemtjenester der nytteeffektene er vanskelig å oppleve i det daglige og derfor usynlige om de ikke bevisst kartlegges, kvantifiseres og verdsettes.

I forbindelse med dette oppdraget for de fire kommunene er det ikke alle urbane økosystemtjenester som direkte bidrar til å øke byens klimatilpasning. I denne rapporten fokuserer vi på økosystemtjenester som har vist seg å ha størst økonomisk verdi i byer, og av den grunn vært gjenstand for metodeutvikling, for eksempel gjennom i-Tree Eco modellen: karbonopptak og -lagring, vannhåndtering og energibesparelse gjennom lokal klimaregulering. I-Tree Eco beregner også luftrensing, som indirekte reguleres av lokalklima (vind og nedbør). I tillegg demonstrerer metoder for lokalklimaregulering⁸ og synlighet⁹ av bytrær med metoder som nylig er testet i Oslo.



2.3 Regulerende økosystemtjenester i i-Tree Eco

Trær i urbane områder gir samfunnet en rekke fordeler ved å regulere det lokale miljøet. I dette avsnittet beskriver vi de viktigste regulerende økosystemtjenestene som vi har modellert i i-Tree Eco i denne rapporten.

Omtrent halvparten av trevirket som trærne består av, er karbon². Det betyr at når trærne vokser, tar de opp karbon fra atmosfæren i form av CO₂ og bruker det til å øke sin biomasse. Dette har to store fordeler for samfunnet, ikke bare på lokalt nivå, men også på globalt nivå. Hvert år opptar et tre CO₂ fra luften, og reduserer dermed drivhuseffekten som forårsaker klimaendringer. Et enkelt tre kan ta opp rundt 10 kg karbon fra luften hvert år, og selv om dette kanskje ikke høres mye ut, kan effekten av tusenvis av trær i en by som ånder og lagrer karbon, fjerne en betydelig mengde CO₂ fra luften. Siden trær kan leve lenge, om de holdes i god stand, lagres karbonet i lang tid. Naturlig nedbrytning av plantemateriale og jordprosesser rundt røttene kan også flytte en del av dette karbonlageret ned i jorden, der det kan lagres enda lengre under bra jordforhold. Disse langsiktige effektene betyr at trær i byer er viktige partnere for å redusere klimaendringene^{10,11}. Å felle et tre vil derimot ikke bare stoppe den langsiktige bindingen av karbon i jordsmonnet, men også frigjøre klimagassen igjen om det brukes til brensel.

Trær fjerner også forurensning fra luften¹². Menneskelig aktivitet som industri, transport og vedfyring, tilfører luften fine støvpartikler og skadelige gasser som karbonmonoksid, ozon³, nitrogendioksid og svoveldioksid. Disse forurensende stoffene kan ha negative helseeffekter¹³ på mennesker som puster dem inn, og dette er spesielt relevant i tettbygde strøk. Trær kan potensielt fjerne noen av disse forurensningene fra luften¹⁴, og dermed redusere risikoen for helseproblemer for folk som bor i området. Fine partikler (PM_{2,5} og PM₁₀) kan lande på trærnes blader, der de blir sittende fast til regnet skyller dem ned i jorden. Skadelige gasser pustes inn av trærne når de puster, og brytes deretter ned av treet. Ved å fjerne disse forurensende stoffene fra luften kan trærne redusere lokale negative helseeffekter.

Nok en regulerende økosystemtjeneste som bytrærne bidrar med er reduksjon av overflateavrenning¹⁵. Urbane områder har vanligvis store arealer med tette flater, noe som betyr at vannet ikke dreneres, men renner av og eventuelt fører til flom i lavere liggende områder uten tilstrekkelig drenering. Ved store nedbørsmengder kan dette føre til oversvømmelser, materielle skader og potensielt også fare for mennesker. Trærne fanger opp vann i trekronene når det regner. En del av dette vannet fordampes fra bladene igjen, og en del lagres midlertidig i treet og transporteres ut av treet transpirasjon. Begge disse prosessene – evapotranspirasjon - hindrer regnet i å bli til overflateavrenning¹⁶. Igjen, effekten av ett enkelt tre er kanskje ikke stor (i gjennomsnitt rundt 100 liter forhindret avrenning per år, avhengig av treet størrelse og nedbørsfordeling), men den kumulative effekten av en trebestand i et byområde bidrar til å håndtere overvann på eiendommen, redusere avrenning til kommunale avløpssystemer, og bidrar til å redusere flomrisiko under noen nedbørshendelser. I i-Tree er det bare bidraget til å redusere tilleggs kostnader i kommunale renseanlegg som er verdsatt.

Trær gir også skygge og reduserer vindhastigheten¹⁷. Dette påvirker det lokale klimaet. Bygninger i byer trenger kjøling om sommeren og oppvarming om vinteren. Et tre i nærheten av en boligblokk kan gi skygge og hindre at bygningen blir for varm om sommeren. Trekroner bremser vind, og ved å redusere vindhastigheten kan det redusere effekten av trekk som fjerner varme

² GlobAllomeTree. 2017. GlobAllomeTree, assessing volume, biomass and carbon stocks of trees and forests. <http://www.globalloometree.org/accounts/login/>

³ Bakkenær ozon dannes også i nærvær av nitrogenoksider (NO_x), flyktige organiske forbindelser (VOC) og sollys. Hovedkildebidraget til nivåene i Norge er lang-transportert ozon, mens lokale utslippskilder gir lite bidrag. I trafikkerte områder, med høye NO_x utslipp, vil ofte nivået av ozon være lavere, da ozon forbrukes i omdannelsen av NO til NO₂. Trær produserer biogenisk VOC og kan være bidragsytere til lokal dannelse av bakknært ozon. <https://www.fhi.no/kl/luftforurensninger/luftkvalitet/tema-om-ozon/?term=>

fra bygninger. Tilstrekkelig store trær i nærheten av bygninger kan på grunn av disse to prosessene ha en målbar effekt på energibruken i et område. Disse besparelsene i energikostnader til kjøling og oppvarming av bygninger verdsettes i i-Tree ved hjelp av strømpriser. Disse effektene er ikke vesentlige i et norsk klima, men er betydelige i byer der klimaanlegg er i daglig bruk om sommeren.

Effektene av disse økosystemtjenestene er modellert i i-Tree Eco, og resultatene presenteres i denne rapporten. Prosessene som produserer disse økosystemtjenestene omfatter biomassevekst, hydrologi, luftbevegelser, partikkel- og gassdynamikk og termodynamikk. Disse prosessene er komplekse og derfor vanskelige å modellere lokalt. i-Tree Eco-modellene baserer seg på en del gjennomsnittsbetraktninger og forenklinger som det er viktige å kjenne til. Det betyr at resultatene er beheftet med usikkerhet som i enhver modell.

Det er viktig å merke seg at i-Tree Eco's modellering av træs reduksjon av luftforurensning i byer ikke tar hensyn til trærnes plassering i forhold til hverandre eller gatestruktur. Nyere beregninger på store romlig eksplisitte datasett i Europa og USA finner en svak positiv men variabel statistisk sammenheng mellom økning i lokalt vegetasjonsdekke og reduksjon i luftforurensning over tid¹⁸. Netto-effekten på luftforurensning vil variere med treets plassering i forhold til gatestrukturen¹⁹. Avsetning og opptak av luftforurensning på bladareal kan overstyres på gateplan av treets plassering og effekt på luftsirkulasjon, og av lokalklima på nedbør, luftfuktighet og vind. Lokalt kan effekten av trær på luftforurensning da være negativ¹⁸. Gjennomsnittsberegninger i i-Tree Eco for byer i USA viser små, men positive effekter på total luftkvalitet (<1% reduksjon ift. totale utslipp)²⁰ som er konsistent i gjennomsnitt med nyere beregninger (0.8% reduksjon i luftforurensning tilskrives trær)¹⁸, men som altså ikke tar høyde for overnevnte variasjoner i bystruktur eller lokalklima på gateplan. I vår anvendelse av i-Tree Eco modellen beregner vi gjennomsnittseffekt som tar høyde for variasjon i forurensningssoner i byggesonen, men ikke på gateplan. I tolkning av resultatene fra rapporten ifbm lokale tiltak bør kommuner ta i betraktning usikkerheten rundt våre gjennomsnittsberegninger og planlegge plassering av trær også med tanke på å unngå negative effekter på luftkvalitet¹⁸.

Den økonomiske verdsettingen av de regulerende økosystemtjenestene er basert på en rekke antagelser om tiltakskostnader og -nytte for samfunnet. Vi gjør tilpasninger for Norge, og i forhold til usikkerhet i de fysiske beregningene i i-Tree Eco. For eksempel verdsetter vi reduksjon i luftforurensning med kostnadseffektivitetstall for tiltak i norsk energi- og transportsektor med lignende avbøtingseffekt, i stedet for helse-effekter som er basis-alternativet i-Tree-Eco modellen. Se Metodevedlegg 14.2 for en detaljert beskrivelse av de økonomiske verdsettingsmetodene. For mer informasjon om hvordan disse effektene modelleres og verdsettes, og en diskusjon om implikasjonene av usikkerheten, se Metodevedlegg 14.3.

2.4 Urbane varmeøyer

Som beskrevet over beregner i-Tree-Eco energibesparelser for regulering av inneklimate fra træs skygge- og skjermefunksjoner. i-Tree-Eco modellerer ikke trærnes bidrag til reduksjon av luft og bakketemperatur i byers uterom. Det finnes mye forskning på effekten av trær på lokaltemperatur^{3,21}, hete-eksponering av befolkning i byer²² og helseeffekter av hetebølger^{8,23-25}. Det er gjort nedskalering av klimaprognoiser som tilsier at en by som Oslo vil kunne oppleve hetebølger innen 2050 på nivå med det vi har sett i Sentral-Europa de siste årene, dvs. en økt gjennomsnittstemperatur i juli på mellom 5-6 grader C²⁶. I Oslo modellerte Venter m.fl. (2020)⁸ effekten på bakketemperatur ved å fjerne alle trær i byggesonen i forhold til hetebølgen juli 2018. Studien brukte satellittmålt bakketemperaturdata fra juli 2018 kombinert med en kartlegging av grønn-blå-grå bystruktur til å beregne en sammenheng mellom bakketemperatur og graden av innslag av ulike typer grønnstruktur, inkludert trær (**Figur 2**). Dette ble brukt til å beregne hvordan trær påvirker bakketemperaturen og beskytter eldre mot varme, basert på demografiske data på grunnkrets-nivå. I denne rapporten tester vi den samme metoden for tre andre kommuner for tidenes varmeste sommer, i tillegg til å oppdatere Oslos beregninger på samme måte. Forskning publisert

2.5 Opplevelsestjenester: trekrone-synlighet, -dekke og -tilgang

Trær har vesentlig betydning for menneskers fysiske og psykiske helse ved å inspirere til fysisk aktivitet, bidra til sosiale møteplasser og dempe stress og depresjon. En vesentlig del av helseeffektene kommer fra synlighet og dermed opplevelsesverdi av vegetasjon^{9,28,29}. I Oslo er det for eksempel tidligere kartlagt tilgjengelighet av grøntområder³⁰, rollen trekronedekke spilte for fysisk aktivitet under pandemien³¹ og synlighetsmodellering av trekroner fra privat og offentlig grunn⁶.

Oppdragsutlysningen fastslo at kartlegging skulle gjennomføres iht. «3-30-300 regelen». Denne tommelfinger-regelen ble først foreslått av Konijnendijk³², og siden fremmet av konsulentfirmaet Nature Based Solution Institute og henvist av FNs program i Europa, UNECE (2022). Dette er en tommelfinger-regel for minstekrav til urban skog i byplanlegging og utvikling. «3-30-300 regelen» sier at alle innbyggere skal kunne se minst tre trær fra sitt hjem; det skal være minst 30% trekronedekning i nabolaget; og maksimalt 300 meter til nærmeste park eller grønnområde på minst 1 hektar (Figur 4). Konijnendijk skriver selv om «3-30-300 regelen»: «Der beslutningstakere, planleggere, utviklere og innbyggere kan "gå seg vill" i kompleksiteten i nyanterte, velutviklede indekser, standarder og retningslinjer, kan regler som er enkle å huske, være svært effektive, spesielt når de er underbygget med solid dokumentasjon. Utdfordringen blir å balansere den kommunikative kraften og enkelheten med kompleksiteten og nyanseringen som kreves for å tilpasse seg ulike urbane kontekster.» (s.825)

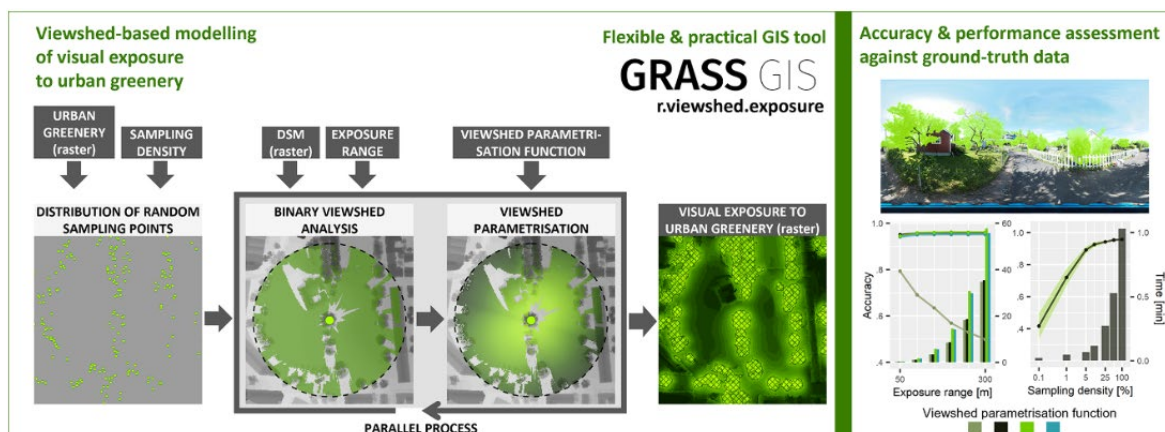


Figur 4: «3-30-300-regelen» for urban skog – forslag til minstekrav i byutvikling. Kilde: UNECE (2022)

Nyansering av evt. minstekrav er nødvendig. Byer kan ha egne retningslinjer som er tilpasset byens historie og varierer med størrelsen på grøntområdene. For eksempel differensierte Oslo Kommune i sin dekningsanalyse av grøntområder i Grøntplan (2009)³³ avstandskriteriene etter størrelse på grøntområde <250m (1-5 daa), <500m (5-100daa) og <1000m (100 daa+). Oslo Kommune gjennomførte sitt første grøntregnskap i 2018. Andel faktisk grønt målt med NDVI (normalisert vegetasjonsindeks) var 47% for byggesonen som helhet, men varierte mellom 16% (Sentrum) - 59% (Søndre Nordstrand) per bydel. En slik variasjon i vegetasjonsdekke på nabolagsnivå tilsier at forslag om én standard tommelfinger-regel som >30% ikke kan brukes som målsetting i faktisk byplanlegging. I denne rapporten er det en nyttig overskrift for indikatorer på ulike romlige skalaer som sammen og over tid kan beskrive endringer i eksponering og tilgjengelighet til bytrær og grønnstruktur.

Fordi 3-30-300 er å oppfatte som en «tommelfinger-regel» som først og fremst skal minne på et sett med kriterier for synlighet og tilgang til trær som må vurderes lokalt, setter vi «regel» i anførselstegn i det videre.

Å utføre deknings- og tilgjengelighetsanalyser er blitt lettere med tilgjengelighet av fjernmålings-data og GIS-verktøy. Synlighetsberegninger er heldekkende for enkelttrær som er betydelig mer utfordrende og krever nyere modelleringsmetoder, eller omfattende feltkartlegging. Denne rapporten viser hvordan kommuner kan gjøre synlighetsberegninger for trekroner som kan lages som kart for byggesonen for bevisstgjøringsformål, stedsanalyse og planlegging. Metoden er utviklet av Cimburova⁹ ved NINA og beregner synlighet av enkelttrær (**Figur 5**). Synlighetskart kan brukes videre i verdsettingsmetoder som f.eks. Verdsetting av Trær (Norsk Standard) eller eksponeringsmodeller i helseforskning.



Figur 5: Kartlegging av eksponering til trær i byrommet med applikasjonen *r.viewshed.exposure* (Cimburova og Blumentrath 2022)



Foto: Liz Palm

3 Verktøy for kartlegging og verdsetting av bytrær

I dette kapittelet oppsummerer vi metode-tilnærmingen og verktøyene vi har brukt for å kartlegge og verdsette bytrær i de fire prosjekt-kommunene. Vi begynner med en gjennomgang av kommunenes formål og behov, og hvordan disse kan oppnås ved bruk av i-Tree Eco's feltmetoder, samt eventuelle tilleggsverktøy som kan være nødvendige for å oppnå disse formålene effektivt (**avsnitt 3.1**). Deretter beskriver vi innsamling og forbehandling av data som er nødvendig for å gjennomføre kartlegging og verdsetting (**avsnitt 3.2**). Til slutt presenterer vi de konkrete metodene som er anvendt i prosessen, inkludert eventuelle begrensninger og usikkerheter (**avsnitt 3.3**).

3.1 Metoder for kartlegging og verdsetting av bytrær tilpasset ulike formål

I dette arbeidet tester vi en kombinasjon av metoder som tar sikte på å danne kunnskapsgrunnlag for flere ulike behov kommunene vil kunne ha. Innledningsvis skisserte vi behovene kommunene i prosjektet hadde meldt inn til oppdragsbeskrivelsen, samt andre formål vi har observert i litteraturen (**Tabell 1**). Utlysningen til prosjektet ba også om et prosjekt som anvender i-Tree Eco. De ulike formålene krever ulike metoder, med ulik robusthet og ressursbehov. Det er derfor innledningsvis viktig å diskutere hvilke av formålene kommunene etterlyste som kan oppnås med i-Tree Eco's feltmetoder, og hva som eventuelt kreves av en verktøykasse. En slik verktøykasse inkluderer apper for feltkartlegging, kartlegging med fjernmålingsdata og økosystemtjenestemodeller som er designet for å få mer ut av i-Tree Eco, i tillegg til å dekke effekter som ikke håndteres av i-Tree Eco (**avsnitt 2.4, 2.5**). Verktøykassen kombinerer ulike bakke- og fjernmålingsmetoder som utfyller hverandre for å dekke de fleste av kommunenes behov og analyseformål (**Figur 6**).

Behov og analyseformål:		FELTBASERTE METODER iTree Eco		FJERNMÅLING & GIS METODER	
		Stikkprøvebasert utvalg av trær	Områdenivå-registrering av all trær	iTree canopy Google Earth basert utvalg trekronedekke	Lidar fly-basert heldekkende trehøyde og -trekronareal
POLITISK	1. Generell bevisstgjøring	✓	✓	✓	✓
	2. Synliggjøring i kart	✗	✓	✗	✓
	3. Klimaregnskap	✓	✓	✓	✓
	4. Økosystemregnskap og -budsjett	✓	✓	✓	✓
	5. Natur & Helse strategi	✓	✗	✓	✓
OPERATIVT	6. Planlegging klimatilpasning	✗	✓	✗	✓
	7. Planlegging naturbasert løsninger	✗	✓	✗	✓
	8. Planlegging Biomangfold	✓	✓	✗	✗
	9. Tidligfase stedsanalyse	✗	✓	✗	✓
TAKTISK	10. Blågrønn faktor norm	✗	✓	✗	✓
	11. Kompensasjonstiltak fysisk	✗	✓	✗	✓
	12. Kompensasjon økonomisk	✓	✓	✗	✓

Figur 6: Metoder for kartlegging av bytrær - relative fordeler og ulemper i forhold til kommunenes behov og analyseformål. Rødt kryss betyr at metoden ikke er egnet til angitt formål. Blå hake betyr at metoden er egnet til angitt formål; to hakker betyr at metoden relativt sett dekker flere trær, et større geografisk område og/eller har høyere nøyaktighet enn de andre metodene.

Figur 6 sammenligner ulike kommunale formål med kartlegging og verdsetting av bytrær i forhold til hva som kan gjøres med i-Tree Eco's standard feltmetoder. **Tabell 2** viser at det er behov for å kombinere metoder dersom flere formål skal dekkes. Metodene kan sammenlignes i forhold til 3 R'er³⁴: (i) **Relevans** i omfang av kartleggingen, (ii) **Robusthet** og nøyaktighet av metodene (iii) **Ressurseeffektivitet** i gjennomføring. Utvalgs- og områdebaserte feltmetoder i i-Tree Eco dekker enkelttrær, trebestandsestimat basert på utvalg for hele byen, eller kartlegging av et avgrenset område.

Relevans. I-Tree's feltbaserte metoder dekker ikke behovene kommunen har for romlig kartlegging og stedsbasert prioritering av vern og beplantning ift. økosystemtjenester *på tvers av hele byggesonen* (formål 2, 6,7, 9, 10, 11, i **Figur 6**). i-Tree's plot-baserte områdenivå-registrering oppnår delvis dette, men bare for mindre områder som kartlegges i sin helhet i-Tree's plot-baserte metode gir arealstatistikk, men ikke uten videre kartlegging av trekronepolygoner. Ved å tolke laserdata samlet fra fly for alle de fire kommunene i prosjektet, bruker vi i rapporten en heldekkende romlig kartlegging av trekroneareal og høyde. Denne metoden gjør det mulig å lage et heldekkende bytreatlas som så kan brukes til ulike romlige steds- og prioriteringsanalyser på tvers av hele byggesonen. Dette er ikke mulig med i-Tree's standard bakkebaserte og plot-baserte feltmetoder som beskrevet ³⁵.

Robusthet. Beregning av trekroneareal og høyde, som er gode indikatorer på treets bladareal, gir variable som best predikerer treets leveranse av regulerende økosystemtjenester³⁶. Ved å kartlegge alle trekroner i hele trebestanden med laserdata, øker også nøyaktigheten i beregningene av i-Tree Eco, og muligheten til å lage klimaregnskap og økosystemregnskap som kan vise signifikante statistiske trender over tid for hele byen.

Ressurseeffektivitet. Feltbaserte metoder er kostnadskrevenende. Datainnsamling i felt ble gjort av kommunene selv i det svenske i-Tree prosjektet⁵. I prosjektutlysningen for Trekroneprosjektet ble det derfor foreslått at kommunene kunne samle inn et utvalg stikkprøver på N=200 med i-Tree's «plot»-metode som ville representere variasjon i arealbruk i byggesonen. Som alternativ kunne noen kommuner velge å gjennomføre en full kartlegging av et mindre område på om lag 200 trær (f.eks. én park).

Stikkprøvebasert «plot»-metode med dette innsatsnivået ville ikke ha kunnet svare på behovene som krever kartlegging av hele trebestanden, som inkluderer kartlegging av alle trekronepolygoner er, trekronehøyde og -størrelse (formål 2, 6,7, 9,10, 11 i **Figur 6**). Norge og norske bykommuner er ennå ikke deltagere i i-Tree⁴. Ferdig beregnede landskapsanalyser basert på satellitt-data for å gjøre analysen billigere er derfor ikke tilgjengelige for Norge som de er for byer i USA. Produkter som i-Tree Canopy gjør det mulig å lage utvalgsbasert kartlegging av trekroneareal i Google Earth, men nøyaktigheten er lavere enn for laserdata og gir ikke en heldekkende kartlegging av trekroneomfang. Erfaringer fra London³⁷ som brukte i-Tree-plot metode viste også at den underestimerer trekroneareal i forhold til fjernmålingsbaserte metoder.

I løpet av gjennomføringen av Trekroneprosjektet ble det klart at deltagende kommuner ikke hadde tilgjengelig ressurser til å gjennomføre feltarbeid i den aktuelle festsesongen. Trekroneprosjektet var ikke finansiert for å gjennomføre i-Tree's plot-metode. Bruk av metoder basert på fjernmåling av trekrone-størrelser og høyder viste seg å være en robust «plan B» som samtidig dekket flere ulike formål. Denne verktøykassen løser flere begrensninger med standard implementering av i-Tree Ecos feltmanual³⁵ i norske bykommuner (**Tabell 2**).

⁴ [Sluttrapport-i-Tree-Sverige.pdf \(tradforeningen.org\)](#)

Tabell 2: Oversikt over i-Tree Eco begrensninger og løsninger i denne rapporten.

Begrensninger med vanlig i-Tree Eco metode:	Løsninger:
I-Tree har ingen ferdige beregninger eller trekronekart for Norge slik det finnes for USA og noen andre deltagende land	Bruk tilgjengelige satellitt-data og laserdata på GeoNorge, hoydedata.no og kommunene selv, sammen med kjente trekrone-kartleggingsmetoder ³⁸
Feltbaserte metoder for å måle trekronehøyde og diameter er ressurskrevende per undersøkt tre.	Bruk laserdata til å beregne høyde og trekroneareal til en brøkdel av kostnaden og med tilstrekkelig nøyaktig for formålene til kommunene. ³⁸
Feltbaserte metoder for å kartlegge treets plassering ift. arealbruk, bygg etc. er ressurskrevende med plot-basert metode for en hel by.	Bruk offentlige kartdata om bygg i FKB, arealdekke i byggesonen med satellittdata, og GIS rutiner for beregning av inngangsdata om plassering til i-Tree til en brøkdel per undersøkt tre og med større nøyaktighet. ³⁶
i-Tree Eco's plot-basert metode kartlegger ikke trekrone polygon (fasong og utstrekning). Dataene kan ikke brukes til å lage kart av trekrone dekke.	Bruk en GIS-basert metode for trekrone-segmentering ³⁸ som lager et heldekkende trekrone-atlas for byen. Norske byer som Oslo og Bærum samler inn laserdata med egenskaper som er egnet for trekronekartlegging som NINAs metoder drar nytte av.
i-Tree Eco benytter én enkelt stasjon for luftforurensning som skal representere en hel by. Dette fører til over/underestimert av luftrensetjenester i bydeler med lav/høy luftforurensning. Automatiserte i-Tree beregninger som tilbys av app-lisenser som bruker i-Tree som Curio XYZ , korrigerer ikke for dette	Bruk tilgjengelig målestasjoner og GIS-metoder for å differensiere luftforurensningssoner i en by for å få mer nøyaktige beregninger for luftrensingstjenester. Det er viktig fordi beregninger viser at den sannsynligvis utgjør den økonomisk viktigste økosystemtjenesten for norske byer ³⁶ .
i-Tree Eco's kalkulasjonspriser for økosystemtjenester er fra USA om de ikke endres av bruker. Dette fører til feilberegninger av økonomisk verdi av økosystemtjenester for norske forhold. Automatiserte i-Tree beregninger som tilbys av app-lisenser som bruker i-Tree som Curio XYZ , korrigerer ikke for dette.	Korrigerer til norske kalkulasjonspriser slik at de økonomiske verdiene som beregnes har større troverdighet (f.eks. i beregning av erstatningsverdi for skade på et tre; finansieringsargumenter) ³⁶
i-Tree Eco's beregning av « strukturell verdi » (erstatningsverdi) er basert på amerikanske kalkulasjonspriser og metoder (CTLA 1992, se Nowak (2020))	Bruk metode fra Norsk Standard for Verdsetting av Trær (VAT). Basert på tidligere erfaringer med den danske VAT03 og VAT19 ^{39,40}

3.2 Datakilder

I arbeidet med rapporten har vi utnyttet kartdata innenfor kommunenes byggesoner. Det var utenfor prosjektets ramme å ta hensyn til data utenfor de spesifikke studieområdene for hver kommune. **Tabell 4** gir en oversikt over datakildene brukt i prosjektet, sammen med en kort beskrivelse av hver kilde og hvilke metodeoppgaver de ble brukt i. Ytterligere detaljer om de spesifikke databehandlingstrinnene for hver kommune, er dokumentert i GitHub⁵ under hver metodeoppgave.

⁵ GitHub: <https://ninanor.github.io/trekrone-docs/html/methods/index.html>

3.2.1 Arealbruk

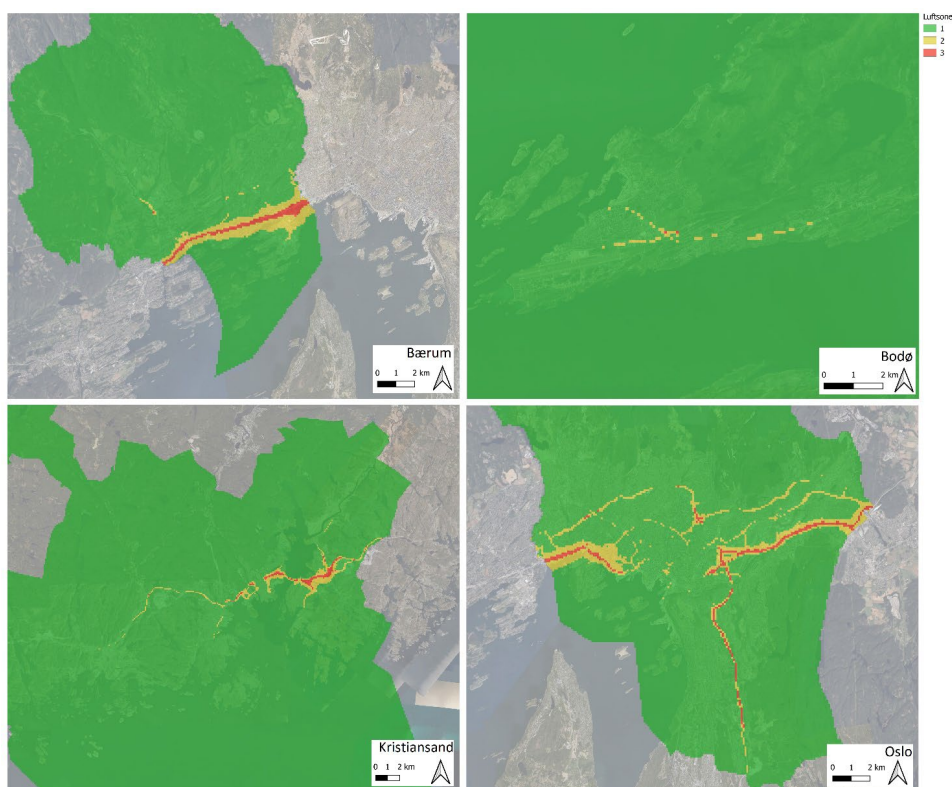
Vi brukte arealressurskartet FKB-AR5^{41,42} og arealbrukskartet fra SSB⁴³ til å klassifisere arealbruken i henhold til i-Tree Eco arealbruk klassifisering⁶ og for å definere grøntområder. I tillegg, brukte vi det til å definere åpent offentlig område og åpent privat område i Oslo. Koblingstabellene er tilgjengelige i GitHub⁷.

Grøntområder

Grøntområder er definert av Statistisk sentralbyrå (SSB)⁸ som nærturterreng, større enn 200 000 m², og leke/rekreasjonsareal, større enn 5 000, også over 200 000 m². Vi klassifiserte skog, åpen fastmark, myr, ferskvann (hvis mindre enn 1000m²) fra FKB-AR5 og grønne områder og idretts områder fra SSB-arealbruk som grøntområder.

3.2.2 Luftkvalitetsonekart

For å få et mer nøyaktig estimat av trærnes innvirkning på den lokale luftkvaliteten, delte vi hver av de fire kommunene opp i tre ulike luftkvalitetssoner, i likhet med Cimburova & Barton (2020)³⁶: en grønn sone, en gul sone og en rød sone. Den grønne sonen er området med gjennomsnittlig best luftkvalitet og den røde sonen med dårligst luftkvalitet. Sonene er hentet fra Miljødirektoratet⁴⁴, og er basert på forskriften i T-1520 (Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging)⁹. Mer informasjon om hvordan disse kartene ble brukt til å modellere luftkvalitetseffekter av trær finnes i metodevedlegg 14.



Figur 7: Kart over luftkvalitetssonene for Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo. Basert på data fra Miljødirektoratet⁴⁴.

⁶ <https://www.itreetools.org/documents/250/i-Tree%20Eco%20Users%20Manual.pdf>

⁷ GitHub:https://ninanor.github.io/trekrone-docs/html/methods/06_tree_visibility/tables.html

⁸ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/areal/statistikk/rekreasjonsareal-og-naerturterreng>

⁹ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/t-1520-luftkvalitet-arealplanlegging/id679346/>

3.2.3 Laserdata

Vi har benyttet data fra en flybåren laserskanner. Laserskanning er en fjernmålingsteknikk som måler avstanden til målobjekter som for eksempel trær eller bygninger. En laserskanner produserer såkalte Light Detection and Ranging (LiDAR) data, også kjent som laserdata. Laserdata er en punktsky der hvert punkt har x-y-z-koordinater og hvert punkt er klassifisert i en av flere punktsky klasser, for eksempel terreng, bygning og vegetasjon.

I Trekroner-prosjektet bruker vi laserdata til å lage en digital overflatemodell (DSM – Digital Surface Model) og terrengmodell (DTM – Digital Surface Model) for hver kommune. Deretter trekker vi terrengmodellen fra overflatemodellen for å skape en trekronehøydemodell (CHM – Canopy Height Model). Denne trekronehøydemodellen er inndata for trekronekartleggingen (**se avsnitt 3.3.1**). Detaljerte trinn for forbehandling av laserdata fra punktsky til trekronehøydemodell er dokumentert i GitHub¹⁰.

Laserdata anvendt i prosjektet og kjente feilkilder

Tabell 3 og **Tabell S27** viser laserdataene tilgjengelige for modellering av trekroner i de fire 'Trekrone' kommunene. Det går frem av tabellen at dataene har ulike punktsky-oppløsning, varierende detaljeringsgrad i klassifisering av vegetasjon, og at data er innhentet på ulike tidspunkter på året i forhold til vegetasjonsdekke. Data for Oslo har høyest kvalitet, og for Bodø lavest kvalitet i forhold til formålet om kartlegging av trekroner. Disse forskjellene i kvalitet på inndata vil gjenspeiles i trekronekartleggingen.

Tradisjonelt har kommunen bestilt laserdata til kontroll av bygninger. Laserskanningsprosjekter i GeoVEKST¹¹ partssamarbeid er også vært rettet mot tekniske formål som terrengkartlegging, hydrologi og kartlegging av infrastruktur og bygningsmasse. Det er imidlertid er relativt nytt at kommuner bestiller klassifisering av punktskyen ift. vegetasjonshøyder. Laserdata rettet mot teknisk formål kan få konsekvenser for trekronekartlegging.

Drøfting av feilkilder og eventuelle korreksjoner er beskrevet i Hanssen m.fl. (2019)⁴⁵ og Hanssen m.fl. (2021)³⁸. Noen av de mest vesentlige hensynene i denne sammenhengen er:

- **Datainnsamlingsdato:** For kartlegging av trekrone er det ideelt å samle inn data om sommeren når trærne har fullt løvdekke, mens vinteren er gunstig for infrastruktur.
- **Punkttetthet:** Omtrent 5 til 10 punkter per kvadratmeter er tilstrekkelig for å identifisere store trær (> 15 m), men enda høyere punkttetthet er ønskelig for mindre trær og buskskikt.
- **Punktskyklassifisering:** Punktskyklassene brukes til å lage en overflatemodell optimisert for vegetasjonshøyde. Hvis vegetasjons klassene ikke er tilgjengelige, må andre teknikker brukes for å maskere ut bygninger osv.

Det er av avgjørende betydning å validere og korrigere punktskyen og de avledede produktene ift. annen infrastruktur som kan feiltolkes som trær, for eksempel bygninger, broer og kraftlinjer. Vi har laget enkle regler for å oppdage og korrigere for falske positive trekroner (dvs. trær som blir oppdaget av laserdataene, men som ikke samsvarer med trekrone på bakken)¹¹. Imidlertid er det ikke laget regler for å estimere falske negative (trær som ikke blir identifisert av laserdataene). En grundig usikkerhetsvurdering for laserpunktskyen og resulterende trekronekartlaget faller utenfor rammene for prosjektet.

- **Vi anbefaler sterkt at kommunene validerer sine trekronekart mot flyfoto og tilgjengelige feltdata.** QField-appen for treregistering tilbyr en oppdatert funksjonalitet som gjør det mulig å merke trekrone polygoner som falske positive, noe som forenkler

¹⁰ GitHub: [Task 1 | Urban Tree Detection](#)

¹¹ <https://www.kartverket.no/geodataarbeid/geovekst/veiledningsmaterieell-geovekst#heading-11561>

denne prosessen (**se avsnitt 3.3.6**). Det finnes en kort sammenligning av trekronekartet mellom Oslo og Bærum i **vedlegg 11.2**.

Geodataenheten ved Plan og Bygningsetaten i Oslo kommune har opparbeidet en betydelig bestiller-erfaring for laserdata klassifisert for vegetasjon. For å sikre at laserdataene bestilles og behandles på en best mulig måte har de laget en **Laserdata bestilling sjekkliste** myntet på kommunale oppdragsgivere som finnes i **Vedlegg 11.1**.

Tabell 3: Laserdata brukt for trekrone-kartlegging.

Kommune	Fly måned	Punkttetthet	Punktsky klasser
Bodø	Juni - September 2017	2 pkt/m ²	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 7 - Støy 17 - Bru 24 - Snø
Bærum	April - Juni 2022	10 pkt/m ²	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 3 - Lav vegetasjon (0,3-2 m) 4 - Medium vegetasjon (2 -5 m) 5 - Høy vegetasjon (> 5 m) 6 - Bygning 7 - Støy 17 - Bru 23 - Gress (0,0 - 0,3 m) 41 - Vann
Kristiansand	Juni 2020	5 pkt/m ²	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 7 - Støy 17 - Bru
Oslo	Juli 2021	> 10 pkt/m ²	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 3 - Lav vegetasjon (0,3-2 m) 4 - Medium vegetasjon (2-5 m) 5 - Høy vegetasjon (> 5 m) 6 - Bygning 7 - Støy 9 - Vann 13 - Kraftledning 15 - Mast 17 - Bru 19 - Veldig lav vegetasjon

Tabell 4: Informasjon om datakilder brukt for framstilling av metodeoppgavene i prosjektet (se **Tabell 5** for oppgavenummer og beskrivelse).

Kategori	Navn	Beskrivelse	Data eier	Brukt i metodeoppgave
Administrative enheter	Analyseområde	Analyseområdet for Trekroneer-prosjektet omfatter den sentrale byggesonen for Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle
	Grunnkretser	Grunnkretsområder etter delområde- og grunnkretsinnndeling fra 2023.	Statistisk sentralbyrå (SSB) ⁴⁶	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronekartlegging (1) ▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (2d) ▪ Analyse av lokal temperaturregulering (4) ▪ Beregning av 3-30-300-«regelen» (5c)
	Bydeler Oslo	Bydeler i Oslo kommune. Bydeler med koder fra 030101 til 030116 er brukt i analysen.	Oslo kommune ⁴⁷	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronekartlegging (1)
	Undervisningsareal Oslo	Matrikkelteiger for undervisningsarealer i Oslo.	Oslo kommune	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronesynlighet (5b)
grunnleggende geografiske data	FKB Bygning	Bygning område. Egenskapen «bygningstype» brukes til å klassifisere boligbygg (se koblingstabell i GitHub).	Kartverket ⁴⁸	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronekartlegging (1) ▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (2d) ▪ Beregning av 3-30-300-«regelen» (5c)
	FKB Vann	Vann område	Kartverket ⁴⁹	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronekartlegging (1) ▪ Beregning av 3-30-300-«regelen» (5c)
	FKB Veg	Veg område	Kartverket ⁵⁰	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trekronekartlegging (1)
	N50 Kartdata	Samferdsel senterlinje	Kartverket ⁵¹	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (2d)
Arealbruk	AR5	Arealressurskart utarbeidet for visning i målestokk 1:5 000 (AR5).	Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ⁴²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (2d) ▪ Beregning av 3-30-300-«regelen» (5c) ▪ Trekronesynlighet (5b)
	SSB arealbruk 2022	SSBs arealbrukskart fra 2022.	Statistisk sentralbyrå (SSB) ⁴³	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (2d) ▪ Beregning av 3-30-300-«regelen» (5c) ▪ Trekronesynlighet (5b)

	WorldCover 10m 2021	Globalt arealdekkkart fra 2021 med en oppløsning på 10m, basert på Sentinel-1 og Sentinel-2 data.	European Space Agency (ESA) ⁵²	▪ Analyse av lokal temperaturregulering (4)
Bytrær	Treregister	Treregisteret er en oversikt over kommunes bytrær.	Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo kommune	▪ Integrering av kommunes treregister (2)
	Store gamle trær	Store gamle trær (D12) – registrert etter Miljødirektoratets håndbok 13 (DN13)	Miljødirektoratet ⁵³	▪ Integrering av kommunes treregister (2)
	Hule eiker	Hule eiker – registrert etter Miljødirektoratets instruks – Natur i Norge (NIN)	Miljødirektoratet ⁵⁴	▪ Integrering av kommunes treregister (2)
	FKB-Naturinfo	Innmålt tre - tretype (bar, lauv, ukjent)	Kartverket ⁵⁵	▪ Integrering av kommunes treregister (2)
Laserdata	Laserdata	Laserpunktskydata, se tabell X for kommunespesifikk informasjon.	Terratec	▪ Trekronekartlegging (1) ▪ Trekronesynlighet (5a, 5b)
Høydedata	PBE trekrone høyde modell 2021	Trekronehøydemodell for Oslos byggesone, utviklet av Plan- og bygningsetaten (PBE) fra laserdata.	Plan- og bygningsetaten	▪ Trekronekartlegging (1)
	DTM10 Terrengmodell	Digital terrengmodell over fastlands-Norge med 10m oppløsning.	Kartverket ⁵⁶	▪ Analyse av lokal temperaturregulering (4)
Klima & Miljø	Overflatetemperatur	Overflatetemperatur avledet fra Landsat 8 ved bruk av metoden beskrevet av Ermida m.fl. (2020) ⁵⁷ .	NASA	▪ Analyse av lokal temperaturregulering (4)
	Historiske temperaturdata	Historiske klimadata for å oppdage den varmeste sommeren som er registrert.	Meteorologisk institutt (MET) ⁵⁸	▪ Analyse av lokal temperaturregulering (4)
	Luftsonekart	Luftsonekart basert på meteorologi i 2018-2022. Sonene er klassifisert som grønn (god kvalitet), gul (middels kvalitet), og rød (dårlig kvalitet).	Miljødirektoratet ⁴⁴	▪ Beregning av i-Tree Eco variabler (3b)

3.3 Metode-oversikt

I denne delen beskriver vi metodene som er brukt i verktøykassen for kartlegging og verdisetting av bytrær. Denne verktøykassen er bygget på i-Tree Eco-programmet⁴, men er utvidet med ekstra funksjonalitet for å møte kommunes behov (se avsnitt 3.1). Verktøykassen er tidligere utviklet og testet i ulike NINA-prosjekter med i-Tree Eco³⁶, app-basert felldata-innsamling⁴⁰ og trekrone-kartlegging med fjernmålingsdata^{38,45,59}. I Trekrone-prosjektet utvider vi verktøykassen ytterligere ved å inkludere metoder for å estimere den lokale temperaturreguleringseffekten⁵⁹ og synlighet til trekrone^{60,61}. Tekstboksen på siden 36 gir en kort oversikt over hvordan og i hvilken rekkefølge kommunene kan gjennomføre disse modelleringsoppgavene.

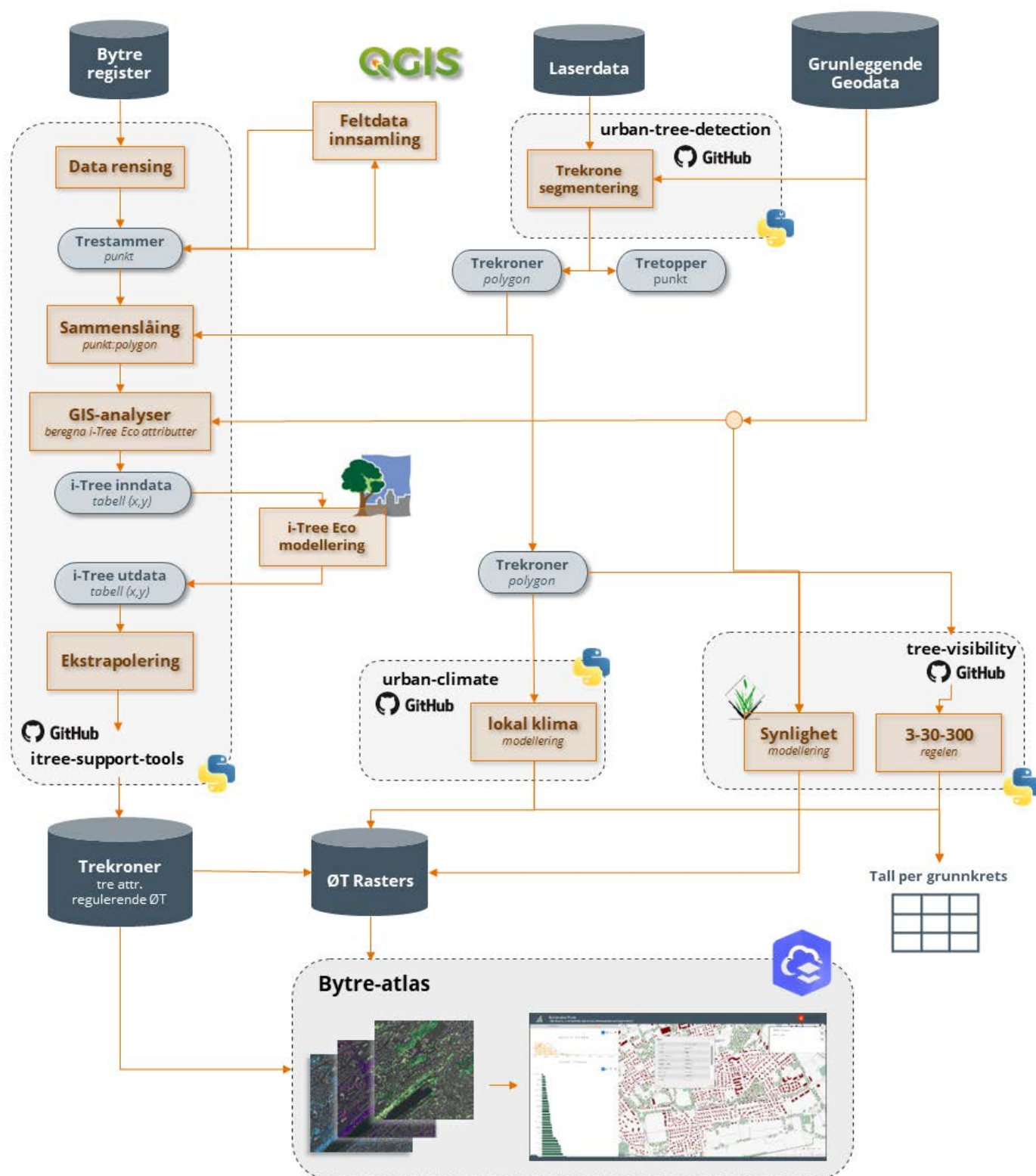
Verktøykassen bruker en semi-automatisk arbeidsflyt som kan anvendes på inndatasett med ulike egenskaper og nøyaktighetsnivåer (**Figur 8**). Arbeidsflyten velger den mest hensiktsmessige ruten basert på egenskapene til inndatasettet. For eksempel vil laserdata med lavere gjennomsnittlig punktetthet følge en annen prosesseringsrute sammenlignet med data med høyere gjennomsnittlig punktetthet.

Arbeidsflyten i verktøykassen består av følgende oppgaver (**Figur 8, Tabell 5**):

- I. **Trekronekartlegging:** Trekronepolygoner og tretopp-punkter blir detektert fra laserdata, i henhold til segmenteringsmetoden etablert av Hanssen m.fl. (2019)⁴⁵ og Hanssen m.fl. (2021)³⁸.
- II. **Integrering av kommunenes treregistreringer og -databaser:** Eksisterende kommunale treregistreringer blir innlemmet i én samlet tredatabase for hver kommune. Det er også mulig å supplere denne databasen med data fra QField-Treregistreringsappen⁴⁰. De registrerte trærne i databasen blir koblet til laserdetekterte trekrone, og tilleggsattributter blir beregnet ved hjelp av ulike GIS-analyser³⁶.
- III. **I-Tree Eco modellering:** Reguleringseffekt av økosystemtjenester for de registrerte enkelttrærne blir beregnet ved hjelp av i-Tree Eco-modellen⁶² og estimert over hele byggesonen.
- IV. **Modellering av lokal temperaturregulering:** Bidraget fra trekrone til reduksjon i bakketemperatur blir beregnet ved bruk av metode etablert av Venter m.fl. (2020)⁵⁹.
- V. **Analyse av opplevelsestjenester:** Synligheten til bytrærne blir modellert med *r.viewshed.exposure* GRASS GIS-verktøyet⁶⁰ og tresynlighetsverdier per tre blir beregnet med *r.viewshed.impact* GRASS GIS-verktøyet⁶¹. I tillegg blir indikatoren for 3-30-300-«regelen» beregnet per grunnkrets.

Tabell 5: Oversikt over oppgaver og deres respektive metodelager på GitHub. I tillegg er ytterligere detaljer om hver oppgave tilgjengelig på vårt dokumentasjonsnettsted: <https://ninanor.github.io/trekrone-docs>.

Opp.	GitHub	Beskrivelse
1	urban-tree-detection	Trekronekartlegging med laserdata
2	itree-support-tools QGIS-treregistrering	Integrering av kommunenes treregistrering og -databaser a. Rengjøring av kommunes treregister b. Felldatainnsamling ved bruk av QField-Treregistreringsappen c. Kobling av treregistreringer til de modellerte trekrone d. Beregning av i-Tree Eco variabler
3	itreetools.org itree-support-tools	I-Tree Eco modellering a. Model kjøring av i-Tree Eco modellen b. Oppskalering av i-Tree Eco resultater til hele byggesone.
4	urban-climate	Modellering av lokal temperaturregulering
5	r.viewshed.exposure r.viewshed.impact itree-support-tools	Analyse av opplevelsestjenester a. Trekrone synlighet - visual exposure modellering b. Trekrone synlighet - visual impact modellering c. Beregning av 3-30-300-regelen



Figur 8: Arbeidsflyt for kartlegging og verdsetting av bytrær. De primære inn- og utdata er representert som mørkeblå databaser. De grå ovalene representerer GitHub-kolleksjoner og prosessene de inneholder. Midlertidige datasett er angitt med lyseblå ovaler, mens prosesser er visualisert i oransje bokser.

GitHub-samlingen "urban-tree-detection" kartlegger individuelle trekroneer med en segmenteringsmetode. Disse trekronepolygonene slås sammen med kommunens treregister ved hjelp av "itree-support-tools". Tredataene gjennomgår deretter rensing og beregning av i-Tree Eco-egenskaper gjennom ulike GIS-analyser. Etter dette modelleres regulerte økosystemtjenester for trærne i treregisteret ved hjelp av i-Tree Eco-modellen og ekstrapoleres til byggesonen. Dette resulterer i et datasett som inneholder trekroneer-polygoner innenfor byggesonen med egenskaper knyttet til de regulerende økosystemtjenestene. Lokal temperaturregulering er modellert i GitHub-samlingen "urban-climate", og det gjennomføres en analyse av opplevelsestjenester. Merk at r.visual.exposure og r.visual.impact er separate GitHub-samlinger, mens 3-30-300-«regelen» er en del av GitHub-samlingen itree-support-tools. Til slutt presenteres disse kartlagte trærne med sine verdier for økosystemtjenester i bytreatlasen for hver kommune.

Gjennomføring av Kartlegging og Verdsetting av Kommunes Bytrær

Data-innhenting

- Anskaffe oppdaterte Lidardata for studieområdet fra hoydedata.no eller kommunens geodataavdeling
- Anskaffe kommunens treregister med koordinater

Kartlegging og verdsetting

→ opp. 1 og 2 i NINAs verktøykasse (se avsnitt 3.3.1 og 3.3.2).

- Kartlegge individuelle trekroneer med segmenteringsmetode^{33,36}
Resultat: heldekkende trekronekart, med kronerarealer og høyder
- Tilegne data i kommunens treregister (treslag, stammediameter mm.) til de modellerte trekroneene der det er romlig overlapp.
Resultat: heldekkende trekronekart der et utvalg av trærne også har treslag og stammediameter

Data-bearbeiding

→ opp. 2 i NINAs verktøykasse (se avsnitt 3.3.2).

- Klargjøre kartdata som i-Tree Eco bruker om miljøet rundt treet (arealbruk, trekrone lyseksponering, avstand og retning til bygg, luftforurensningsnivå).
- Klargjøre andre fysiske (nedbør) og økonomiske data (priser) i-Tree Eco bruker

Modellering av regulerende økosystemtjenester

→ opp. 3 i NINAs verktøykasse (se avsnitt 3.3.3).

- Beregne i-Tree Eco for utvalget med treslag og stammediameter.
- Bruke statistiske regresjons-metoder for å ekstrapolere i-Tree Eco modell-verdiene fra utvalget til alle trærne basert på trekrone-størrelse og -høyder i det heldekkende trekrone-kartet
Resultat: i-Tree Eco-beregninger for hvert eneste tre i byen.

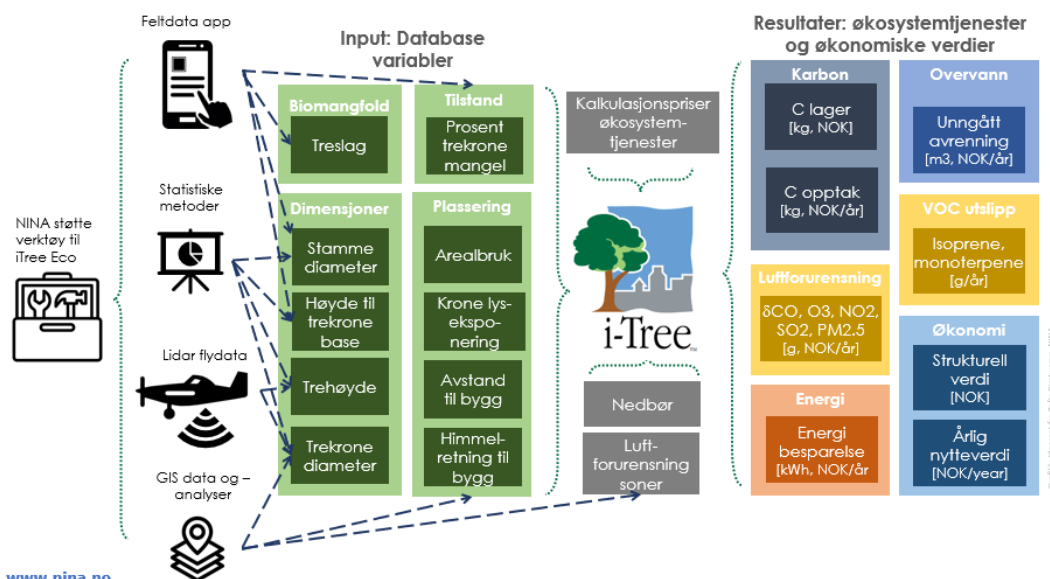
Modellering av andre økosystemtjenester (valgfritt)

→ opp. 3 og 4 i NINAs verktøykasse (se avsnitt 3.3.4 og 3.3.5).

- Modellering av lokal temperaturregulering.
- Analyse av opplevelsestjenester.

Rapportering og rulling

- Sammenstille kart, figurer og tabell-data for ulike formål og delområder i byen
- Forbedring av i-Tree Eco beregningene. Dette kan gjøres ved å samle inn variable etter i-Tree Eco felt-protokollen for å gjøre modellen mer nøyaktig (prosent trekrone-mangel, høyde til trekronebase). Felldata kan samles inn med QField-Treregisteringsappen på nettbrett (se avsnitt 3.3.6).



Figur 9: i-Tree Eco oversikt med NINAs verktøykasse med metoder for kostnadseffektiv datainnsamling. Kilde: tilpasset fra Zofie Cimburova, NINA, basert på i-Tree Ecos feltmanual

3.3.1 Oppgave 1: Trekronekartlegging med laserdata

Vi har kartlagt trekrone i byggesoner ved hjelp av laserdata og grunnleggende geografiske data, i tråd med segmenteringsmetoden for trekrone etablert av Hanssen m.fl. (2019)⁴⁵ og Hanssen m.fl. (2021)³⁸. Vi har tilpasset denne metoden slik at arbeidsflyten automatisk velger den mest hensiktsmessige ruten basert på egenskapene til inndatasettet. For eksempel følger data fra Bodø (lav gjennomsnittlig punkttetthet og ingen vegetasjonsklasser) en annen prosesseringsrute sammenlignet med data fra Bærum (høy gjennomsnittlig punkttetthet og har vegetasjonsklasser) (**Tabell 3**).

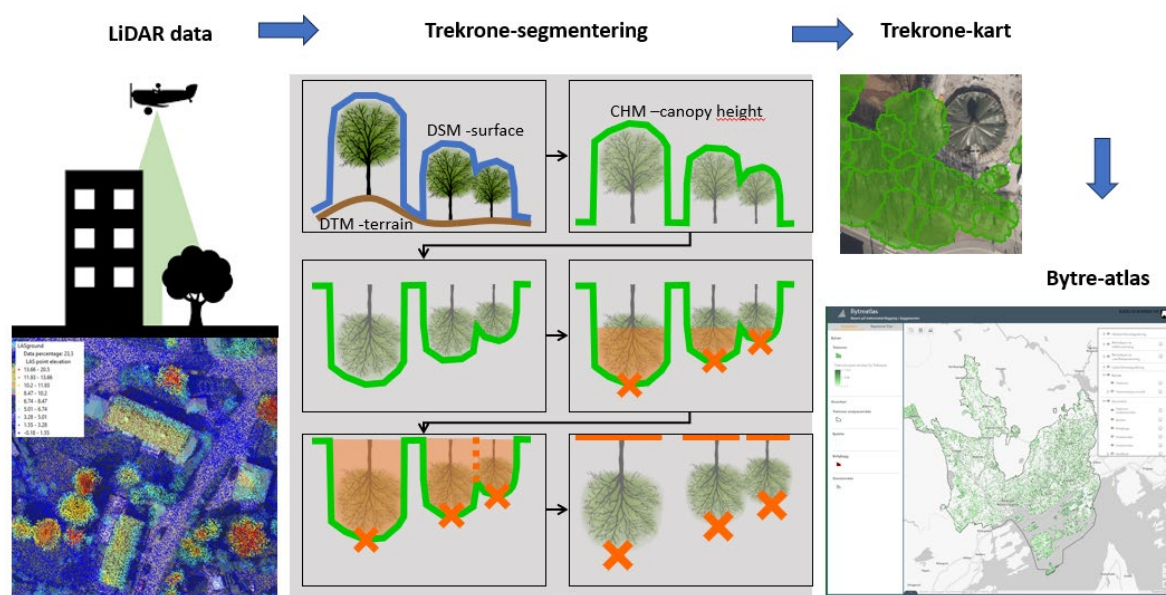
Figur 10 er en forenklet visualisering av metoden og i det følgende sammenfatter vi dette kort. Ytterligere detaljer om metoden er beskrevet i Hanssen m.fl. (2019)⁴⁵, Hanssen m.fl. (2021)³⁸ og i GitHub¹².

Laserdata er brukt til å lage en digital overflatemodell (DSM) og terrengmodell (DTM). Terrengmodellen trekkes fra overflatemodellen for å skape en trekronehøydemodell (CHM). Bygning- og vannområder er maskert ut for å forbedre trekronehøyde-modellen. Deretter er trekronehøyde-modellen brukt til å detektere trekronepolygoner og tretopp-punkter ved bruk av segmenteringsmetoden for trekrone^{38,45}. Resultatet er en tredatabase med trekronepolygoner og tretopp-punkter per grunnkrets. Disse trekronepolygonene har tilknyttede egenskaper som beskriver trekronearealet og trehøyden. Trekronepolygoner kobles sammen med treregistrert til kommunen og brukes som inndata til modellering av økosystemtjenester. Disse trekronepolygonene med beregnede økosystemtjenester er rapportert i et interaktivt bytre-atlas (se **avsnitt 3.3.7**).

TREKRONEAREAL SETT FRA LUFTEN

I denne sammenhengen refererer **trekroneareal** til arealet sett fra luften når de projiseres ned på bakkenivå.

Det er viktig å skille mellom **trekroneareal sett fra luften** og **samlet bladareal**, den totale overflaten av alle bladene på et tre. Samlet bladareal er en indikator for treets fotosyntetiske kapasitet. Trekroneareal er enklere å måle, korrelert med bladareal, men mindre nøyaktig



Figur 10: Visualisering av metoden for trekrone kartlegging (basert på grafikk av Z.Cimburova). Ytterligere detaljer om metoden er beskrevet i Hanssen m.fl. (2019) og Hanssen m.fl. (2021) og i GitHub¹³.

¹²GitHub: [Task 1 | Urban Tree Detection](#)

3.3.2 Oppgave 2: Integrering av kommunenes treregistrering og -databaser

Bytreregistrene inneholder trær som forvaltes av kommunen og i noen tilfeller trær på privat eiendom som er registrert pga. spesielle naturhensyn. Prosjektet har fulgt metoden foreslått av Cimburova og Barton (2020)³⁶ for å supplere manglende og ufullstendige i-Tree Eco-egenskaper i bytreregistrene.

Vi har ryddet opp i kommunenes eksisterende bytreregister og koblet dette til de trekronene som ble kartlagt i oppgave 1 (**avsnitt 3.3.1**). Deretter beregnet vi de manglende egenskapene ved å bruke GIS-analyser, spesielt egenskaper knyttet til trærnes romlige kontekst. Resultatet er et kartlag med punkter som representerer trestammer i bytreregisteret med følgende egenskaper: treslag, stammediameter, trehøyde, trekronageometri, lysforhold i trekroner, romlig forhold mellom trær og bygninger, samt informasjon om arealbruk og luftforurensnings-soner. Ytterligere detaljer om metoden og fullstendig liste over egenskaper er beskrevet i GitHub¹³.

I tillegg kan QField Treregistreringsappen brukes til å registrere i-Tree Eco-egenskaper og VAT19-egenskaper i felt (se **avsnitt 3.3.6**). Dataene fra denne appen kan brukes til å kontrollere og supplere bytreregistrene.

3.3.3 Oppgave 3: Analyse av regulerende økosystemtjenester med i-Tree Eco

Kartlaget over trestammer i bytreregister fra Oppgave 2, sammen med informasjon om analyseområdet, blir anvendt for å kjøre i-Tree Eco-modellen. Dette verktøyet beregner regulerende økosystemtjenester. De fysiske og økonomiske verdiene som beregnes tilføres som egne egenskaper til hvert registrerte tre i bytreregisteret. Imidlertid er målet å få et estimat på disse økosystemtjenestene for alle trær innenfor byens byggesone, ikke bare de som er registrert av kommunen. Derfor benytter vi trærne i et bytreregister, som er vurdert av i-Tree Eco, sammen med maskinlæringsteknikker for å forutsi økosystemtjenestene for alle trær i analyseområdet i hver kommune.

i-Tree Eco modellens arbeidsflyt

Her følger en kort oppsummering av arbeidsflyten i i-Tree Eco. En mer detaljert beskrivelse finnes i brukerhåndboken for i-Tree Eco.¹⁴

Når man setter opp et prosjekt i i-Tree Eco, er det første trinnet å velge om man vil modellere en fullstendig populasjon av trær eller et utvalg som representerer populasjonen. Vi beregnet i-Tree på utvalget av trær i kommunenes treregistere som oppfyller minstekravet til inndata. Siden ekstrapolerer vi i-Tree beregningene for utvalget til den fullstendige populasjonen av trær i en byggesone som vi har kartlagt ved hjelp av trekronesegmentering forklart ovenfor.

Neste trinn er å definere selve prosjektet mer detaljert. Viktige input til programvaren er plasseringen av studieområdet. Dette gjøres gjennom nedtrekkslister, knyttet til i-Tree-databasen hos United States Forestry Service (USFS). Valg av plassering i listen fyller automatisk inn befolkning og befolkningstetthet dersom den kommunen har vært registrert i databasen tidligere. i-Tree-databasen inneholder også data om vær og luftforurensning for det valgte stedet for bruk i modellering av økosystemtjenester. Hvis stedet ikke finnes i USFS' database, eller hvis dataene må oppdateres (for eksempel med nye værdedata), må disse sendes inn til USFS via <https://database.itreetools.org/>.

Etter registrering av prosjektet og lokasjon, laster man opp en fil med tredata. Det kan være et Excel-ark, som inkluderer alle relevante variable per tre. Etter opplasting får man mulighet til å koble variablene i regneark til i-Tree-variablene. Minstekrav til inndata er treslag (art eller familie) og stammediameter for hver tre. Andre viktige variabler er trehøyde, kroneareal, og avstand til bygg.

Etter at tredataene er importert til prosjektet, er det siste trinnet i forberedelsene å definere priser for økosystemtjenestene og, hvis det er av interesse, de årlige vedlikeholdskostnadene. Når det

¹³GitHub: [Task 2 | Integration of Municipal Tree points and Laser-detected Tree Crown polygons](#)

¹⁴[Eco Manual version 4.1.0 \(itreetools.org\)](#)

gjelder priser, tilbyr i-Tree Eco standardverdier basert på amerikanske forhold for strømpriser, oppvarmingskostnader, karbonpriser og unngåtte avrenningskostnader. Disse kan redigeres til egendefinerte verdier. I tillegg kan den gjeldende valutakursen mellom den lokale valutaen og den amerikanske dollaren enten hentes automatisk eller angis manuelt. I denne rapporten er prisene redigert for norske forhold.

Når disse trinnene er utført, må programvaren kontrollere om dataene mangler eller inneholder feil verdier. Når dataene er godkjent, sendes de til USGS' server. i-Tree Eco-modellene kjøres på denne serveren, og når resultatene er klare (en automatisk e-post sendes), kan du laste ned dataene til i-Tree Eco-programvaren. Disse kan vises i en rekke tabeller og rapporter, eller (når koordinater per tre er oppgitt som inngangsdata) plottes inn på et kart. Hver tabell kan også eksporteres som en csv-fil for videre analyse.

I dette prosjektet kombinerte vi modellering med i-Tree Eco med fjernmålingsbasert kartlegging, noe som førte til noen endringer i arbeidsflyten. En detaljert beskrivelse av arbeid med datatilrettelegging og beregning av i-Tree Eco for dette prosjektet finnes i **14 Metodevedlegg - i-Tree Eco**.

Maskinlæring for estimering av i-Tree Eco-tjenester for alle trær innenfor byggesonen.

For å kjøre i-Tree Eco-modellen må man som et minimum ha informasjon om treslag (genus) og stammeomkrets. Imidlertid inneholder trekroneer som ikke overlapper med et registrert tre i bytreregisteret kun egenskaper om trekroneareal og trehøyde. Tidligere forskning i Oslo har vist at det er mulig å avlede i-Tree Eco-verdier for trær som ikke har de minimumskrav ved hjelp av maskinlæringsteknikker⁶³. De viste at trekroneareal, trehøyde, stammediameter, treslag og luftforurensingsone var de variablene som best forutsier de regulerende økosystemtjenestene.

I dette prosjektet bruker vi trekroneegenskapene trekroneareal og trehøyde til å estimere stammediameter. Vi overfører informasjon om treslagsfordelingen fra bytreregisteret til alle trekroneer i byggesonen, og vi utfører en overlappanalyse med trekroneens polygoner og luftkvalitetsonekartet⁴⁴. Dette resulterer i et trekronekartlag som inkluderer følgende egenskaper: kroneareal, trehøyde, estimert stammediameter, estimert treslag og luftkvalitetsoneklasse.

Videre bruker vi bytreregisteret med de faktiske i-Tree Eco-økosystemtjenesteverdier til å trene en maskinlæringsmodell for å estimere de fysiske økosystemtjenestene: årlig karbonlagring, karbonbinding, reduksjon av overflateavrenning og reduksjon av luftforurensing. Deretter bruker vi denne modellen til å forutsi de fysiske økosystemtjenestene for alle trær i byggesonen. Modellen er forklart i tekstboksen under og i GitHub¹⁵. Til slutt benytter vi verdsettelsesmetoder for å beregne de økonomiske økosystemtjenestene per tre.

¹⁵GitHub: [Task 3b | Extrapolation of i-Tree Eco values](#)

MASKINLÆRINGSMODELL FOR Å ESTIMERE FYSISKE ØKOSYSTEMTJENESTER

Maskinlæringsmodellen brukes for å ekstrapolere i-Tree Ecos beregninger av økosystemtjenester fra utvalget med trær fra kommunale treregistere som den er beregnet på til alle trær i byggesonen. Dette må gjøres fordi vi for flertallet av trekronene i byggesonen ikke kjenner treslag eller stammeomkrets som er basisvariablene som i-Tree trenger for å beregne.

Random Forest er en algoritme som består av flere beslutningstrær. Hvert beslutningstre ser på ulike deler av datasettet, men integreres for å gi en samlet estimering. Lineær regresjon hjelper til med å finne forholdet mellom treegenskapene (som art og fysiske dimensjoner) og økosystemtjeneste. Med andre ord, jo større trekronen er, for et gitt treslag, jo større er sannsynligvis karbonlagringen enn for et mindre tre av en annen art. viser hvordan en slik regresjonsmodell ser ut for overflateavrenning. Merk at det er utviklet separate modeller for hver økosystemtjeneste. Disse modellene sammen med deres prediksjons- og regresjonsfeil er synlige i **Datavedlegg 10**.

Usikkerhetsvurdering

En usikkerhetsvurdering i en random forest lineær regresjonsmodell innebærer vanligvis å evaluere og kvantifisere feilmarginene eller usikkerhetene knyttet til modellens prediksjoner. Dette innebærer å kvantifisere både regresjonsfeil og prediksjonsfeil.

Regresjonsfeil er forskjellen mellom de faktiske verdiene av økosystemtjenestene og verdiene som er forutsagt av modellen. Med andre ord, når det gjelder trær i bytreregisteret, kvantifiserer dette forskjellen mellom de estimerte økosystemtjenestene fra i-Tree Eco-modellen og de økosystemtjenestene som modellen forutsier.

Prediksjonsfeil er et mål på hvor godt modellen klarer å forutsi økosystemtjenester for nye trær basert på deres egenskaper. Med andre ord reflekterer dette hvor godt den lineære sammenhengen mellom de observerte egenskapene og de forutsagte økosystemtjenestene er.

Ved å vurdere både regresjonsfeil og prediksjonsfeil får vi innsikt i hvor mye usikkerhet ligger i å ekstrapolere i-Tree Eco verdiene til alle byens trær, versus å inventere hver av dem fra bakken. Det er selvfølgelig en avveining mellom reduksjon av usikkerhet i forhold til kostnad for bakkessannheter, sett i forhold til formålet for analysen.

3.3.4 Oppgave 4: Modellering av lokal temperaturregulering

I denne rapporten modellerte vi effekten på bakketemperaturen ved å fjerne alle trær i byggesonen i forhold til tidenes varmeste sommer registrert i kommunene, ved å benytte metoden av Venter et al. (2020)⁶⁴. Ifølge historiske klimadata fra Meteorologisk institutt¹⁶, var den varmeste sommeren registrert i Bærum, Kristiansand og Oslo i 2018, mens den i Bodø var i 2023.

Vi anvendte satellittmålt bakketemperaturdata fra de respektive varmeste somre, kombinert med terreng- og landdekkedata (se **Tabell 4**). Deretter trente vi en random forest-regresjon til å forutsi bakketemperaturen ved å bruke inndata som inkluderte høyde, arealdekke-andel og andel tre-dekke. Vi brukte denne modellen til å forutsi bakketemperaturen for et scenario uten trær.

Resultatet ble presentert med følgende kartprodukter for de varmeste somrene: Bakketemperaturen for et scenario med trær, bakketemperaturen for et scenario uten trær, og forskjellen mellom scenarioene med og uten trær. Metoden er nøye dokumentert i GitHub¹⁷. I tillegg viser denne GitHub dokumentasjonen hvordan man kan beregne effekten av træs temperaturregulering på utsatte befolkningsgrupper ved hjelp av demografiske data på grunnkrets nivå.

3.3.5 Oppgave 5: Analyse av opplevelsestjenester: trekrone-synlighet, -dekke og -tilgang

Trekronesynlighet og tilgjengelighetsmodellering

Synlighet av trær er modellert ved bruk av *r.viewshed.exposure*-verktøyet⁶⁰. Dette verktøyet analyserer et kart over trær med en terrengmodell. Denne analysen tar hensyn til den faktiske høyden på bygninger, trekrone og terreng for å bestemme hvilke områder har klar sikt til trær. I tillegg bruker denne analysen «Distance-Decay» funksjonen med en terskel på 100 meter. Denne funksjonen bygger på konseptet om at synligheten til trær avtar med avstand, og antar at et tre sannsynligvis ikke er synlig lenger enn 100 meter. Denne terskelverdien kan justeres i modellen.

Resultatet er et synlighetskart som gir en vurdering av trærnes synlighetsnivå eller eksponering, med verdier som varierer fra 0 (fra denne posisjonen er det ingen fri sikt i noen retning til trær) til høye eksponerings-verdier, som indikerer at minst ett tre er synlig og innenfor en avstand på 100m fra denne posisjonen. Denne vurderingen tar hensyn til synligheten fra "alle" betraktningvinkler (som gater og eiendommer) og inkluderer hindringer som bygninger, terreng og annen vegetasjon som mulig kan hindre utsikten til trærne.

I Oslo gjennomførte vi en eksempel-studie der vi brukte *r.viewshed.impact*-verktøyet⁶¹ for å modellere den individuelle synligheten til trær som befinner seg i offentlige eller private områder. Viewshed Impact-verktøyet skiller seg fra Viewshed Exposure-verktøyet ved å inkludere et ekstra vektlag, i dette tilfellet et binært raster som skiller mellom private og offentlige områder. Resultatet av denne modelleringen er en egenskapsverdi for hvert tre som representerer den individuelle synligheten fra privat eller offentlig tilgjengelig uteområde.

Vi brukte «Distance-Decay»-funksjonen for både Visual Exposure og Visual Impact-modelleringen. Dette innebærer at piksler som er nærmere treet, får større vekt i den resulterende synlighetsverdien enn piksler som er lenger unna. Piksler som ligger mer enn 100 m unna treet, ble ikke inkludert i analysen.

3-30-300 «regelen»

Vi beregnet indikatoren for 3-30-300-«regelen» for hver grunnkrets innenfor byggesonen.

Kriterie «3»: Alle innbyggere skal kunne se minst tre trær fra sitt hjem.

Som en indikator for kriteriet «3», brukte vi en forenklet og mer konservativ synlighetsantagelse som i Nieuwenhuijsen et al. (2022)⁶⁵, som beregner antallet trekrone som krysser innenfor en bufferavstand på 15 meter fra boligbygg kartlagt i Felles Kartdatabase (FKB). Nieuwenhuijsen

¹⁶ <https://frost.met.no/index.html>

¹⁷GitHub: [Task 4 | Local Climate Regulation](#)

bruker også undersøkelsesdata for å innhente innspill fra lokale innbyggere om variasjon i oppfatningen av trærnes synlighet. Lignende studier av preferanser for synlighet bør gjøres i norske byer hvor tetthet i byggesoner varierer sterkt geografisk. Fremtidige data for terskelverdier for opplevd synlighet fra boligenhet (i stedet for boligbygg) kan også brukes til å kalibrere trekronesynlighetsmodellen beskrevet tidligere.

Kriteriet «30»: Det skal være minst 30% trekronedekning

Den totale prosentandelen av trekronedekning beregnes per distrikt som en indikator for regel 30. Alle grunnkretser bør ha 30% trekronedekning.

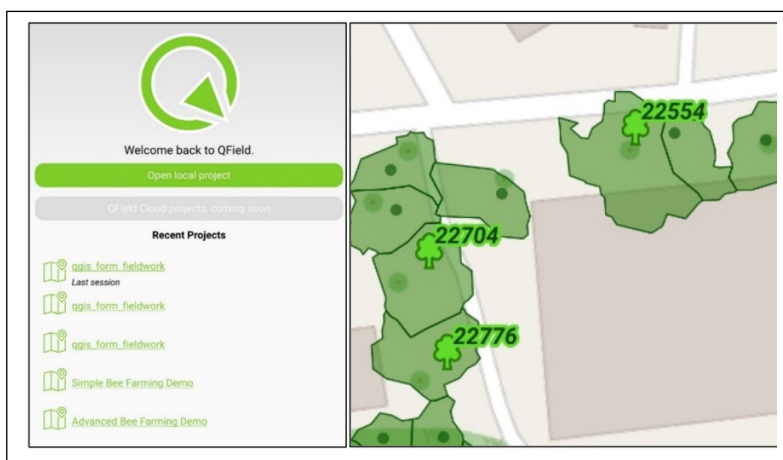
Kriteriet «300»: Maksimalt 300 meter til nærmeste grøntområde.

Vi beregnet prosentandelen av boligbygninger per distrikt som ligger innenfor en 300-meters luftlinje fra grøntområder som en indikator for kriteriet «300». Først beregnes luftlinjen fra hver boligbygning til et grøntområde i meter. Deretter teller vi antall boligbygninger per grunnkrets som ligger innenfor 300 meter fra grøntområder. I fremtiden kan det være nyttig å bruke nettverksanalyse langs gangbare veier og stier.

Merk at for alle reglene inkluderer vi bare trær og grøntområder som er lokalisert innenfor byggesonen. Ytterlige detaljer finnes online på GitHub ¹⁸.

3.3.6 QField Treregistreringsapp: Registrering av trær i feltet

Feltbaserte metoder er fortsatt fordelaktige for variabler man ikke kan tolke fra laser- eller satellittdata. Dette gjelder spesielt kartlegging av treslag, treets tilstand som habitat for andre arter, og treets helse for å beregne treets verdi etter Standard Norges VAT metode⁶⁶. Dersom kommunen ikke er fornøyd med nøyaktighet i registrerte trær ift. beregning av økosystemtjenester kan man innhente nye bakke-data. Man kan samtidig registrere biomangfoldsdata som ikke er tilgjengelig fra laser-kartlegging eller i kommunenes egne treregistreringer. Dette gjelder spesielt (i) treslag, (ii) treets helsetilstand og (iii) treets egenskaper som habitat for andre arter.



Figur 12: NINA QField app for treregistrering av i-Tree Eco og VAT-variable.

Som forberedelse til feltarbeid testet og tilpasset vi en nettbrett-applikasjon⁴⁰ basert på QField for android som kan brukes for å øke antall registrerte trær til å forbedre i-Tree Eco estimater og beregne VAT, inkludert habitatverdi. QField-app'en er koblet til et kartgrensesnitt og en database i QGIS. App'en eliminerer behovet for papirskjema i felt, inntasting i Excel-ark og opplasting til GIS-programvare. QField-app'en reduserer dermed mulighetene for feil ved dataoverføring fra papir til digitale databaser. i-Tree Eco datatabell-format hentes ut direkte. Det vil effektivisere ressursbruken for kommunens feltarbeidere når man ønsker å gjøre nye registreringer for i-Tree Eco og/eller VAT-metoden. Ytterligere detaljer om appen er beskrevet i **Metodevedlegg 12** og online på GitHub ¹⁹.

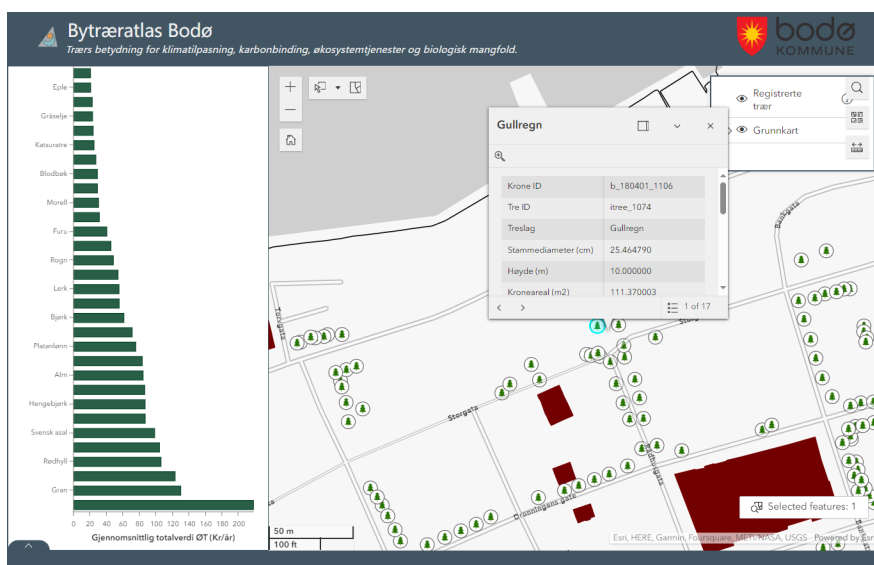
¹⁸ GitHub: [Task 5 | Mapping of trees visibility and accessibility — Trekrone documentation \(ninanor.github.io\)](https://github.com/ninanor/task5)

¹⁹ [QField Treregistreringsapp](#)

3.3.7 Bytreatlas: Et verktøy for rapportering av trekronekartlegging

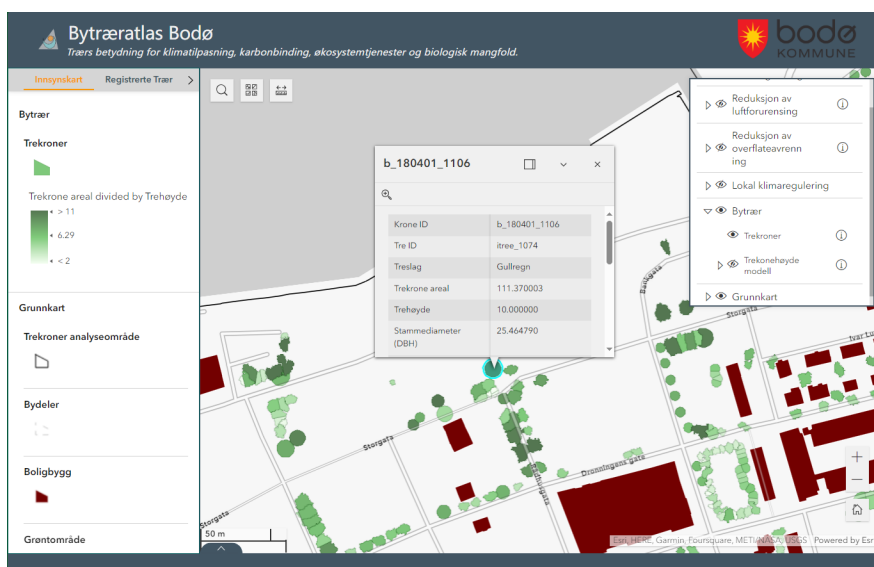
Bytreatlatset er et rapporteringsverktøy som viser kartresultatene fra Trekrone-prosjektet. Det er utviklet et eget atlas for hver kommune. Atlaset har to formål: å presentere modellerte kartresultater av økosystemtjenester innenfor kommunens byggesone, og å tilby et interaktivt verktøy for å utforske kommunens treregister.

I bytre-atlasene kan man velge individuelle trær fra treregisteret for å se treslag, stammediameter, samt beregnede økosystemtjenester fra i-Tree Eco for det individuelle treet (**Figur 13**).



Figur 13: Bytreatlas med visning for registrerte trær.

De samme trærne vises i et innsynskart med alle de segmenterte trekroneene i kommunen. Her finnes også ikke registrerte trær som bare er kartlagt med laser-data (**Figur 14**). Sistnevnte trær har ikke treslagsinformasjon. Økosystemtjeneste-verdiene er anslått med en statistisk regresjonsmetode, basert på i-Tree Eco-beregningene på de registrerte trærne. Bytreatlasenes funksjonalitet er ytterligere beskrevet i **metodevedlegg 12** og i ArcGIS online²⁰.



Figur 14: Bytreatlas med visning for segmenterte trær.

²⁰ [ArcGIS Online Bytre-atlas](#)



Foto: Bart Immerzeel

4 Hovedresultater fra kartlegging og verdsetting av økosystemtjenester fra bytrær i kommunene

I dette kapitlet oppsummerer vi hovedresultatene fra kartleggingen av bytrær i Bodø, Bærum, Kristiansand og Oslo, trærnes regulerende økosystemtjenester estimert i i-Tree Eco, og ekstrapolering av disse resultatene til hele trebestanden i byggesonen, modellert ved hjelp av fjernmålingsdata. Byggesonens geografiske avgrensning i disse beregningene er definert av kommunene selv.

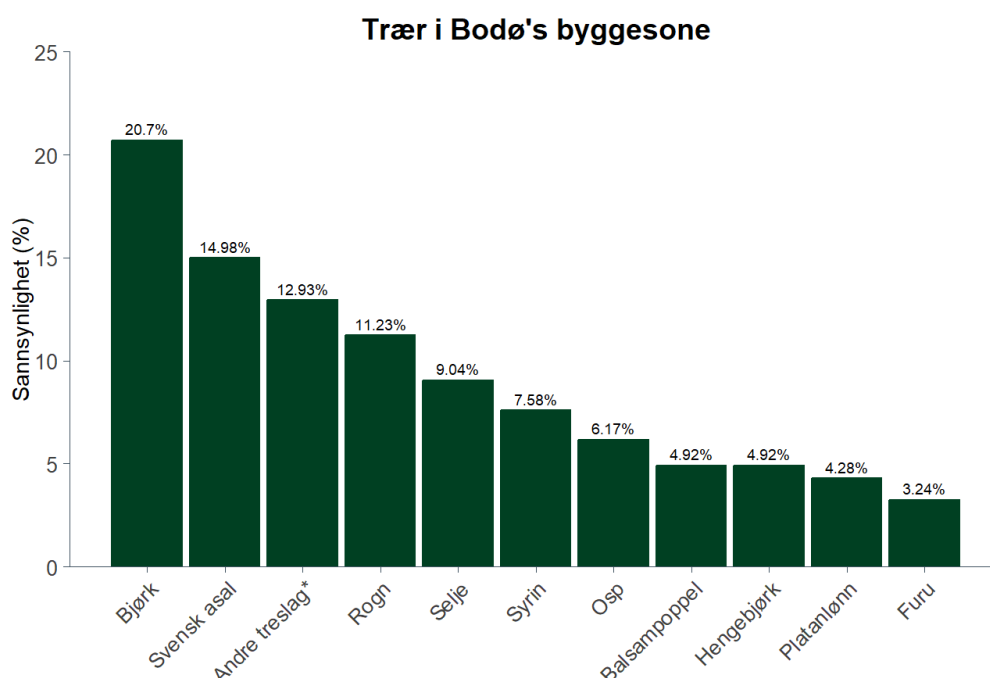
For hver av kommunene presenterer vi viktige strukturelle egenskaper ved trebestanden som påvirker økosystemtjenestene som trehøyde, kroneareal og stammediameter. Deretter presenterer vi resultatene av en stedsanalyse for trær i byggesonen i henhold til 3-30-300-kriteriene, og resultatene av en analyse av trekronenes synlighet.

Til slutt presenterer vi resultatene av analysene av de regulerende økosystemtjenestene fra bytrærne, med illustrasjoner for enkelttrær til gjennomsnittlige tjenester levert av alle modellerte trær i byggesonene i hver kommune. Avslutningsvis i hvert avsnitt presenterer vi summen av nytteverdien for økosystemtjenestene beregnet i i-Tree Eco for alle trærne i analyseområdene, basert på vår ekstrapolering, både i form av fysiske og monetære verdier.

4.1 Bodø

4.1.1 Bodøs trær

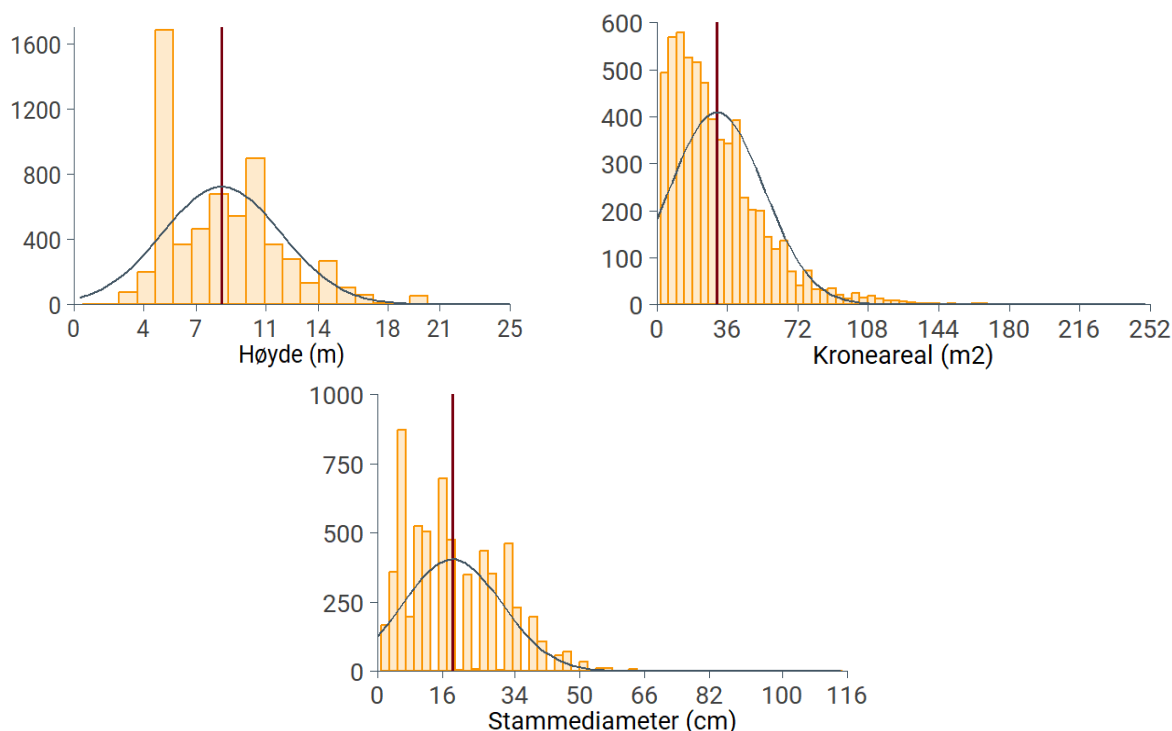
Vi modellerte litt mer enn 6 000 trær i Bodø med i-Tree Eco, noe som representerer ca. 6 % av den totale trebestanden kartlagt med laserdata. Det kalde klimaet i Bodø gjenspeiles i utbredelsen av treslag i byen (**Figur 15**). Over en femtedel av alle trærne vi modellerte i Bodø er bjørk, en art godt tilpasset for kaldt klima. Svensk asal er et annet vanlig tre i Bodø. Det er ingen tydelig dominerende art slik vi ser i noen andre byer. De fleste av de typiske artene i Bodø er kjent for ikke å bli særlig store, spesielt i kaldere klima. Det betyr at vi kan forvente litt lavere økosystemtjenester per tre her enn steder lenger sør.



Figur 15: Oversikt over prosentandel trær per art i Bodøs byggesone for de modellerte trærne.

Noen av de viktigste egenskapene til trær som påvirker deres evne til å yte økosystemtjenester er trehøyde, stammediameter og bladareal.

Når vi ser på trærne vi modellerte i Bodø, kan vi se at trehøyden i gjennomsnitt er litt lavere enn i noen av de andre kommunene, på grunn av lavere gjennomsnittstemperaturer og kortere vekstsesong (**Figur 16**). Gjennomsnittlig trehøyde i Bodø er målt til rundt 8 meter. Trehøyde ble målt i felt ved bruk av klasser (0-5 meter, 5-10 meter, osv.) og høyden på trær som manglet en høyderegistering ble hentet fra laserdata. Dette forklarer at de to vanligste høydekategoriene ligger rundt 5 og 10 meter. Fordelingen av stammediameter viser at modalverdien (mest vanlig diameter) er 6 centimeter, med en gjennomsnittsverdi på rundt 18 centimeter, og diameter større enn 50 cm er ganske sjeldne. Trekronearealet per tre er i gjennomsnitt rundt 30 m².



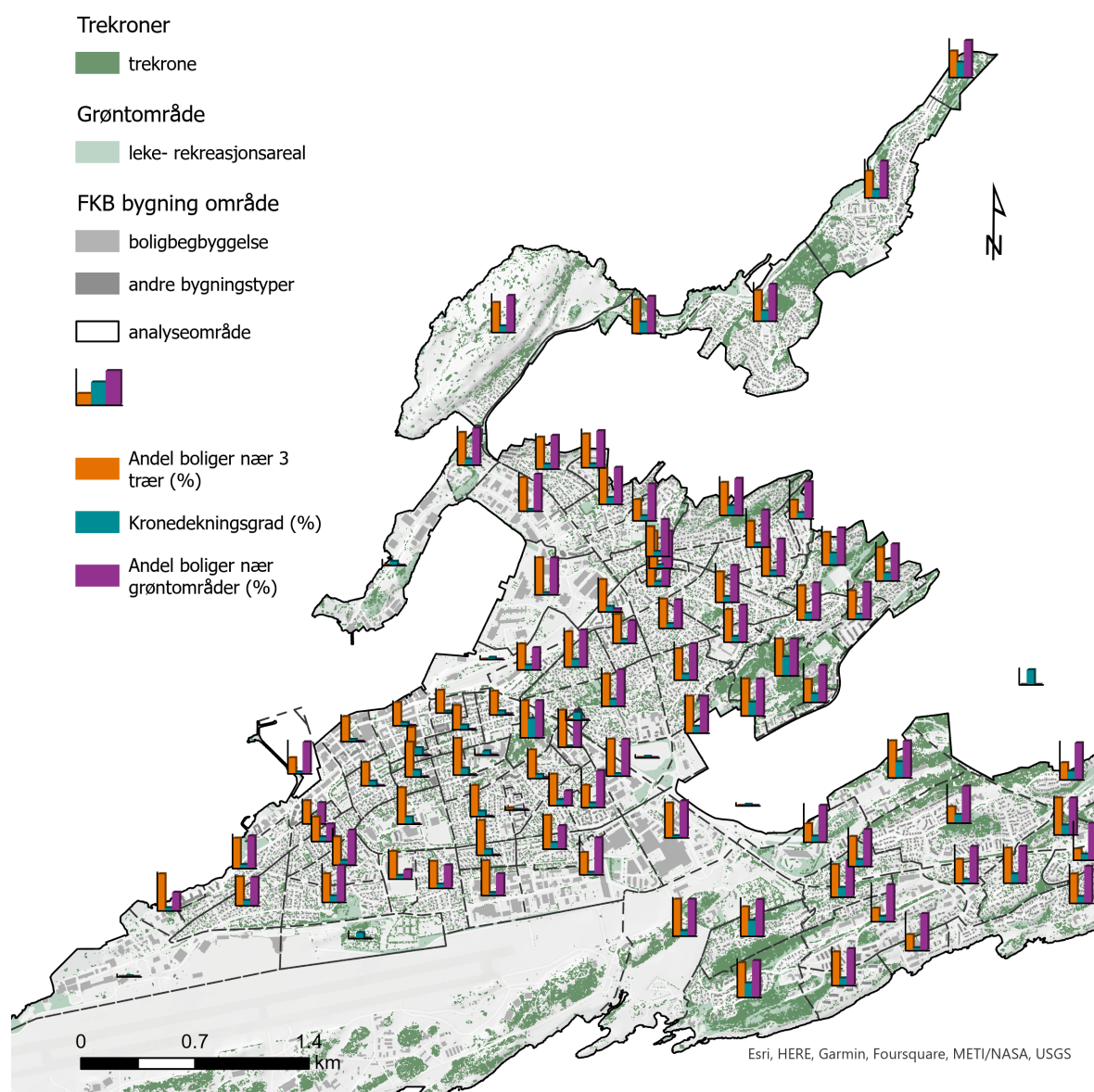
Figur 16: Treegenskaper fra tilgjengelige data for Bodøs modellerte trær. Grafen øverst til venstre viser fordelingen av trehøyde over populasjonen, øverst til høyre vises det samme for kroneareal, og nederst vises stammediameter. Gjennomsnittsverdien for hver av disse er vist med den røde vertikale linjen.

Disse tallene indikerer at de fleste trærne i Bodø er relativt små, noe som er å forvente med de artene som dominerer trebestanden og med det lokale klimaet. Dette betyr imidlertid ikke at trærne gir liten verdi, som vi vil se i avsnitt 4.1.4, hvor vi gir en oversikt over økosystemtjenestene som leveres av disse trærne.

4.1.2 Kartlegging av 3-30-300 «regelen»

Vi kartla 3-30-300-«regelen» for å visualisere befolkningens tilgang til grøntområder og trær i Bodøs byggesone. Kartleggingen viser at 76 % av boligene i Bodø har minst tre trær innenfor en avstand på 15 meter. Dette tilsier at mer enn halvparten av beboerne sannsynligvis kan se trær fra hjemmet sitt. Trekronedekket i Bodøs byggesone er beregnet til å utgjøre 16 % av byggesonens areal. Merk at trærne i Bodø er relativt små med et gjennomsnittlig trekroneareal på rundt 30 m². 87 % av boligene ligger innenfor 300 meter i luftlinje fra et grøntområde innenfor byggesonen. Det betyr at de fleste beboere kan gå til et grøntområde på under ca. 10 minutter.

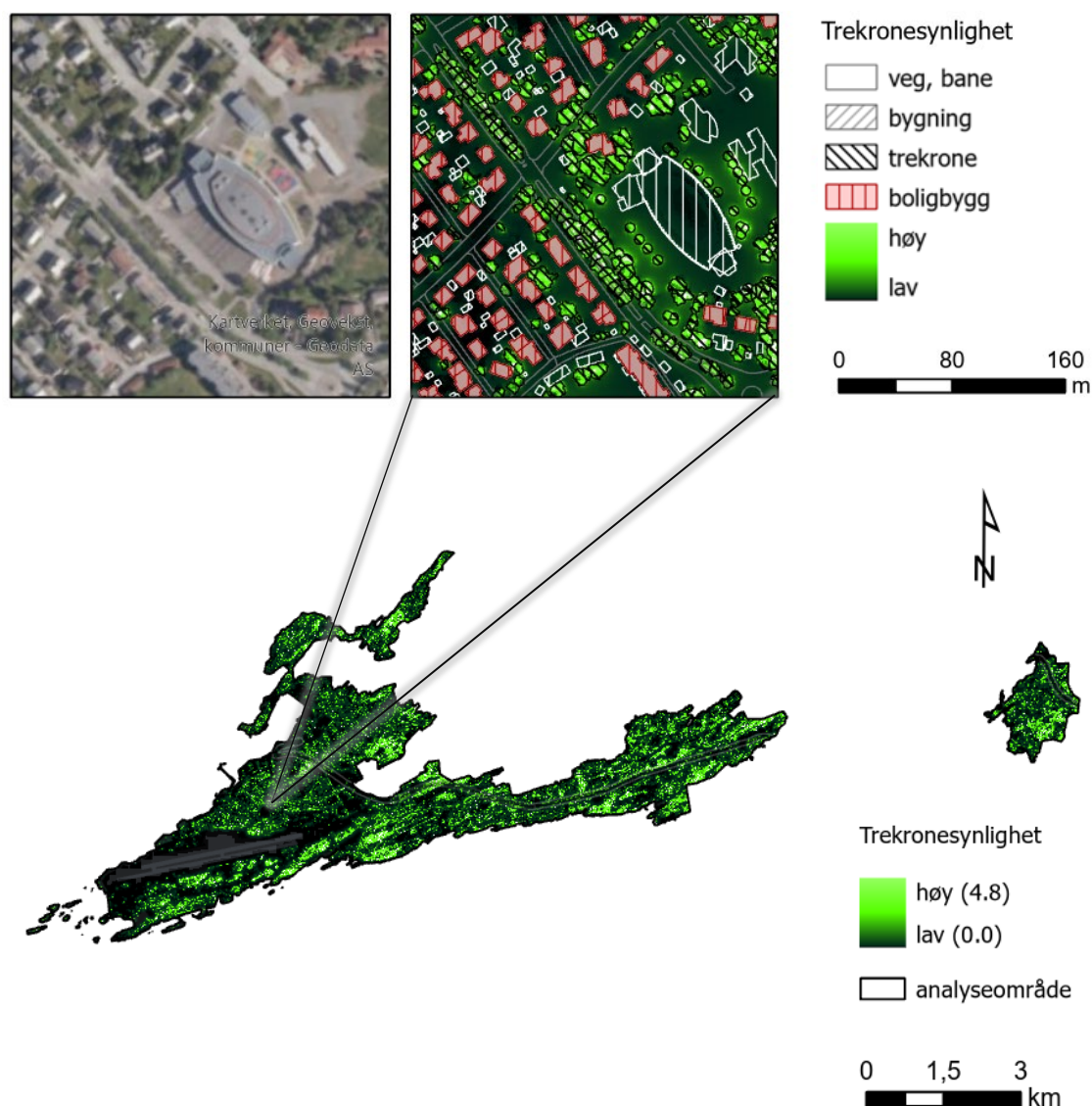
Kartleggingen viser at Bodø har god tilgang til grøntområder og trær i byggesonen. Det er imidlertid potensial for å øke trekronedekket i byen, spesielt i sentrum (**Figur 17**). Resultatene per grunnkrets er tilgjengelige i tabellformat i **datavedlegg 10.1**



Figur 17: Kartlegging av 3-30-300-«regelen» på grunnkretsnivå i Bodø sentrum. Indikatorer: oransje – andel boligbygg nær trær (15 m). Blå – kronedekningsgrad. Lilla - andel boligbygg nært grøntområder (300m). Resultatene per grunnkrets er tilgjengelige i tabellformat i **datavedlegg 10.1**.

4.1.3 Synlighet av trekrone

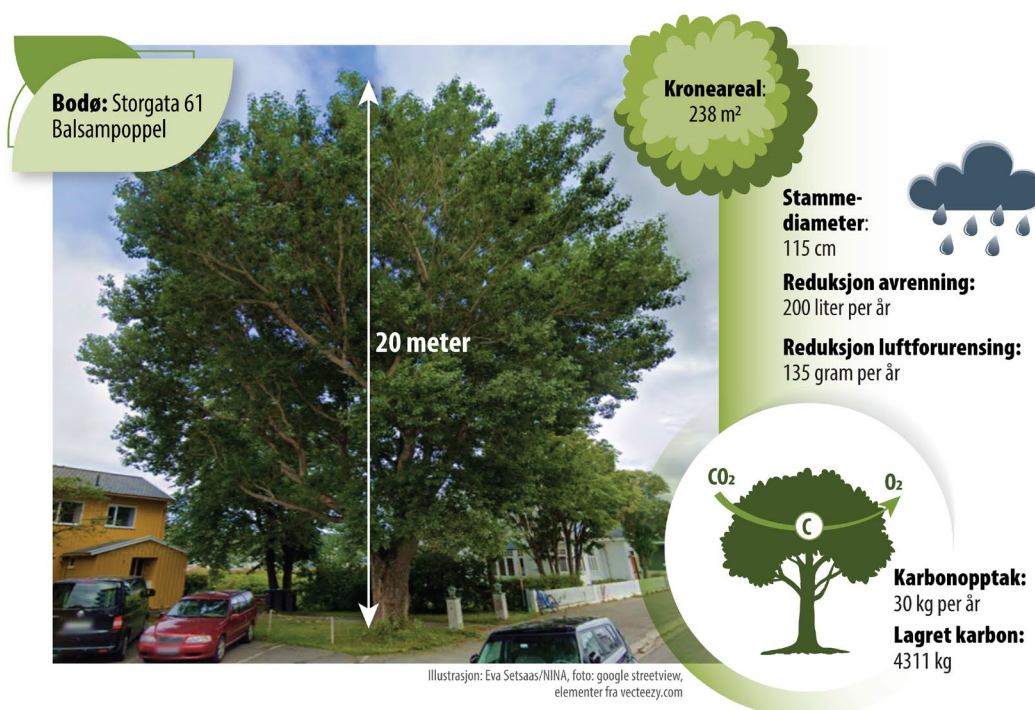
Synlighetskart for trekrone viser synligheten til de 103 504 trærne som er kartlagt i Bodøs byggesone (**Figur 18**). Synlighetskartet tar hensyn til synligheten fra alle betraktningvinkler, som gater og eiendommer. Lysegrønne områder indikerer steder der det er fri sikt til trærne, mens mørke områder viser steder der trærne er skjult av hindringer (f. eks bygninger) eller der trærne er lengre unna enn 100 meter og dermed ikke vesentlig synlige (denne terskelen kan endres i modellen). Et detaljert eksempel på kartet innfelt øverst viser innvirkningen av bygninger på trekrone synlighet. Det kan brukes til å identifisere områder der trær er viktige for eksponering til grønt, og for å identifisere områder med lav synlighet. Med denne informasjonen kan man utvikle tiltak for å øke synligheten av trær i byggesonen. Merk at dette kartet er et eksempel på modellert synlighet. Forutsetningene bak beregningen bør vurderes før kartene anvendes.



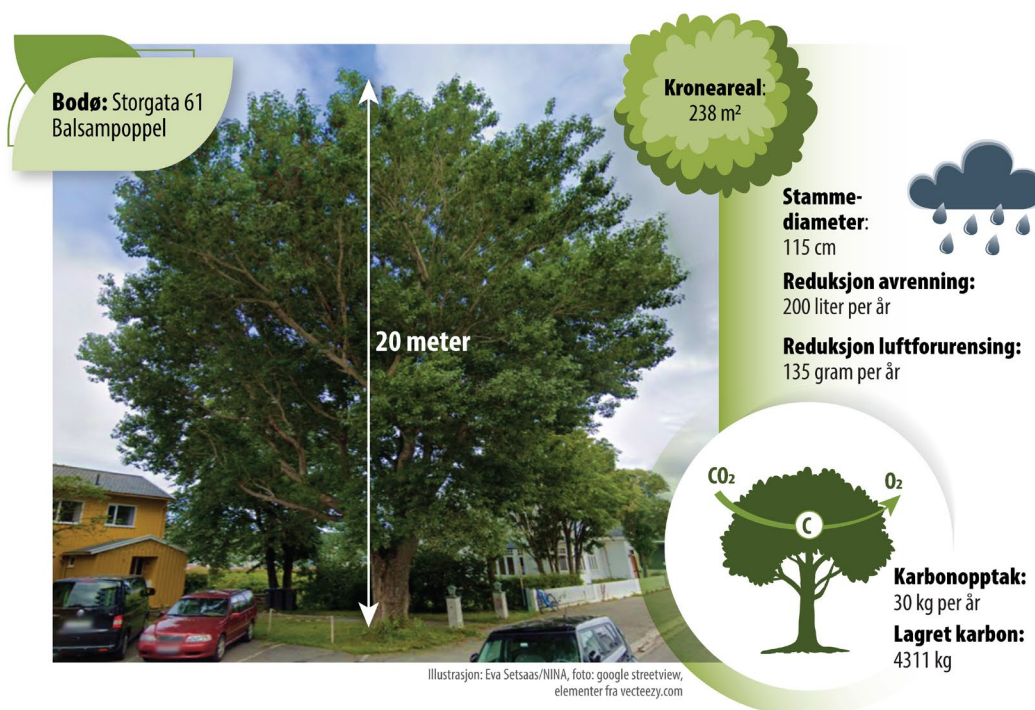
Figur 18: Synlighet av trekrone i Bodø. Kartet viser svarte områder der man ikke kan se noen trær fra noen retning. Grønne områder betyr at man har en klar utsikt til minst ett tre. Jo grønnere det er, jo mer synlig trær er. Så, grønne områder er der man er mest eksponert for trær. Kartet er tilgjengelige i Bodøs byatlas under «Trekronesynlighet»: <https://experience.arcgis.com/experience/5191adc2c4b34658aea227c9853c6ebb>.

4.1.4 Trærnes økosystemtjenester

For å illustrere hvilken verdi trær kan gi samfunnet, kan vi se nærmere på et av de største trærne i Bodø (Figur 19)



). Dette er en balsampoppel som står i Storgata, og den har den største stammediameteren av alle trærne i Bodø som vi modellerte. Treet er beregnet til å lagre over 4 000 kilo karbon (nesten 15 000 kg CO₂), og hvert år binder det ytterligere 30 kilo karbon. I tillegg hindrer den 200 liter overflateavrenning per år, og den fjerner anslagsvis 135 gram luftforurensning.

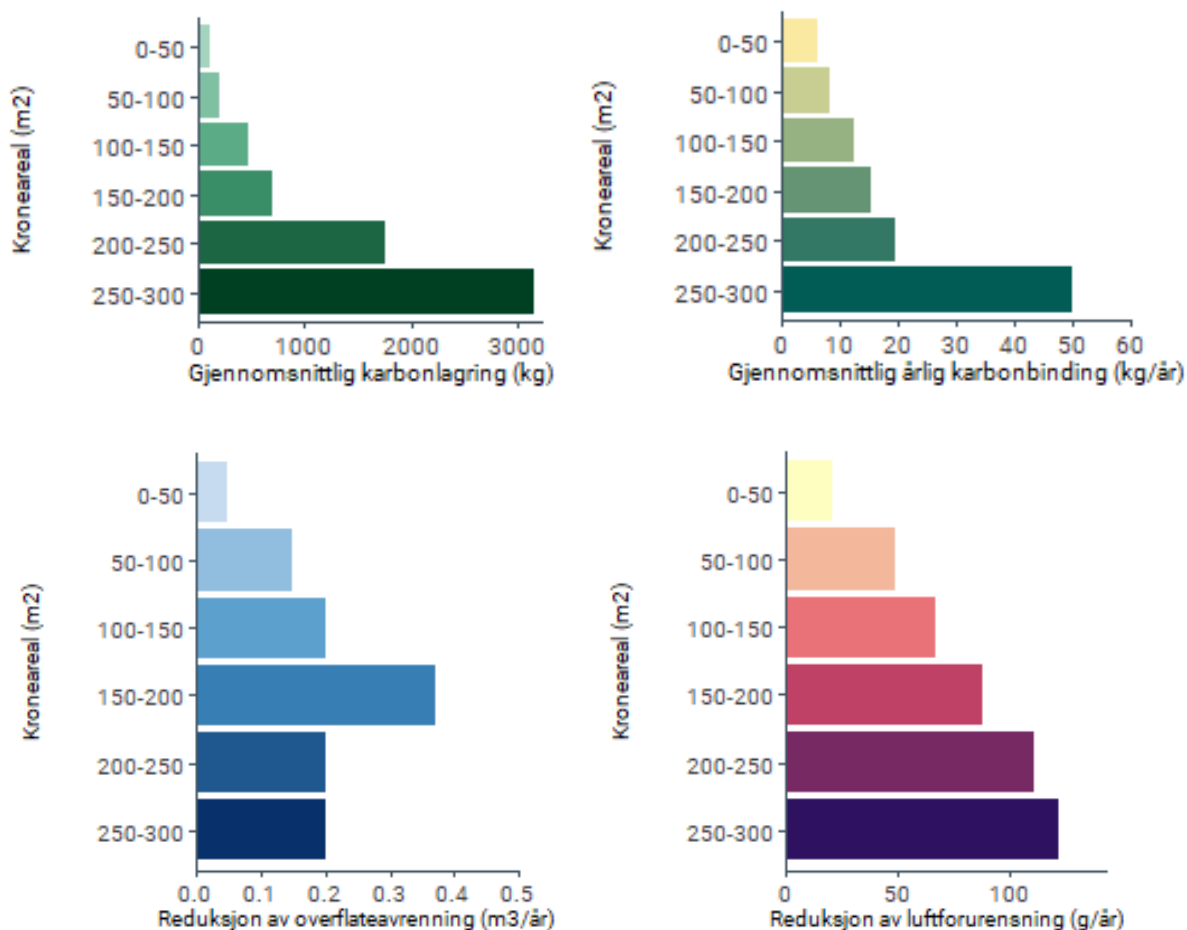


Figur 19: Oversikt over egenskaper og regulerende økosystemtjenester levert av en stor balsampoppel i Storgata 61 i Bodø, beregnet med i-Tree Eco.

Og selv om dette er et stort tre, er det bare ett av mange tusen trær i Bodøs byggeområde. Vi modellerte over 6 000 trær i Bodø i i-Tree Eco for å beregne økosystemtjenestene de leverer, og brukte disse verdiene til å estimere verdiene for alle de 100 000+ trærne i Bodø som vi kartla ved bruk av fjernmålingsdata. For detaljer om hvordan vi ekstrapolerte disse funnene til alle trær, se metodevedlegg online på GitHub²¹.

Figur 20 viser gjennomsnittlig karbonlagring, karbonbinding, reduksjon av overflateavrenning og reduksjon av luftforurensning for ulike kronestørrelser. Dette viser tydelig at for de fleste økosystemtjenester, jo større kronestørrelsen er, jo større fordeler gir treet samfunnet. Implikasjonen av dette er at hvis vi tar godt vare på trær, lar dem bli gamle og holde seg friske, vil fordelene de gir oss fortsette å økze for hvert år.

²¹ GitHub: [Task 3b | Extrapolation of i-Tree Eco values](#)

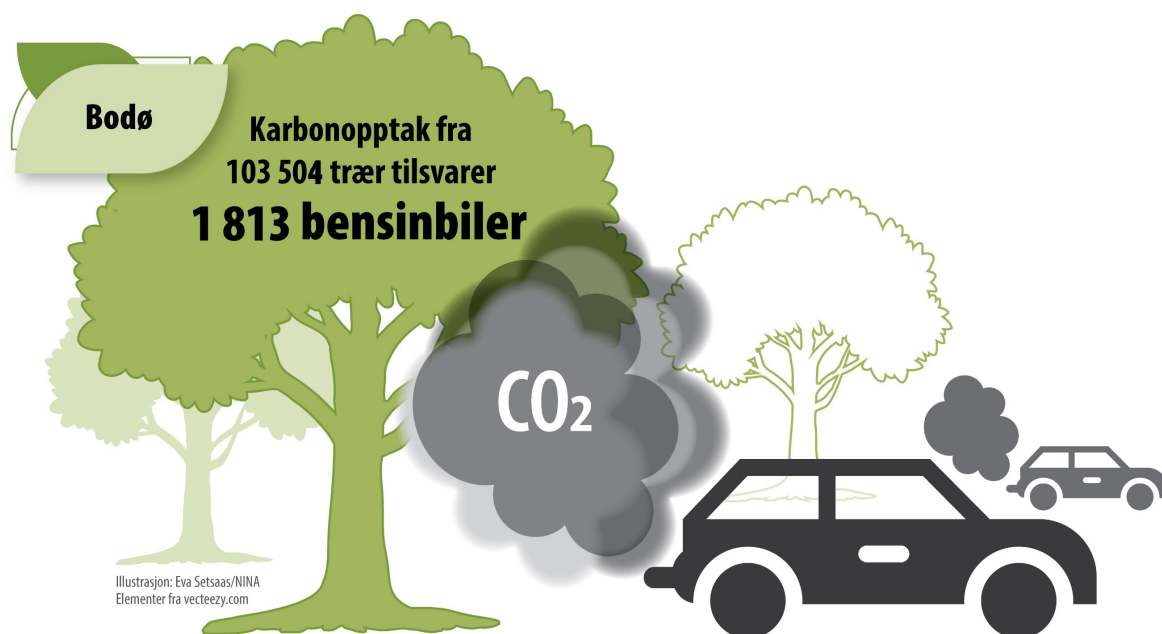


Figur 20: Gjennomsnittlig omfang av karbonlagring, årlig karbonbinding, årlig reduksjon av overflateavrenning og årlig reduksjon av luftforurensning, per kronestørrelse-klasse, for de modellerte trærne i Bodø.

4.1.5 Nytteverdi for kommunen

Hva betyr disse funnene for hele kommunen? Vi oppsummerte alle fordelene som disse 100 000+ trærne i Bodø anslås å gi samfunnet i form av økosystemtjenester, for å gi et klarere bilde av tallene og hva de betyr.

Alt karbon som fanges hvert år av Bodøs trær, summeres totalt til over 700 000 kilo karbon, som utgjør tilsvarende de årlige utslippene fra over 1 800 fossilbiler²²²³ (**Figur 21**). Den økonomiske verdien av denne tjenesten er anslått til **rundt 1,4 millioner kroner per år**.

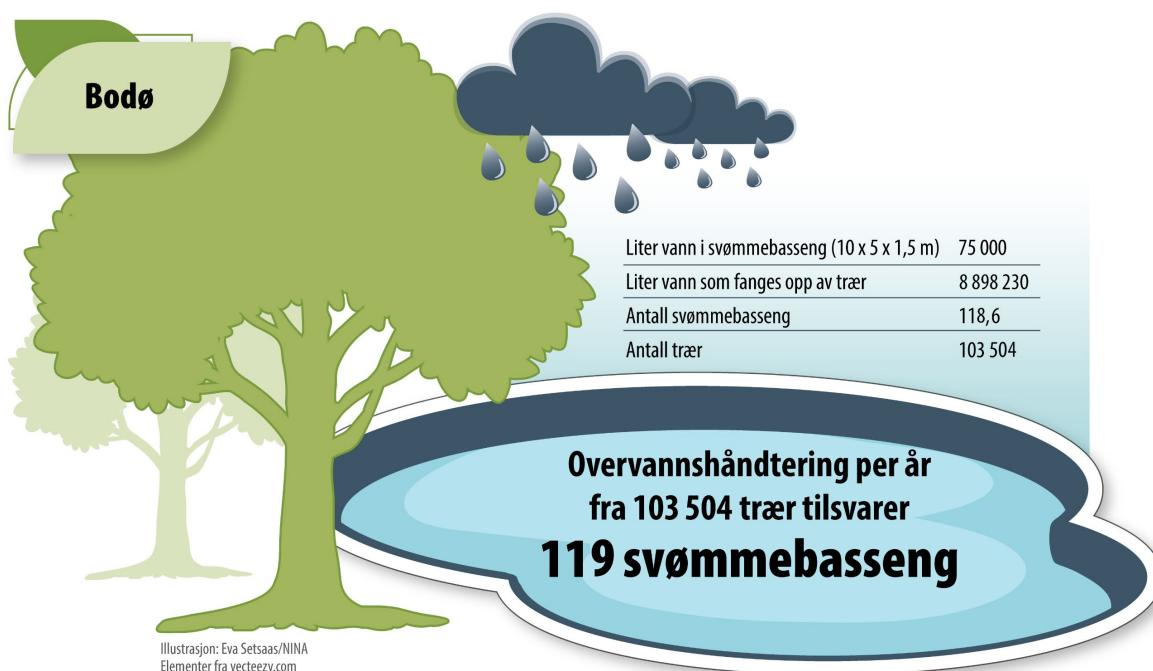


Figur 21: Karbonbinding i Bodøs trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til tilsvarende antall bensinbilers utslipp, basert på gjennomsnittlig utslipp per kilometer og gjennomsnittlig kjørte kilometer per bil.

Samtidig hindrer disse trærne at nesten 9 millioner liter vann oversvømmes i gatene under overvannshendelser, eller tilsvarende over hundre svømmebassenger på 10 x 5 x 1,5 m (**Figur 22**). Dette anslås å ha en økonomisk verdi på **rundt 76 000 kroner per år**.

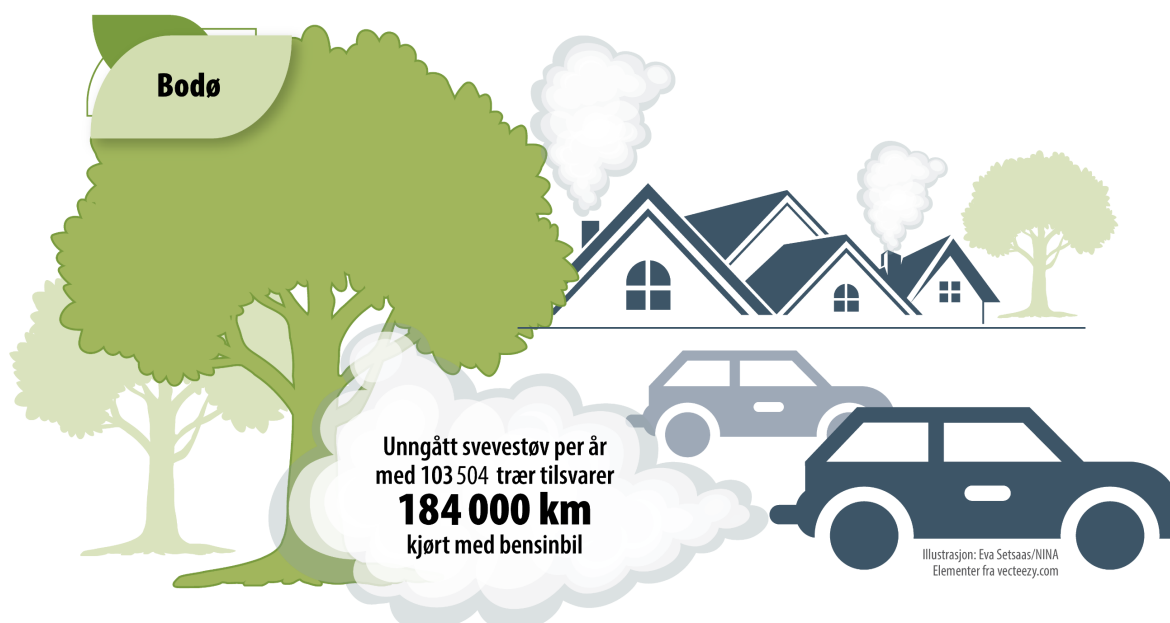
²² <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk>

²³ <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/kjorelengder>



Figur 22: Representasjon av mengden overvannshåndtering av Bodøs trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall gjennomsnittlige svømmebassenger som inneholder en tilsvarende mengde vann.

Bodøs luft er også full av mikroskopiske partikler av fint støv og gasser, som er skadelige for menneskers helse. Bodøs trær anslås hvert år å fjerne over 3 000 kilo forurensning fra luften, hvorav over 700 kilo er fint svevestøv (**Figur 23**). Dette høres kanskje ikke ut som en stor mengde, men siden forurensningen i stor grad består av svært lette gasser og mikroskopiske partikler, er dette et stort volum av forurensende stoffer og kan derfor gi et reelt bidrag til menneskers helse. Verdien av all fjerning av luftforurensning fra trær er anslått til **rundt 3,8 millioner kroner per år**.

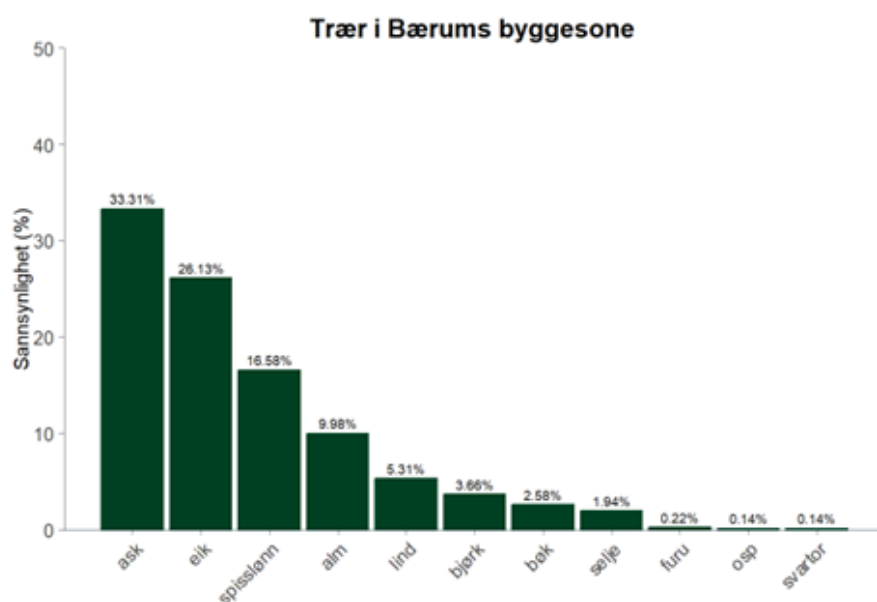


Figur 23: Representasjon av mengden svevestøv som fanges opp fra luften av Bodøs trær, beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall bensinbiler som slipper ut en tilsvarende mengde svevestøv fra dekk- og veislitasje og eksosutslipp. Dette er basert på modellert fangst av PM_{2,5}-utslipp i i-Tree Eco og gjennomsnittlig PM_{2,5}-utslipp per bensinbil beregnet av Vestlandsforskning for Oslo⁶⁷. Verdiene beregnet av i-Tree Eco er basert på lokale luftkvalitetsmålinger kombinert med generiske deponeringsrater per bladareal og tar ikke hensyn til andre lokale prosesser på gateplan, som oppvirvling av partikler og ugunstig lokal konsentrasjon med tett beplantning i gateløp.

4.2 Bærum

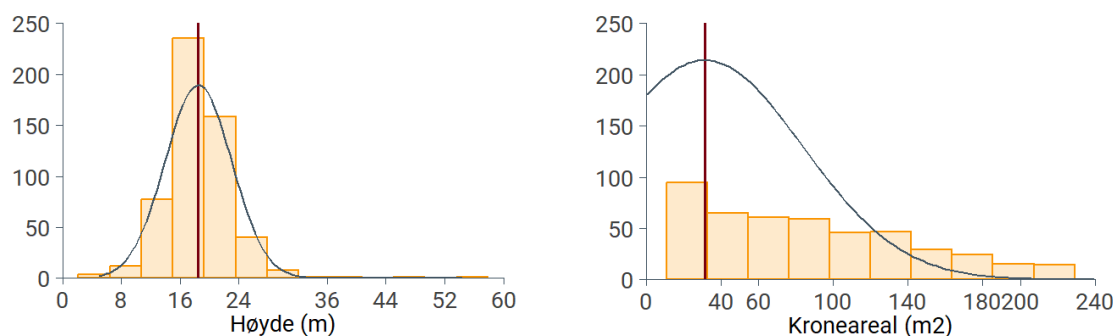
4.2.1 Bærums trær

For Bærum hadde vi tilgang til registrerte data for 1 487 trær. Registreringene stammer fra feltkartlegging av store gamle trær i byggesonen, inklusive strandsonen på land, i hht DN-håndbok 13. Denne registrerte trebestanden er dominert av løvtrær som ask, eik og spisslønn. Disse edelløvtrærne er verdifulle i norsk sammenheng fordi de trives i det varmere klimaet og det geologiske forholdet og er uvanlige i store deler av landet. Omtrent en tredjedel av alle trærne i registreringen er ask, og en fjerdedel eik (**Figur 24**). Dette er trær som, når de tas godt vare på, kan bli gamle og store, og dermed gi en stor mengde økosystemtjenester. Ytterlige detaljer om feltregistreringer er tilgjengelig [online](#)²⁴.



Figur 24: Oversikt over prosentandel trær per art i Bærums byggesone for de modellerte trærne.

Gjennomsnittlig høyde var ca. 19 meter, med en ganske smal fordeling (**Figur 25**). Noen få trær var imidlertid høyere enn 40 meter, noe som gjorde dem til noen av de høyeste trærne vi fant. Vi hadde kun tilgang til feltobservasjoner for stammediameter for noen få av disse trærne, men ved hjelp av fjernmåling kan vi vise fordelingen av trekronearealet. Dette viser at kronearealet i gjennomsnitt er på rundt 35 m², men det er en bred fordeling, med et stort antall trær med arealer over 100 m², og noen til og med over 200 m² (**Figur 25**). Spesielt slike trær kan gi et betydelig bidrag til levering av økosystemtjenester. Data om stammediameter var ikke tilgjengelig for Bærums treinventering.



Figur 25: Treegenskaper fra tilgjengelige data for Bærums modellerte trær. Grafen til venstre viser fordelingen av trehøyde over populasjonen, grafen til høyre vises det samme for kroneareal. Gjennomsnittsverdien for hver av disse er vist med den røde vertikale linjen.

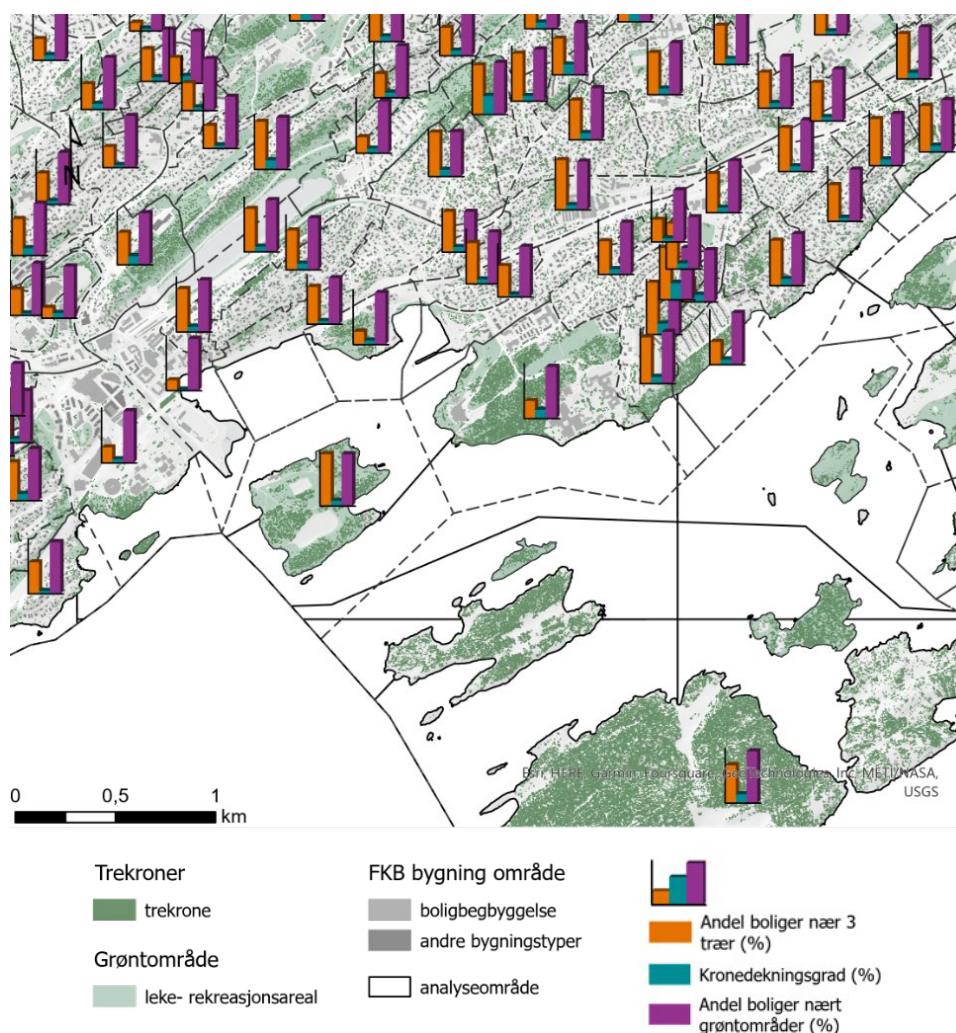
²⁴[Bærum | tree inventory data](#)

4.2.2 Kartlegging av 3-30-300 «regelen»

Vi kartla 3-30-300-«regelen» for å visualisere befolkningens tilgang til grøntområder og trær i Bærum bybyggesone (**Figur 26**). Kartleggingen viser at 49 % av boligene i Bærum har minst tre trær innenfor en avstand på 15 meter målt i luftlinje. Dette tilsier at halvparten av beboerne sannsynligvis kan se trær fra hjemmet sitt. Trekrone-dekket i Bærum bybyggesone er beregnet til 12 %, som er under målet på 30 %. 94 % av boligene ligger innenfor 300 meter i luftlinje fra et grøntområde innenfor byggesonen. Det betyr at nesten alle beboere kan gå til et grøntområde på under ca. 10 minutter.

Kartleggingen viser at innbyggere i Bærum har god tilgang til grøntområder og trær i byggesonen. Det er imidlertid potensial for å øke trekrone-dekket i byen og plassere flere trær i boligområder. Dette er spesielt viktig i områder med lav trekrone-dekningsgrad og lav andel av boligbygg med 3 trær i nærheten, som Dønski – Rud, Rykkinn, Haslum og Sandvika.

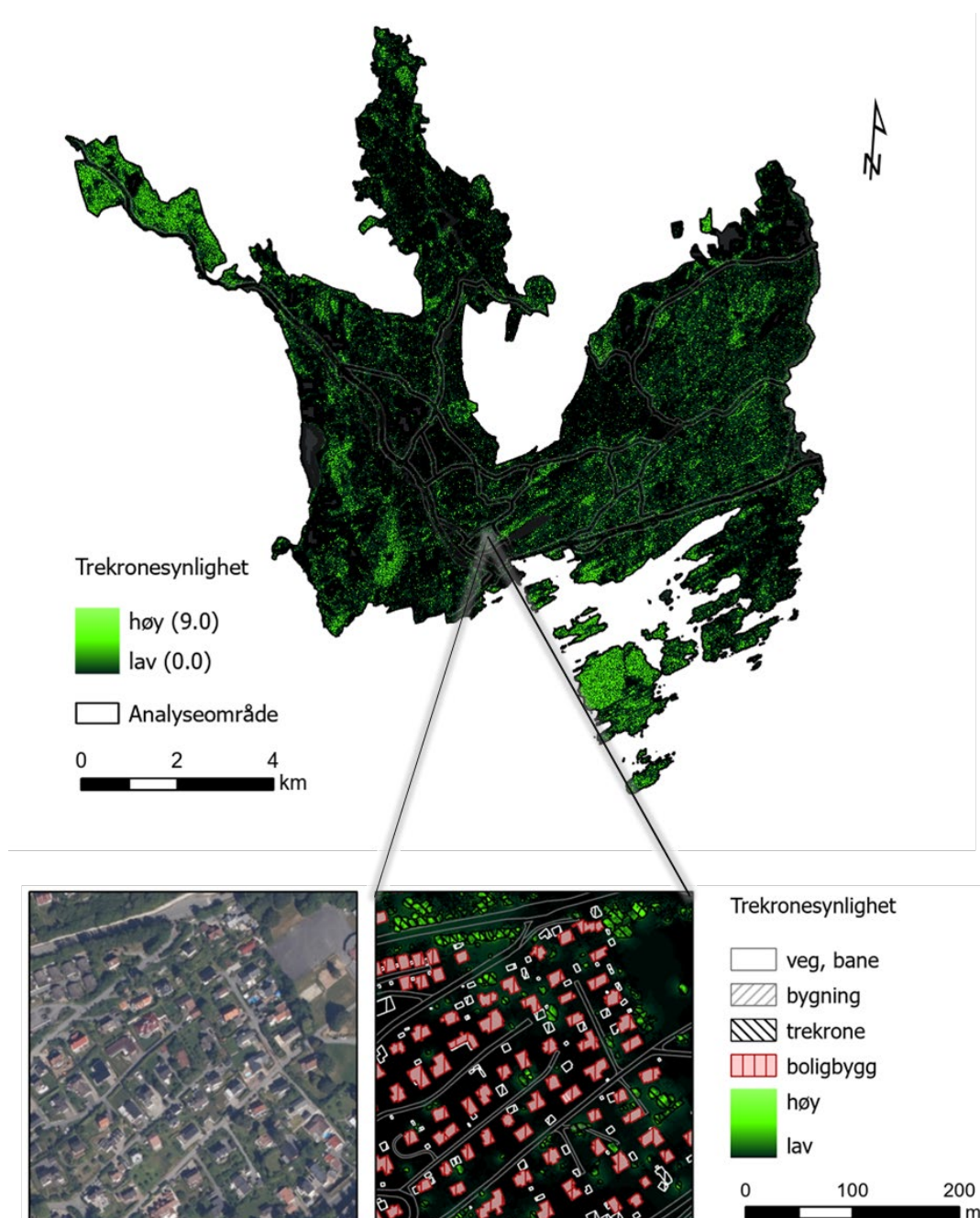
Merk at laserskanning i Bærum er utført før løvsprett i våren 2022. Trekronekartlegging modellert fra laserdata er optimal om sommeren når trærne har blader. Det er derfor mulig at trekrone-dekket er litt undervurdert i denne kartleggingen (se **avsnitt 3.2.3**). Resultatene per grunnkrets er tilgjengelige i tabellformat i **datavedlegg 10.2**.



Figur 26: Kartlegging av 3-30-300-«regelen» på grunnkretsnivå i Bærum sentrum. Indikatorer: oransje – andel boligbygg nær trær (15 m). Blå – kronedekningsgrad. Lilla - andel boligbygg nært grøntområder (300m). Resultatene per grunnkrets er tilgjengelig i tabellformat i **datavedlegg 10.2**.

4.2.3 Synlighet av trekroner

Synlighetskart for trekroner viser synligheten til de 218 700 trærne som er kartlagt i Bærums byggesone (**Figur 27**). Synlighetskartet tar hensyn til synligheten fra alle betraktningvinkler, som gater og eiendommer. Lysegrønne områder indikerer steder der det er fri sikt til trærne, mens mørke områder viser steder der trærne er skjult av hindringer (f. eks bygninger) eller der trærne er lengre unna enn 100 meter og dermed ikke vesentlig synlige (denne terskelen kan endres i modellen). Et detaljert eksempel på kartet innfelt nederst viser innvirkningen av bygninger på trekronesynlighet. Det kan brukes til å identifisere områder der trær er viktige for eksponering til grønt, og for å identifisere områder med lav synlighet. Med denne informasjonen kan man utvikle tiltak for å øke synligheten av trær i byggesonen. Merk at dette kartet er et eksempel på modellert synlighet. Forutsetningene bak beregningen bør vurderes før kartene anvendes.



Figur 27: Synlighet av trekroner i Bærum. Kartet viser svarte områder der man ikke kan se noen trær fra noen retning. Grønne områder betyr at man har en klar utsikt til minst ett tre. Jo grønnere det er, jo mer synlig trær er. Så, grønne områder er der man er mest eksponert for trær. Kartet er tilgjengelig i Bærums byatlas under «Trekrone synlighet»:

<https://experience.arcgis.com/experience/8e112760eff34fd5b9176cefb7d31eb3>

4.2.4 Trærnes økosystemtjenester

For å illustrere hvilken verdi trær kan gi samfunnet, kan vi se på et av de få bøketrærne i Bærum (**Figur 28**). Dette er en bok som står på en privat eiendom i Kyrres vei, og den har på over 200 m² kroneareal. Det er beregnet å lagre nesten 900 kilo karbon, og hvert år binder den 17 kilo ekstra, og bidrar dermed til å redusere klimagasseffekten. I tillegg hindrer den 3 510 liter overvann som potensielt belaster avløpsnettet, og den fjerner anslagsvis 2 468 gram luftforurensning.



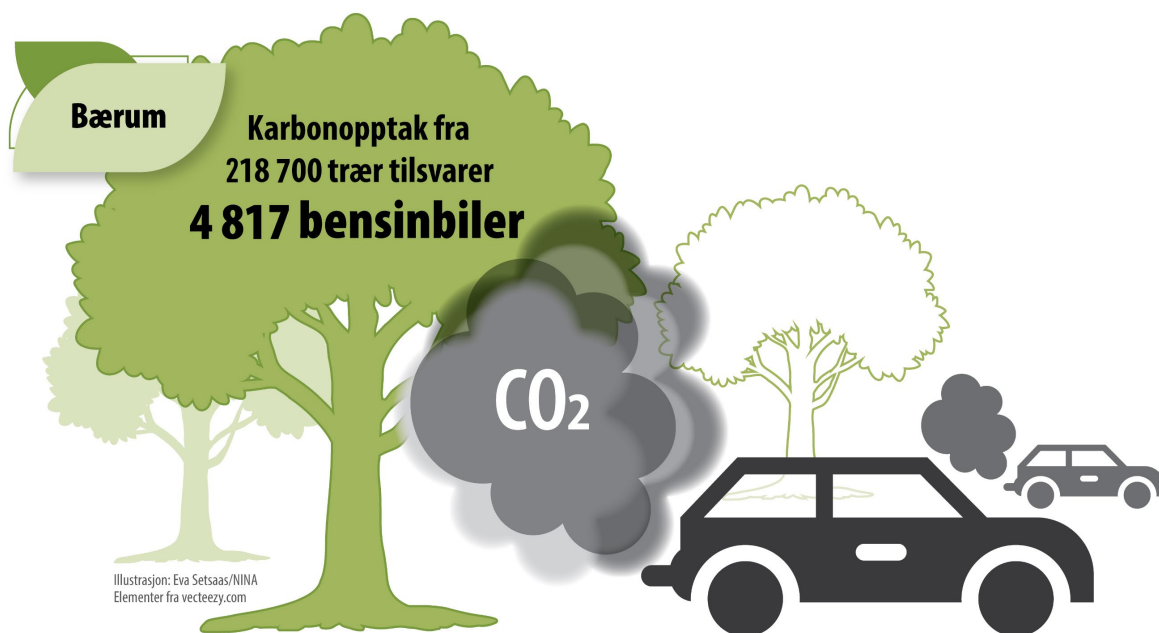
Figur 28: Oversikt over egenskaper og regulerende økosystemtjenester levert av en stor bok i Kyrres vei 39 i Bærum, beregnet med i-Tree Eco.

Bærum registrerte trebestand var begrenset til store trær etter DN Håndbok 13. Dette er ikke et representativt utvalg av fordelingen av treslag eller størrelse i Bærum byggesone. Vi har derfor ikke modellert økosystemtjenestene for Bærum registrerte trær direkte i i-Tree Eco. Siden Bærum er nabokommune til Oslo, valgte vi å ekstrapolere de i-Tree-modellerte verdiene for Oslos registrerte treslag- og størrelsesfordeling til Bærum trekronekart. Dette ga estimater for økosystemtjenester for 218 700 trær i Bærum som var kartlagt med laserdata.

4.2.5 Nytteverdi for kommunen

Hva betyr disse funnene for hele kommunen? Vi oppsummerte alle fordelene som de 200 000+ trærne i Bærum anslås å gi samfunnet i form av økosystemtjenester, for å gi et klarere bilde av tallene og hva de betyr.

Alt karbon som hvert år bindes opp av Bærum's trær, summeres totalt til nesten 2 millioner kilo karbon, tilsvarer de årlige utslippene fra over 4 800 fossilbiler^{25 26} (**Figur 29**). Den økonomiske verdien av denne tjenesten er anslått til **rundt 3,7 millioner kroner per år**.

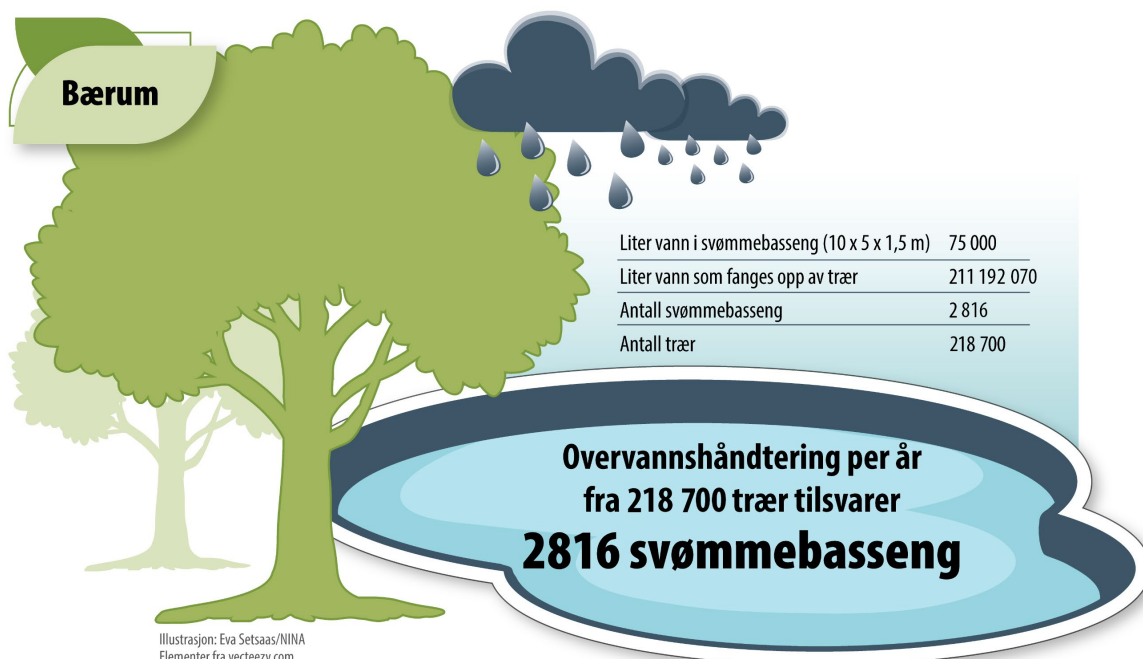


Figur 29: Karbonbinding i Bærum's trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til tilsvarende antall bensinbilers utslipp, basert på gjennomsnittlig utslipp per kilometer og gjennomsnittlig kjørte kilometer per bil.

Samtidig hindrer disse trærne til sammen over 200 millioner liter overvann som potensielt belaster avløpsnettet, eller tilsvarende nesten tre tusen svømmebassenger på 10 x 5 x 1,5 m (**Figur 30**). Dette anslås å ha en økonomisk verdi på **rundt 1,6 millioner kroner per år**.

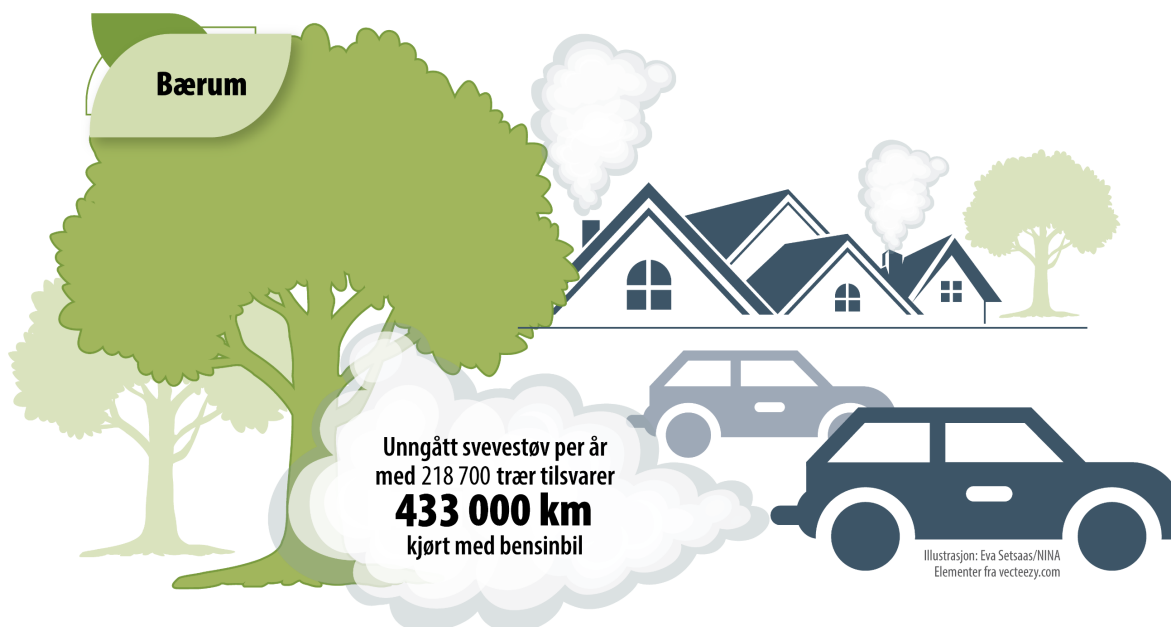
²⁵ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk>

²⁶ <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/kjorelengder>



Figur 30: Representasjon av mengden overvannshåndtering av Bærums trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall gjennomsnittlige svømmebassenger som inneholder en tilsvarende mengde vann.

Bærums luft inneholder partikler av fint støv og gasser, som kan være skadelige for menneskers helse. Bærums trær anslås hvert år å fjerne over 3 000 kilo forurensning fra luften, hvorav nesten 1 700 kilo er fint svevestøv (**Figur 31**). Dette består i stor grad av svært lette gasser og mikroskopiske partikler, og kan derfor gi et reelt bidrag til menneskers helse. Verdien av alle trærns fjerning av luftforurensning i Bærum er anslått til **rundt 37 millioner kroner per år**.

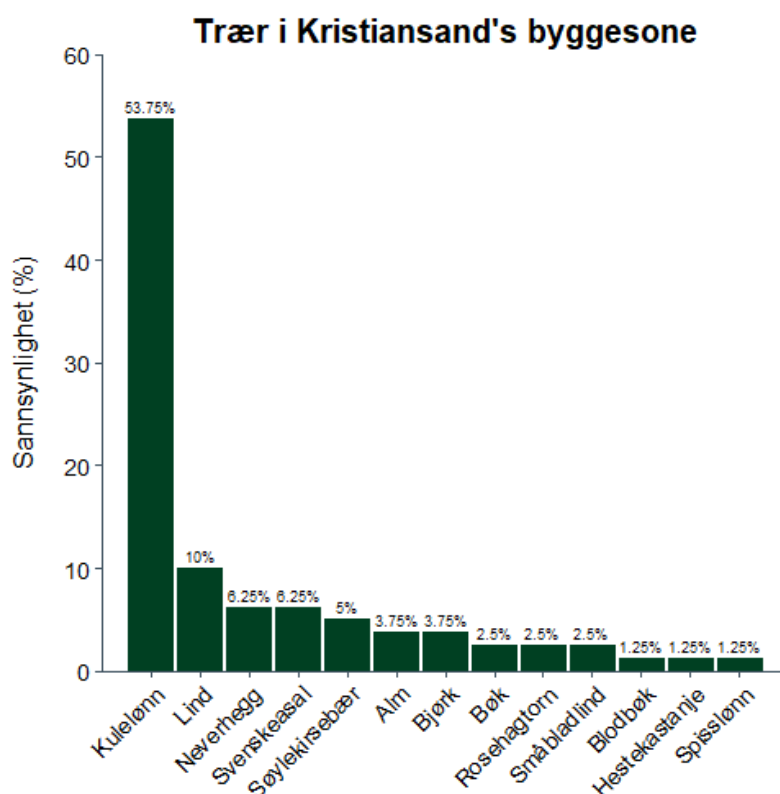


Figur 31: Representasjon av mengden svevestøv som fanges opp fra luften av Bærums trær, beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall bensinbiler som slipper ut en tilsvarende mengde svevestøv fra dekk- og veislitasje og eksosutslipp. Dette er basert på modellert fangst av PM_{2,5}-utslipp i i-Tree Eco og gjennomsnittlig PM_{2,5}-utslipp per bensinbil beregnet av Vestlandsforskning for Oslo⁶⁷. Verdiene beregnet av i-Tree Eco er basert på lokale luftkvalitetsmålinger kombinert med generiske deponeringsrater per bladareal og tar ikke hensyn til andre lokale prosesser på gateplan, som oppvirvling av partikler og ugunstig lokal konsentrasjon med tett beplantning i gateløp.

4.3 Kristiansand

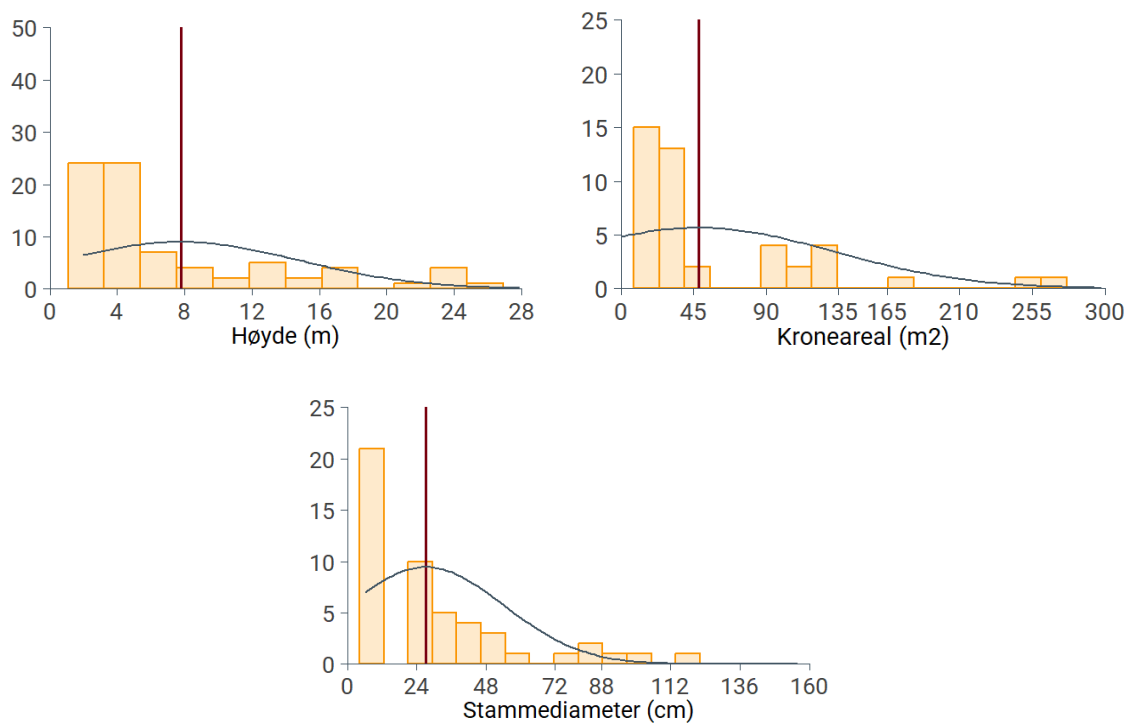
4.3.1 Kristiansands trær

For Kristiansand hadde vi tilgang til 80 trær med registrerte feltdata om treegenskaper. Dette representerer mindre enn 1 % av trærne kartlagt med laserdata. Dette utvalget av Kristiansands trær domineres av kulelønn, som utgjør mer enn halvparten av trærne (**Figur 32**). Dette gjør Kristiansands trebestand forskjellig fra de andre kommunene, siden kulelønn kun er en dominerende art her. Andre vanlige trær i Kristiansand er lind og svensk asal, men ingen av dem representerte mer enn 10 % av trebestanden i utvalget.



Figur 32: Oversikt over prosentandel trær per art i Kristiansands byggesone for de modellerte trærne

Gjennomsnittlig trehøyde var rundt 8 meter, selv om de fleste trærne var av lavere høyde og noen trær, litt under 10 %, var høyere enn 20 meter (**Figur 30**). Lignende fordelinger vises for stammediameter og kroneareal: den vanligste kategorien stammediameter var rundt 10 cm, med et gjennomsnitt på rundt 25cm og svært få trær med diameter over 1 m (**Figur 33**). Kronearealet var i gjennomsnitt litt over 45 m², og de fleste trærne hadde et mindre areal enn det. Det betyr at trærne i Kristiansands utvalg er relativt små. De følgende avsnittene illustrerer hva det betyr for levering av økosystemtjenester til Kristiansands innbyggere.

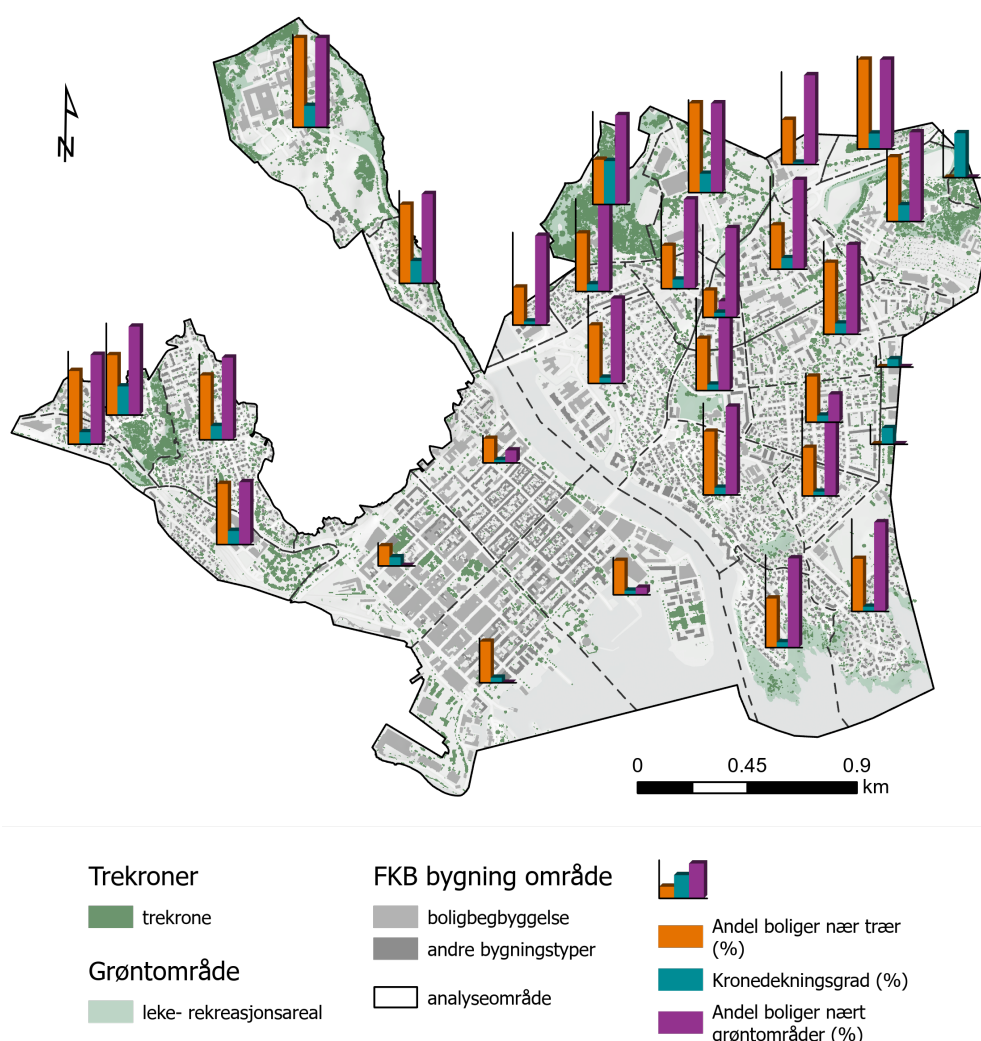


Figur 33: Treegenskaper fra tilgjengelige data for Kristiansands modellerte trær. Grafen øverst til venstre viser fordelingen av trehøyde over populasjonen, øverst til høyre vises det samme for kroneareal, og nederst vises stammediameter. Gjennomsnittsverdien for hver av disse er vist med den røde vertikale linjen.

4.3.2 Kartlegging av 3-30-300 «regelen»

Vi kartla 3-30-300-«regelen» for å visualisere befolkningens tilgang til grøntområder og trær i Kristiansand. Kartleggingen viser at 55 % av boligene i Kristiansand byggesone har minst tre trær innenfor en avstand på 15 meter. Dette tilsier at de fleste beboerne sannsynligvis kan se trær fra hjemmet sitt. Trekronedekket i Kristiansand er beregnet til 12 %. 69 % av boligene ligger innenfor 300 meter fra et grøntområde. Det betyr at to tredjedeler av beboerne kan gå til et grøntområde på under 10 minutter.

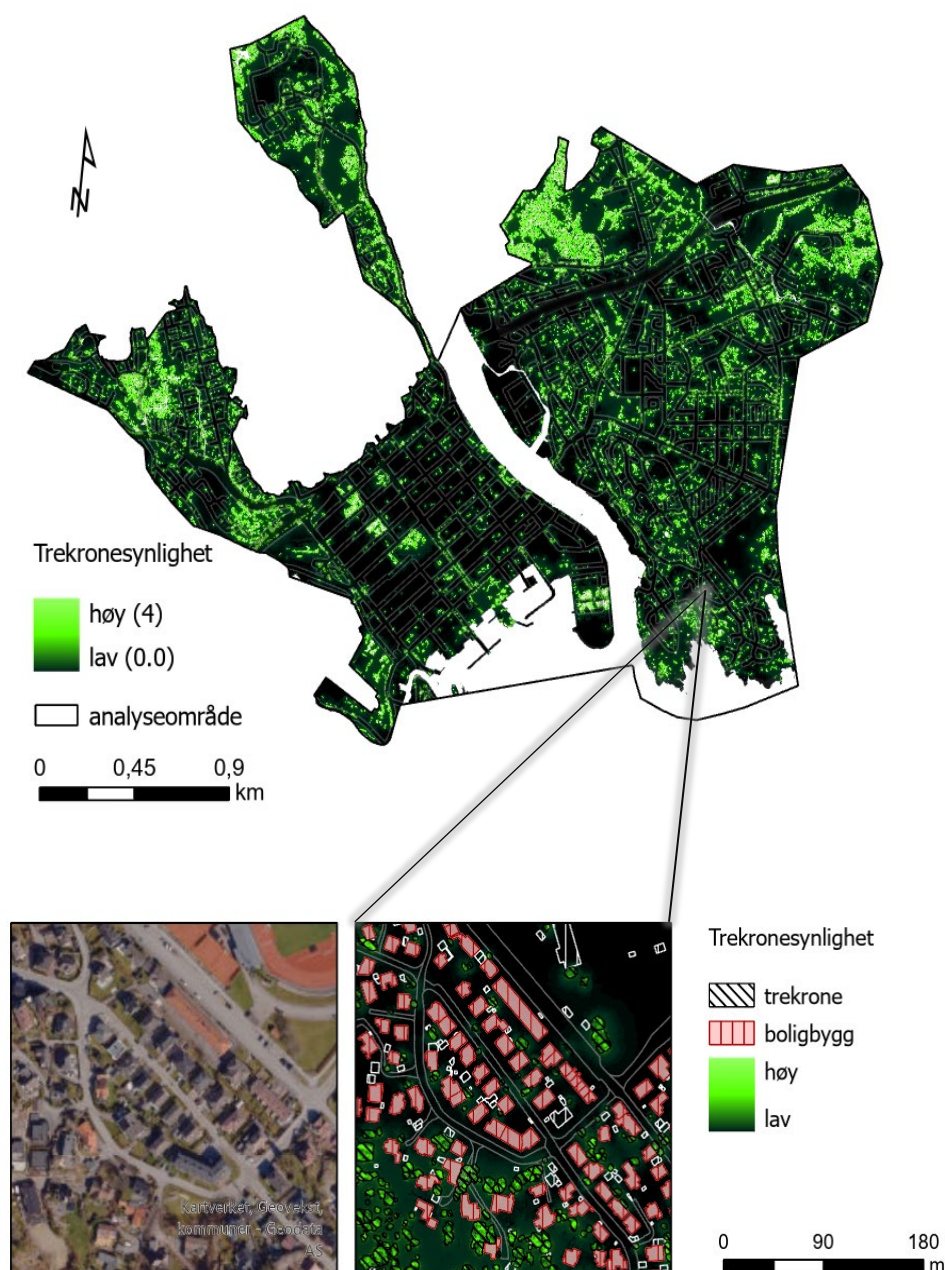
Kartleggingen viser at trekronedekningsgraden ikke er jevnt fordelt over hele byen. De fleste trærne og den høyeste trekronedekningsgraden finnes i grunnkretser med store parker og byskoger, som Enrum-Paradis og Gimle. Andre grunnkretser har lavere trekronedekning. Spesielt Kvadraturen scorer relativt lavt, med mindre enn 14 % av boligene som oppfyller 300-regelen og en lav krone-dekningsgrad (< 9 %). Imidlertid har en stor andel av boligbygg i Kvadraturen minst tre trær i nærheten, noe som viser verdien av enkelte trær i sentrumsområde (**Figur 34**) og **Datavedlegg 10.3** viser 3-30-300 statistikk på grunnkrets-nivå for Kristiansand.



Figur 34: Kartlegging av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets-nivå i Kristiansand kommune. Indikatorer: oransje – andel trær nær boligbygg (15 m). Blå – kronedekningsgrad. Lilla - andel boligbygg nær grøntområder (300m).

4.3.3 Synlighet av trekroner

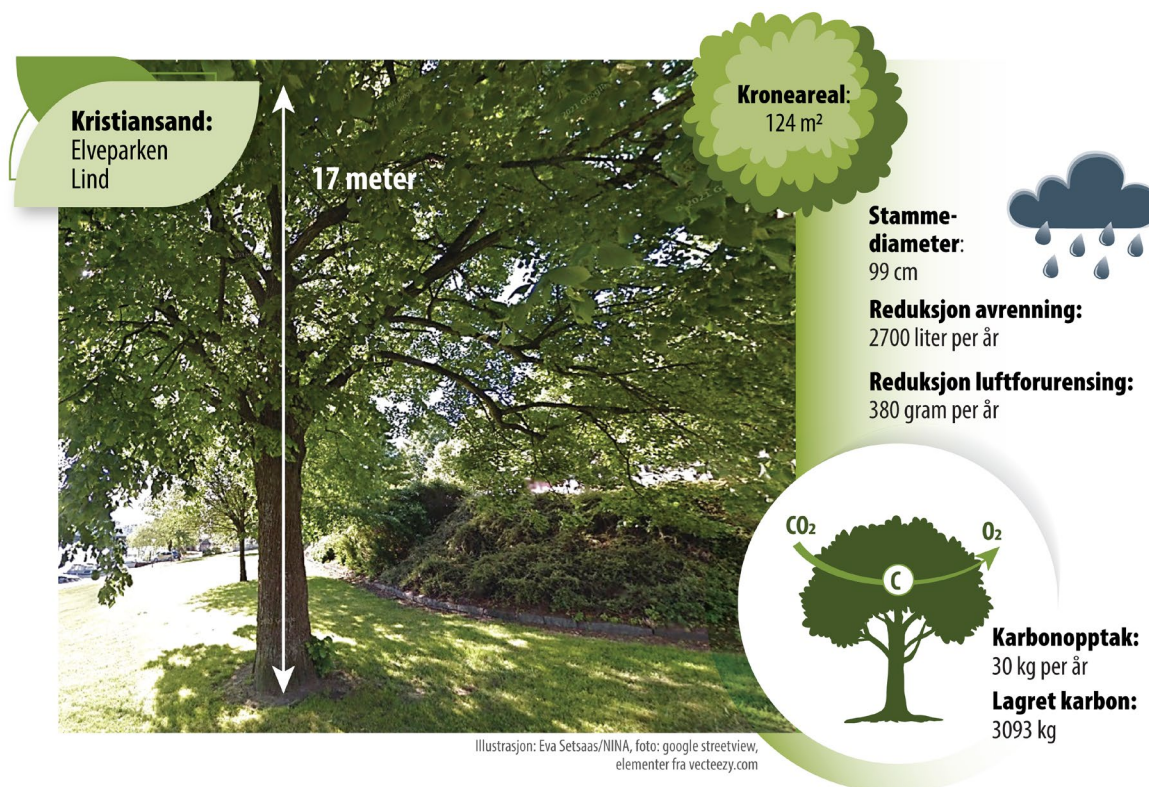
Synlighetskart for trekroner viser synligheten til de 11 081 trærne som er kartlagt i Kristiansands byggesone (**Figur 35**). Synlighetskartet tar hensyn til synligheten fra alle betraktningvinkler, som gater og eiendommer. Lysegrønne områder indikerer steder der det er fri sikt til trærne, mens mørke områder viser steder der trærne er skjult av hindringer (f. eks bygninger) eller der trærne er lengre unna enn 100 meter og dermed ikke vesentlig synlige (denne terskelen kan endres i modellen). Et detaljert eksempel på kartet innfelt nederst viser innvirkningen av bygninger på trekrone-synlighet. Det kan brukes til å identifisere områder der trær er viktige for eksponering til grønt, og for å identifisere områder med lav synlighet. Med denne informasjonen kan man utvikle tiltak for å øke synligheten av trær i byggesonen. Merk at dette kartet er et eksempel på modellert synlighet. Forutsetningene bak beregningen bør vurderes før kartene anvendes.



Figur 35: Synlighet av trekroner i Kristiansand. Kartet viser svarte områder der man ikke kan se noen trær fra noen retning. Grønne områder betyr at man har en klar utsikt til minst ett tre. Jo grønnere det er, jo mer synlig trær er. Kartet er tilgjengelig i Kristiansands byatlas under «Trekrone synlighet»: <https://experience.arcgis.com/experience/8e1ac295f44f48aabc7f13992a025249>

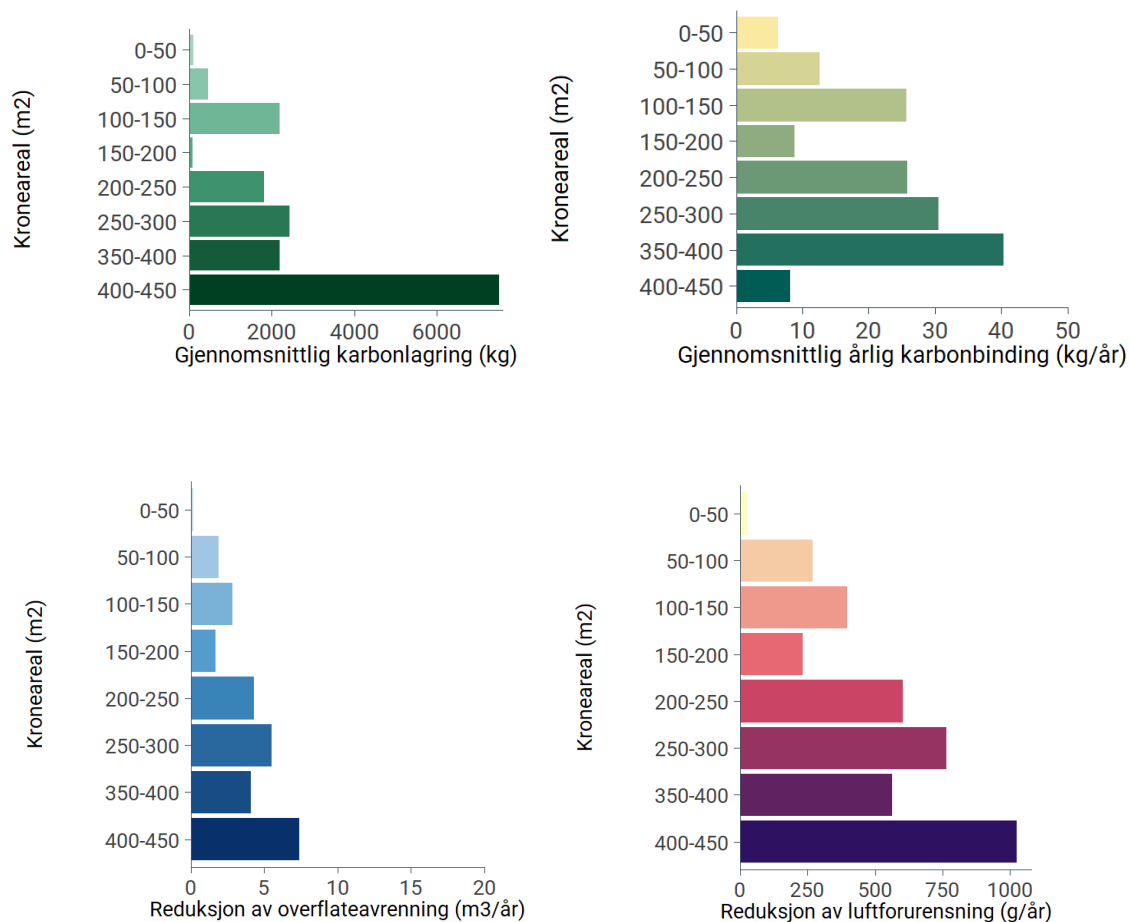
4.3.4 Trærnes økosystemtjenester

For å illustrere hvor mye verdi trær kan gi samfunnet, kan vi ta en titt på et av de største trærne i Kristiansands registrerte trepopulasjon (**Figur 36**). Dette er en lind som står i Elveparken i Kvadraturen, og den har en av de største stammediameterne av alle registrerte trær som vi modellerte. Det er beregnet å lagre over 3 000 kilo karbon, og hvert år binder det ytterligere 30 kilo. I tillegg hindrer det 2 700 liter avrenning som potensielt belaster avløpsnett, og fjerner anslagsvis 380 gram luftforurensning.



Figur 36: Oversikt over egenskaper og regulerende økosystemtjenester levert av en stor lind i Elveparken i Kristiansand, beregnet med i-Tree Eco.

Selv om dette er et stort tre, er det bare ett av mange tusen trær i Kristiansands byggeområde. Vi modellerte de 80 registrerte trærne i Kristiansand i i-Tree Eco for å beregne økosystemtjenestene de leverer, og brukte disse verdiene til å estimere verdiene til de 10 000+ trærne i Kristiansand som vi kartla ved bruk av laserdata. Vi antar med dette at treslag og størrelsesfordeling av registrerte trær er den samme som for alle trekronene i byggesonen kartlagt med laserdata. **Figur 37** viser gjennomsnittlig karbonlagring, karbonbinding, reduksjon av overflateavrenning og reduksjon av luftforurensning for ulike kronestørrelser. Dette viser tydelig at for de fleste økosystemtjenester, jo større kronestørrelsen er jo større fordeler gir treet samfunnet. Implikasjonen av dette er at hvis vi tar godt vare på trær, lar dem bli gamle og holde seg friske, vil fordelene de gir oss fortsette å øke for hvert år.



Figur 37: Gjennomsnittlig omfang av karbonlagring, årlig karbonbinding, årlig reduksjon av overflateavrenning og årlig reduksjon av luftforurensning, per kronestørrelse-klasse, for de modellerte trærne i Kristiansand

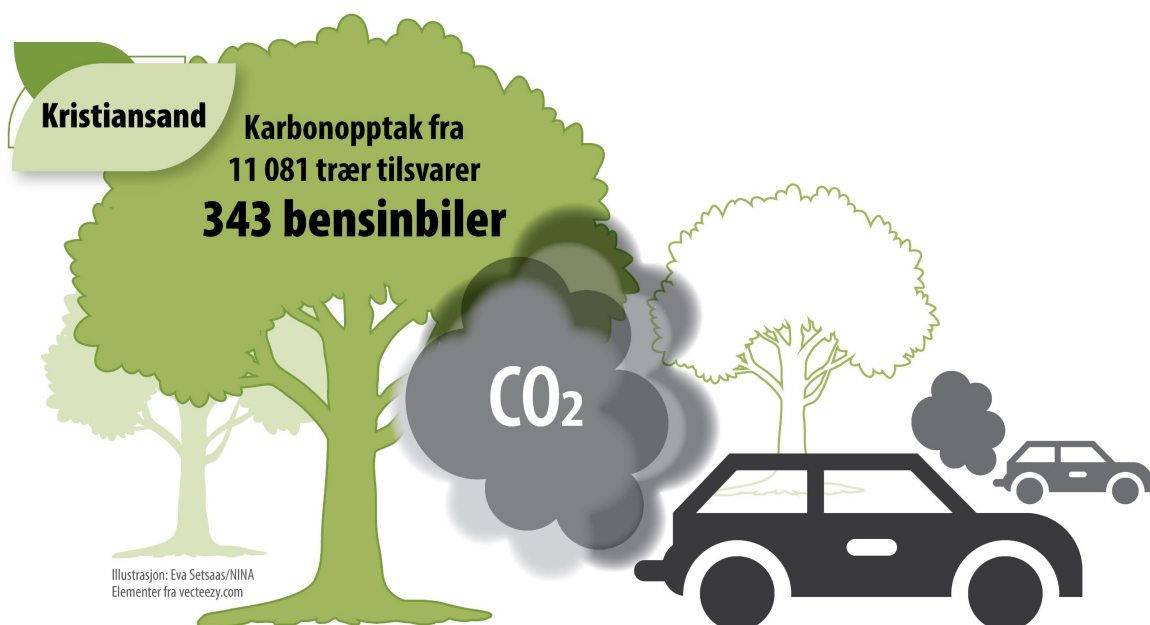
4.3.5 Nyttverdi for kommunen

Hva betyr disse funnene for hele kommunen? Vi oppsummerte alle fordelene som disse 10 000+ trærne i Kristiansand anslås å gi samfunnet i form av økosystemtjenester, for å gi et klarere bilde av tallene og hva de betyr.

Alt karbon som fanges hvert år av Kristiansands trær, estimeres totalt til over 140 000 kilo karbon, som utgjør tilsvarende de årlige utslippene fra over 300 fossilbiler²⁷ ²⁸ (**Figur 38**). Den økonomiske verdien av denne tjenesten er anslått til **rundt 189 000 kroner per år**.

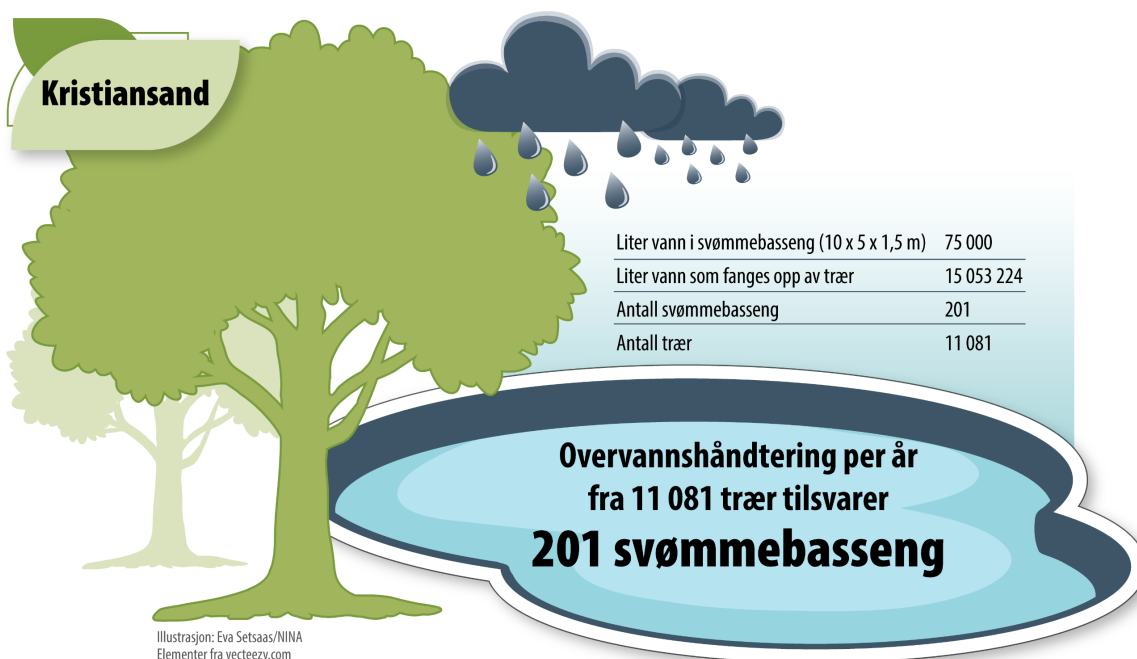
²⁷ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk>

²⁸ <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/kjorelengder>



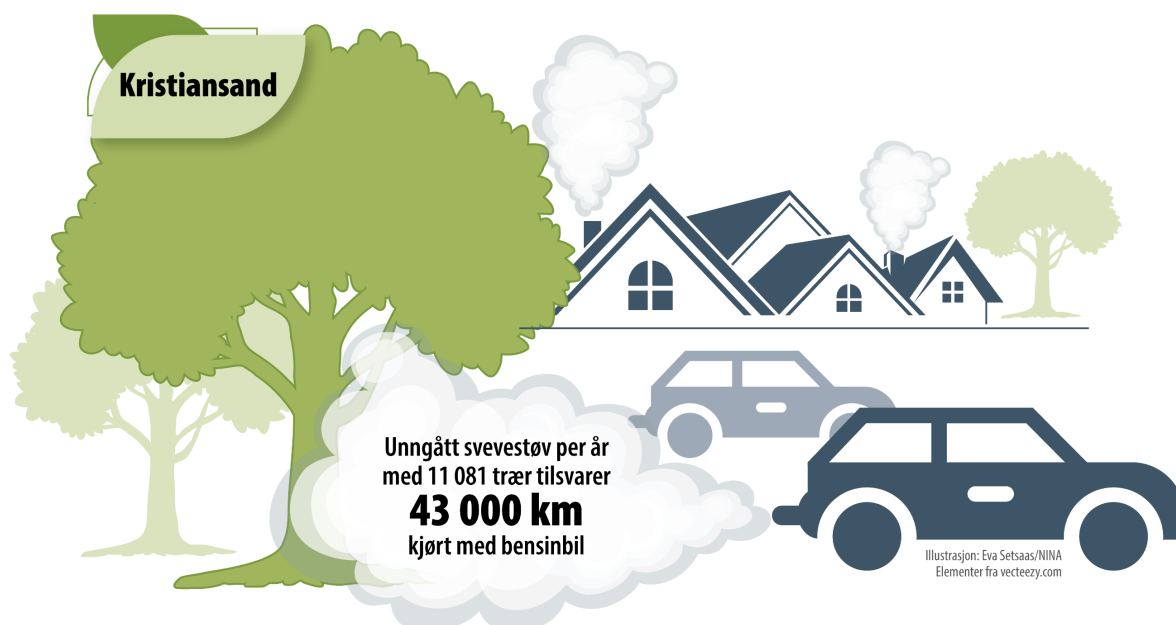
Figur 38: Karbonbinding i Kristiansands trær beregnet med i-Tree Eco, omregnet til tilsvarende antall bensinbilers utslipp, basert på gjennomsnittlig utslipp per kilometer og gjennomsnittlig kjørte kilometer per bil.

Samtidig hindrer disse trærne at over 15 millioner liter overvann som potensielt belaster avløpsnettet, eller tilsvarende over to hundre svømmebassenger på 10 x 5 x 1,5 m (**Figur 39**). Dette anslås å ha en økonomisk verdi på **rundt 74 000 kroner per år**.



Figur 39: Representasjon av mengden overvannshåndtering av Kristiansands trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall gjennomsnittlige svømmebassenger som inneholder en tilsvarende mengde vann.

Kristiansands luft inneholder partikler av fint støv og gasser som kan være skadelige for menneskers helse. De 10 000+ trær vi modellerte anslås hvert år å fjerne over 1 000 kilo forurensning fra luften, hvorav nesten 200 kilo er fint svevestøv (**Figur**). Dette består i stor grad av svært lette gasser og mikroskopiske partikler, og kan derfor gi et reelt bidrag til menneskers helse. Verdien av trærns fjerning av luftforurensning i Kristiansand er anslått til **rundt 843 000 kroner per år**.

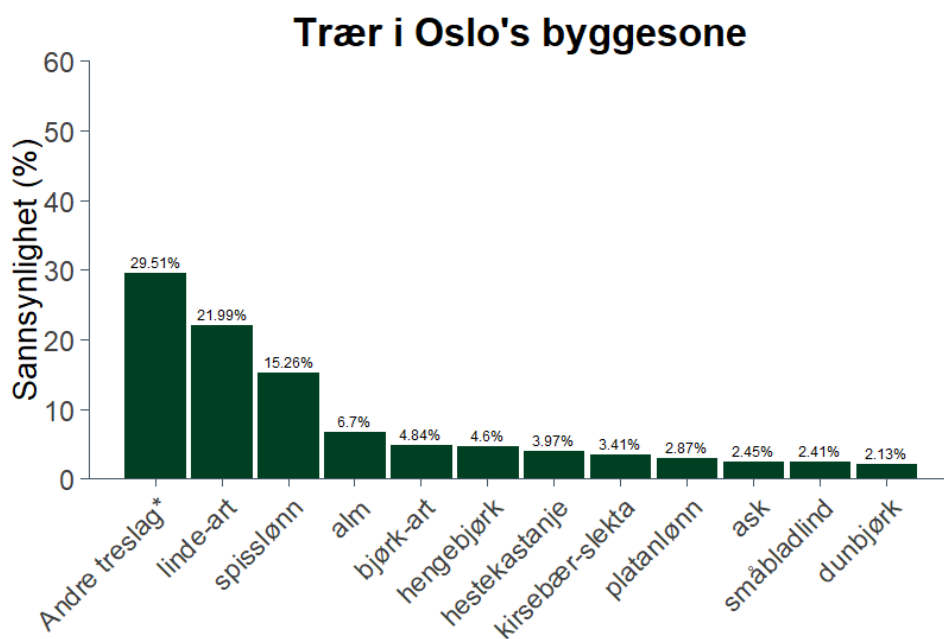


Figur 40: Representasjon av mengden svevestøv som fanges opp fra luften av Kristiansands trær, beregnet med i-Tree Eco, omregnet til antall bensinbiler som slipper ut en tilsvarende mengde svevestøv fra dekk- og veislitasje og eksosutslipp. Dette er basert på modellert fangst av PM_{2,5}-utslipp i i-Tree Eco og gjennomsnittlig PM_{2,5}-utslipp per bensinbil beregnet av Vestlandsforskning for Oslo⁶⁷. Verdiene er beregnet med i-Tree Eco og er basert på lokale luftkvalitetsmålinger kombinert med generiske deponeringstall per bladareal og tar ikke hensyn til andre lokale prosesser på gateplan, som oppvirvling av partikler og ugunstig lokal konsentrasjon med tett beplantning i gateløp.

4.4 Oslo

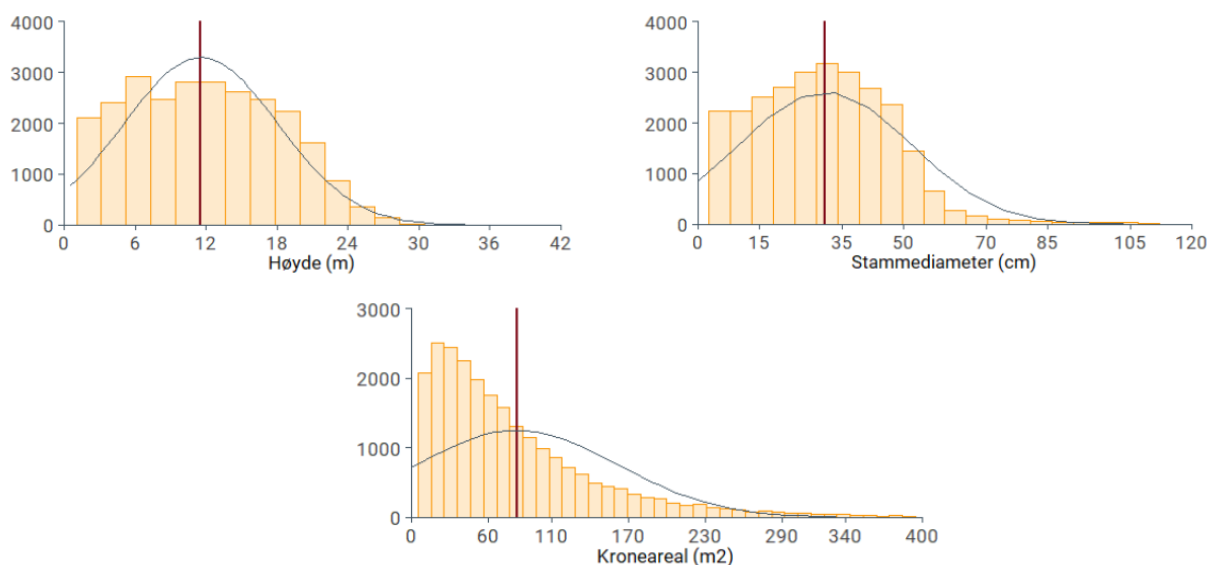
4.4.1 Oslos trær

Basert på vår trekronemodellering anslår vi at det er mer enn 600 000 individuelle trær i Oslos byggesone. Fra tidligere forskning³⁶ hadde vi tilgang til Bymiljøetatens (BYM) registrerte trær med data for treslag og stammeomkrets for om lag 16 000 trær. Det vanligste treslaget registrert av BYM er lind, som representerer omtrent ett av fem trær i byggesonen (**Figur 41**). Spisslønn er også vanlig. Etter det er en del bjørk arter godt representert.



Figur 41: Oversikt over prosentandel trær per art i Oslos byggesone for de modellerte trærne.

Gjennomsnittlig trehøyde ligger på rundt 12 meter og er ganske jevnt fordelt rundt gjennomsnittet? (**Figur 42**). Stammediameter viser en ganske lik distribusjonsform, med en gjennomsnittlig stammediameter er litt over 30 cm, hvor de fleste trærne som er mellom under 60 cm. Svært få registrerte trær har en diameter på over 1 m. Kroneareal viser en annen fordeling, med et gjennomsnittlig areal på ca 80 m², med de fleste trær som har et mindre areal enn det, og noen ganske store kronearealer som trekker opp gjennomsnittet. Den vanligste kronestørrelsen er mellom 10 og 20 m².

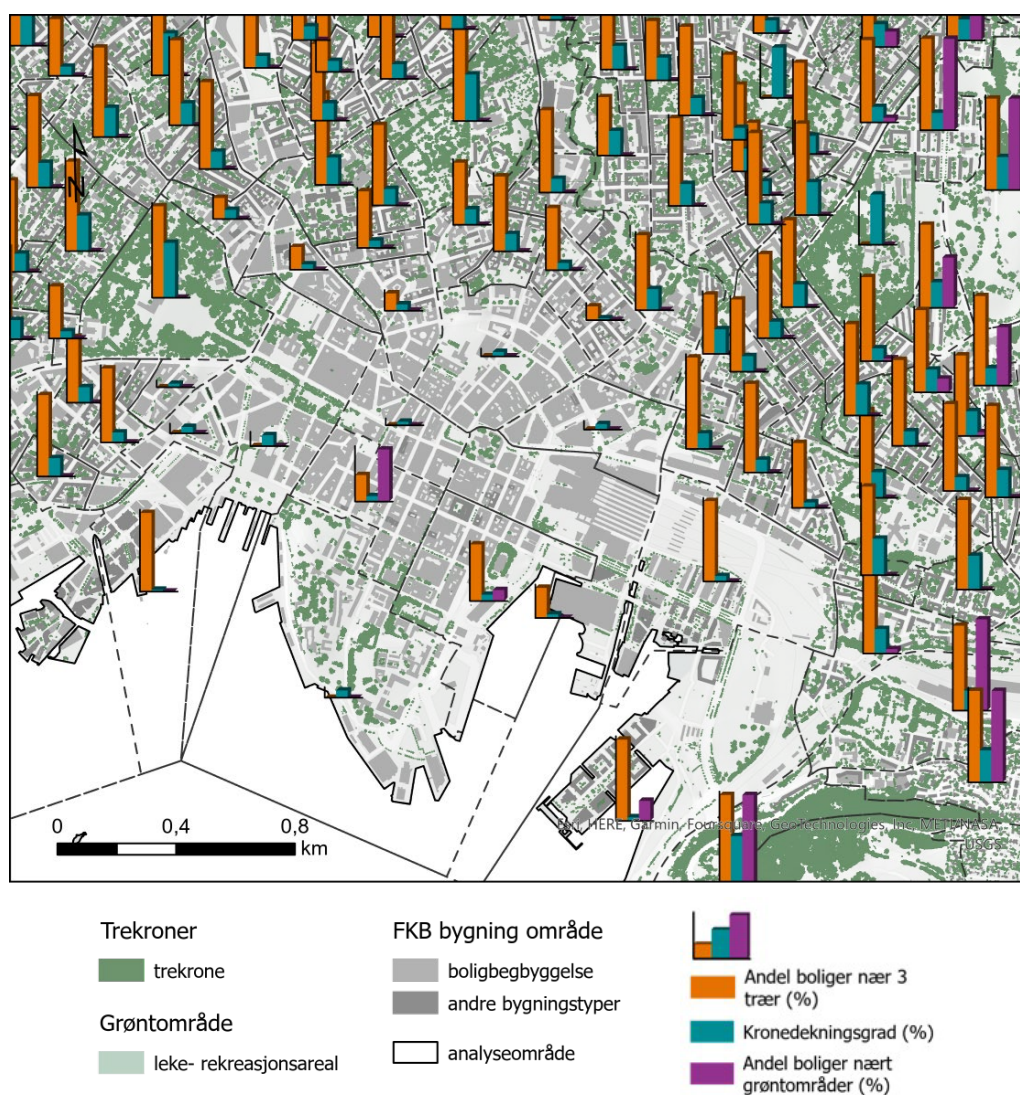


Figur 42: Treegenskaper fra tilgjengelige data for Oslos modellerte trær. Grafen øverst til venstre viser fordelingen av trehøyde over populasjonen, øverst til høyre vises det samme for kroneareal, og nederst vises stammediameter. Gjennomsnittsverdien for hver av disse er vist med den røde vertikale linjen.

4.4.2 Kartlegging av 3-30-300 «regelen»

Vi kartla 3-30-300-«regelen» for å visualisere befolkningens tilgang til grøntområder og trær i Oslo. Kartleggingen viser at 96 % av boligene i Oslo har minst tre trær innenfor en avstand på 15 meter. Dette tilsier at nesten alle beboerne sannsynligvis kan se trær fra hjemmet sitt. Trekronedekket i Oslos byggesone som helhet er beregnet til 34 %. 77 % av boligene ligger innenfor 300 meter fra et grøntområde. Det betyr at tre fjerdedeler av beboerne kan gå til et grøntområde på under 10 minutter.

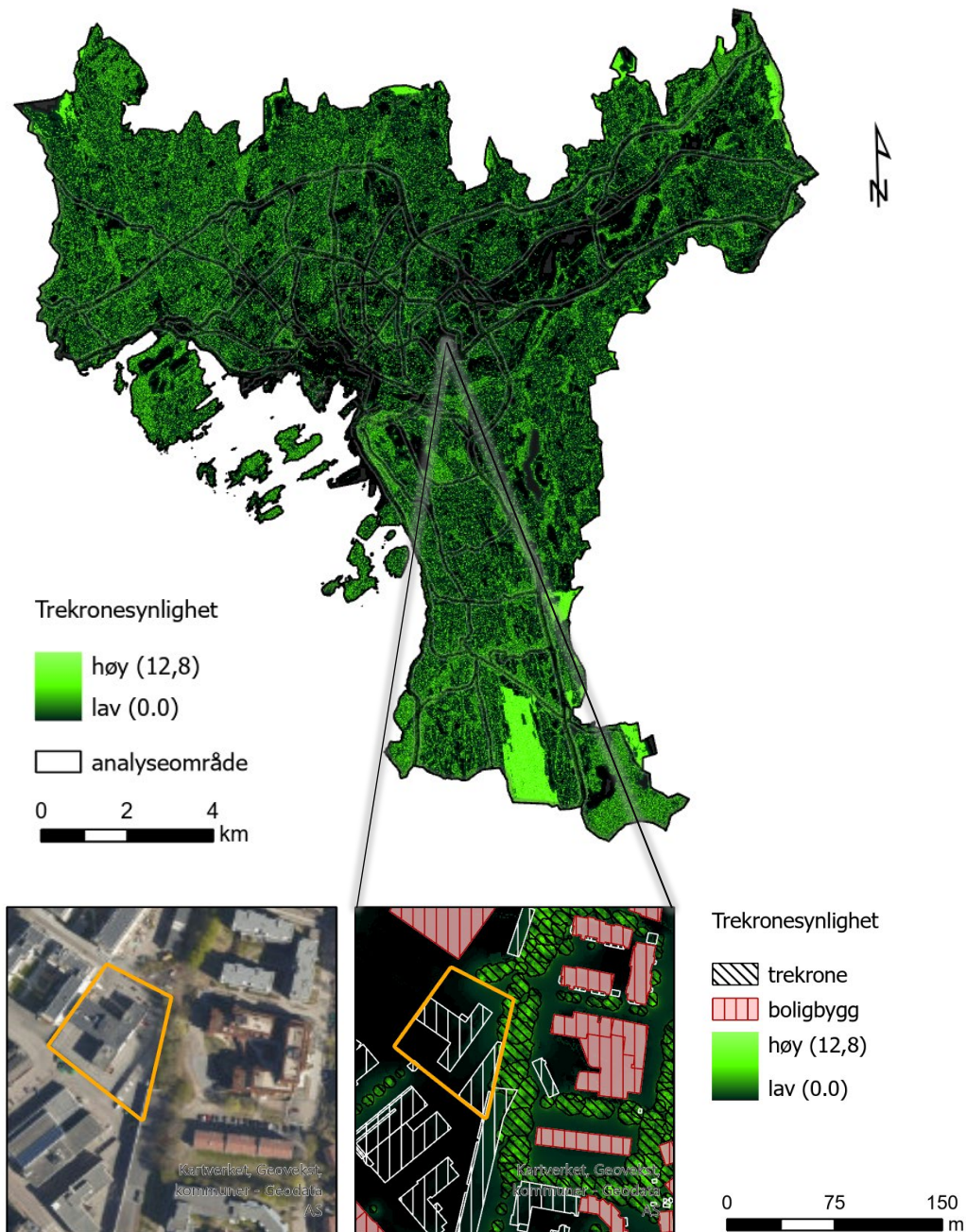
Selv om Oslo totalt sett skårer godt på alle tre indikatorene, er det store forskjeller mellom grunnkretser. Grunnkretser nær markaområdene skårer høyt på alle tre indikatorene. Indikatornivåene synker jo nærmere sentrum man kommer. I Oslo sentrum er det en stor spredning i antall bygninger med trær i nærheten, fra 15 % til 100 %. Trekronedekningsgraden varierer fra 2 % til 60 %, og tilgjengeligheten faller til nesten null bortsett fra grunnkretsen Sentrum 1 - Rode 2. Resultatene per grunnkrets er tilgjengelige i tabell format i datavedlegg 10.4.



Figur 43: Kartlegging av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå i Oslo kommune. Indikatorer: oransje – andel boligbygg nær trær (15 m). Blå – kronedekningsgrad. Lilla - andel boligbygg nært grøntområder (300m). Resultatene per grunnkrets er tilgjengelige i tabellformat i datavedlegg 9.4.

4.4.3 Synlighet av trekroner

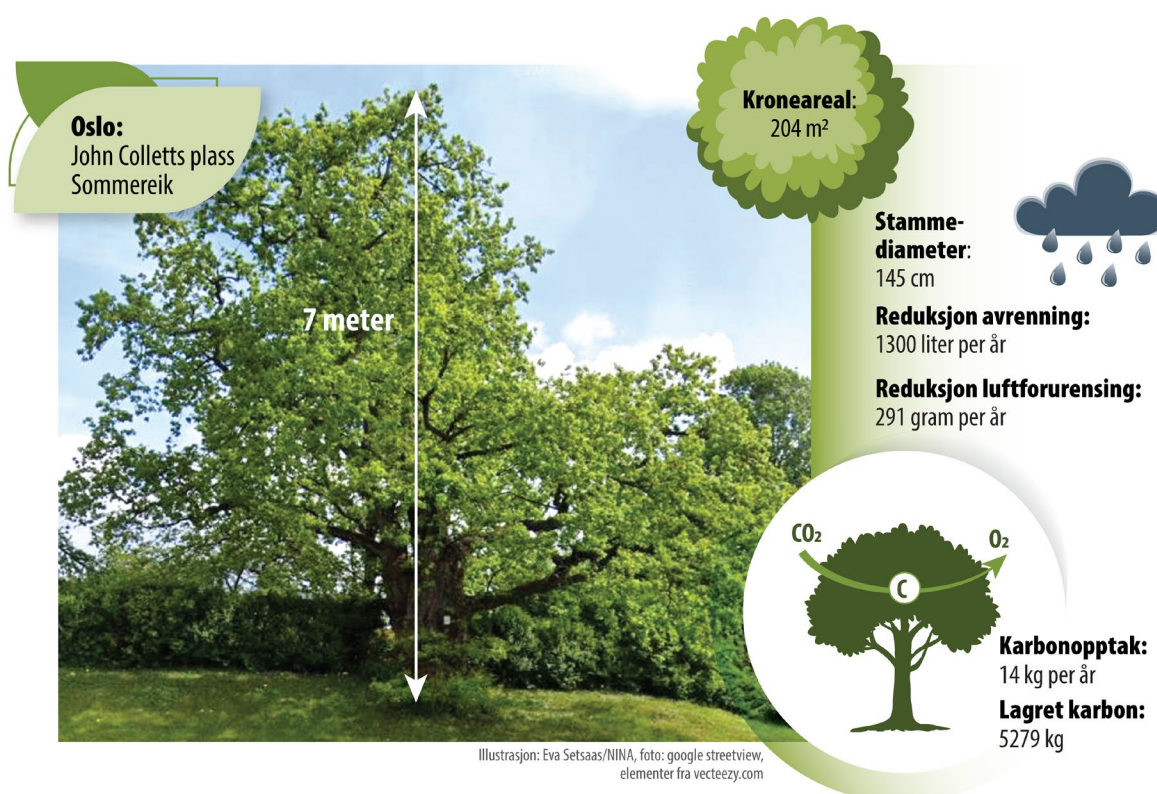
Synlighetskart for trekroner viser synligheten til de 632 915 trærne som er kartlagt i Oslos byggesone (**Figur 44**). Synlighetskartet tar hensyn til synligheten fra alle betraktningvinkler, som gater og eiendommer. Lysegrønne områder indikerer steder der det er fri sikt til trærne, mens mørke områder viser steder der trærne er skjult av hindringer (f. eks bygninger) eller der trærne er lengre unna enn 100 meter og dermed ikke vesentlig synlige (denne terskelen kan endres i modellen). Kongsskogen videregående skolen er synlig på kartet innfelt nederst. Man ser tydelig at trærne langs østsiden av skolen er synlige fra bygget, mens det er nesten ingen trær synlige på vestsiden av bygget. Kartet kan brukes til å identifisere områder der trær er viktige for eksponering til grønt, og for å identifisere områder med lav synlighet. Med denne informasjonen kan man utvikle tiltak for å øke synligheten av trær i byggesonen. Merk at dette kartet er et eksempel på modellert synlighet. Forutsetningene bak beregningen bør vurderes før kartene anvendes.



Figur 44: Synlighet av trekroner i Oslo. Kartet viser svarte områder der man ikke kan se noen trær fra noen retning. Grønne områder betyr at man har en klar utsikt til minst ett tre. Jo grønnere det er, jo mer synlig trær er. Så, grønne områder er der man er mest eksponert for trær. Kartet er tilgjengelig i Oslos byatlas under «Trekrone synlighet»: <https://experience.arcgis.com/experience/aa5030c8735946949086e4ee3dd7638b/>

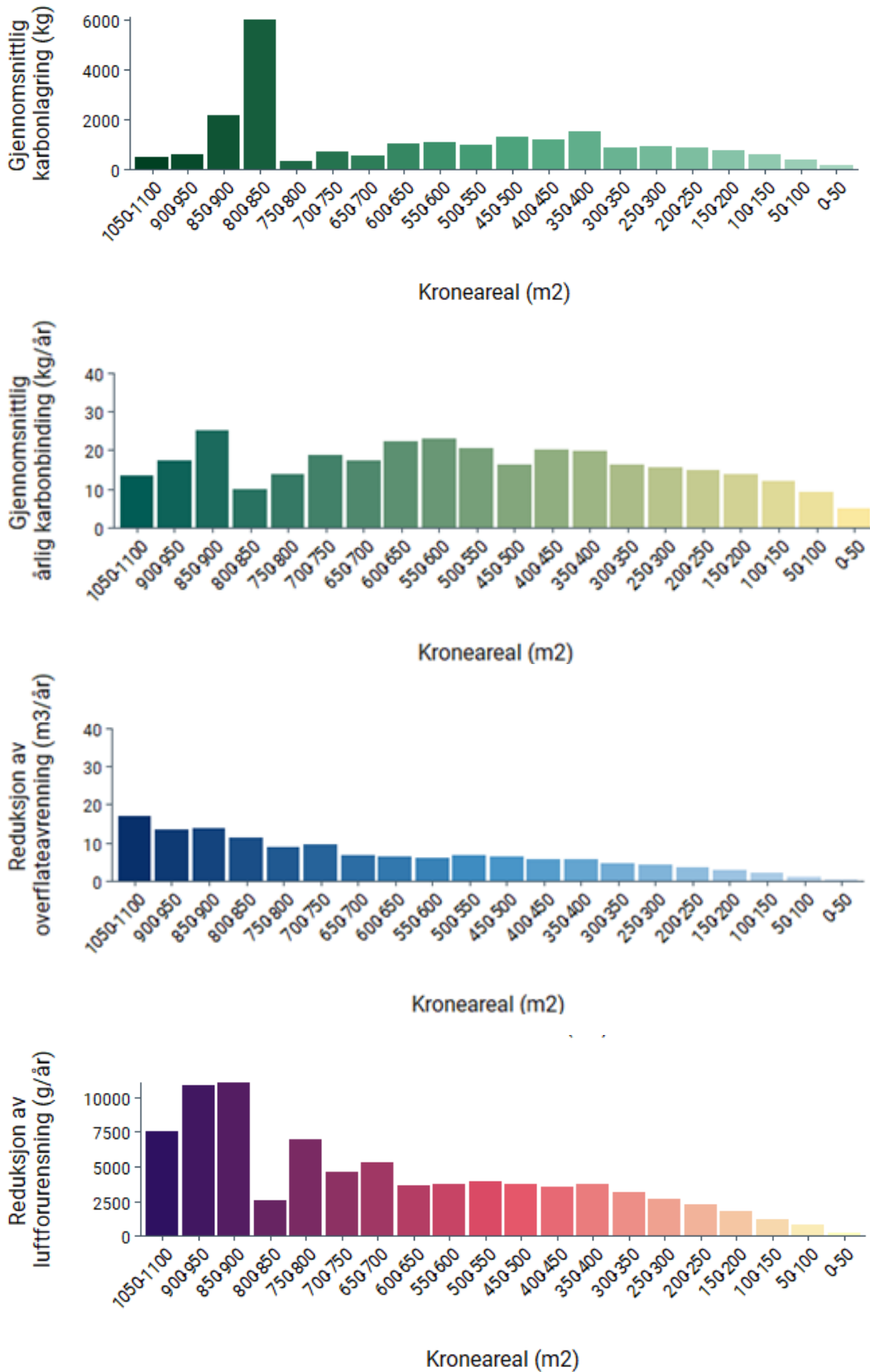
4.4.4 Trærnes økosystemtjenester

Ser vi på økosystemtjenestene som Oslos trær gir, kan vi ta et av de mest verdifulle treslagene som et godt eksempel på potensialet i å vedlikeholde gamle trær. I en skråning ved John Colletts plass i Ullevål Hageby står et gammelt eiketree (**Figur 45**). Det er ikke særlig høyt (ca. 7 m), men det har den bredeste stammen av alle registrerte eiketrær (145 cm), og kan derfor være en av de eldst registrerte eikene i Oslos byggesone. Dette treet anslås å lagre over 5 000 kg karbon, og hvert år fanger det ytterligere ca. 14 kg. Det hindrer også over 1 300 liter overvann som potensielt belaster avløpsnett, og er beregnet å fjerne nesten 300 gram luftforurensning per år. Det er ikke det mest verdifulle treet når det gjelder regulerende økosystemtjenester, men gamle hule eiker som disse gir også verdifulle leveområder for arter og har stor estetisk (og noen ganger kulturhistorisk) verdi. Dette treet er derfor en god illustrasjon på det store spekteret av fordeler som gamle trær kan gi.



Figur 45: Oversikt over egenskaper og regulerende økosystemtjenester levert av en stor sommereik på John Colletts plass i Oslo, beregnet med i-Tree Eco.

Selv om dette er et stort tre, er det bare et av mange tusen trær i Oslos byggeområde. Vi brukte modelleringsresultater for de registrerte 16 000 trærne i i-Tree Eco⁹ for å beregne økosystemtjenestene de leverer, og ekstrapolerte. Selv om dette er et stort tre, er det bare et av mange tusen trær i Oslos byggeområde. Vi brukte modelleringsresultater for de registrerte 16 000 trærne i i-Tree Eco⁹ for å beregne økosystemtjenestene de leverer, og brukte disse verdiene til å estimere verdiene til de 600 000+ trærne i Oslo som vi kartla ved bruk av fjernmålingsdata. **Figur 46** viser gjennomsnittlig karbonlagring, karbonbinding, reduksjon av overflateavrenning og reduksjon av luftforurensning, for ulike kronestørrelser. Dette viser tydelig at for de fleste økosystemtjenester, jo større kronestørrelsen er, jo større bidrag fra treet. Konklusjonen av dette er at hvis vi tar godt vare på trær, lar dem bli gamle og holde seg friske, vil fordelene de gir oss fortsette å øke for hvert år.

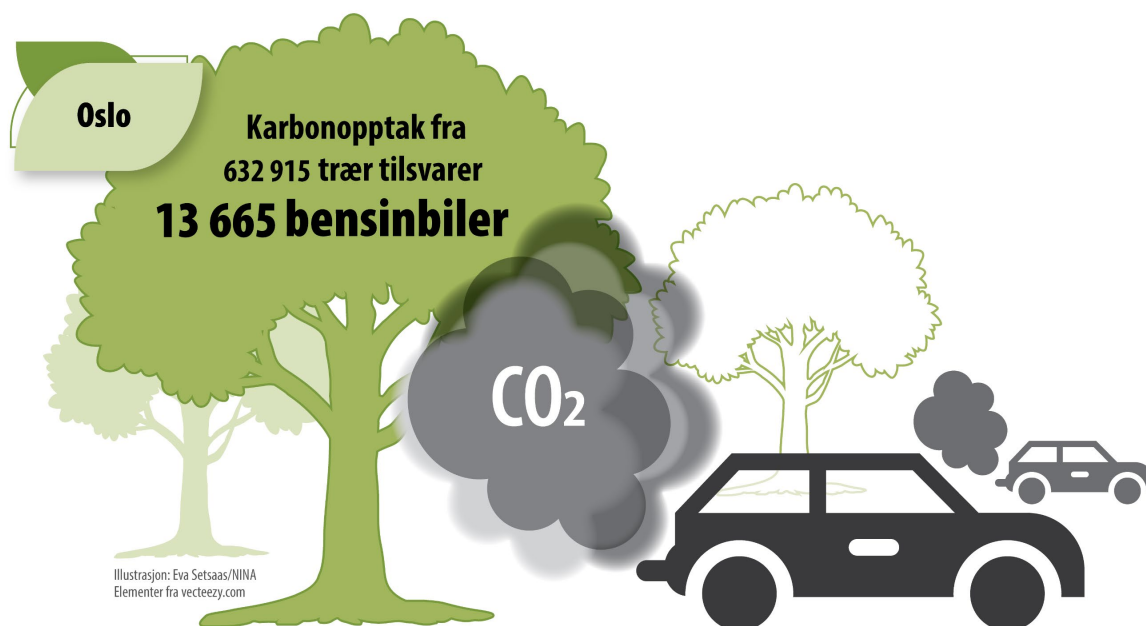


Figur 46: Gjennomsnittlig omfang av karbonlagring, årlig karbonbinding, årlig reduksjon av overflateavrenning og årlig reduksjon av luftforurensning, per kronestørrelse-klasse, for de modellerte trærne i Oslo.

4.4.5 Nytteverdi for kommunen

Hva betyr disse funnene for hele kommunen? Vi oppsummerte alle fordelene som disse 600 000+ trærne i Oslo anslås å gi samfunnet i form av økosystemtjenester, for å gi et klarere bilde av tallene og hva de betyr.

Oslos bytrær fanger hvert år mer enn 5,5 millioner kilo karbon, noe som tilsvarer de årlige utslippene fra over 13 000 fossilbiler^{29 30} (**Figur 47**). Den økonomiske verdien av denne tjenesten er anslått til **rundt 10,5 millioner kroner per år**.

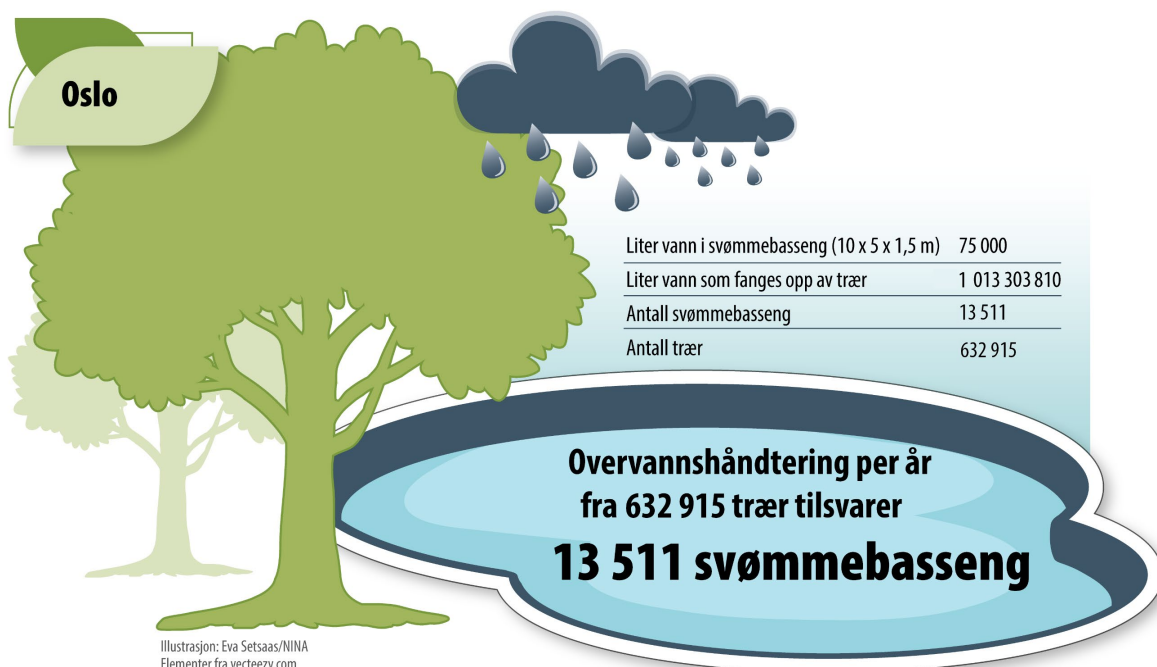


Figur 47: Karbonbinding i Oslos trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til tilsvarende antall bilsbilers utslipp, basert på gjennomsnittlig utslipp per kilometer og gjennomsnittlig kjørte kilometer per bil.

Samtidig hindrer disse trærne at over 1 milliard liter vann per år overvann potensielt belaster avløpsnett, eller tilsvarende over 13 000 svømmebassenger på 10 x 5 x 1,5 m (**Figur 48**). Dette anslås å ha en økonomisk verdi på **rundt 7,9 millioner kroner per år**.

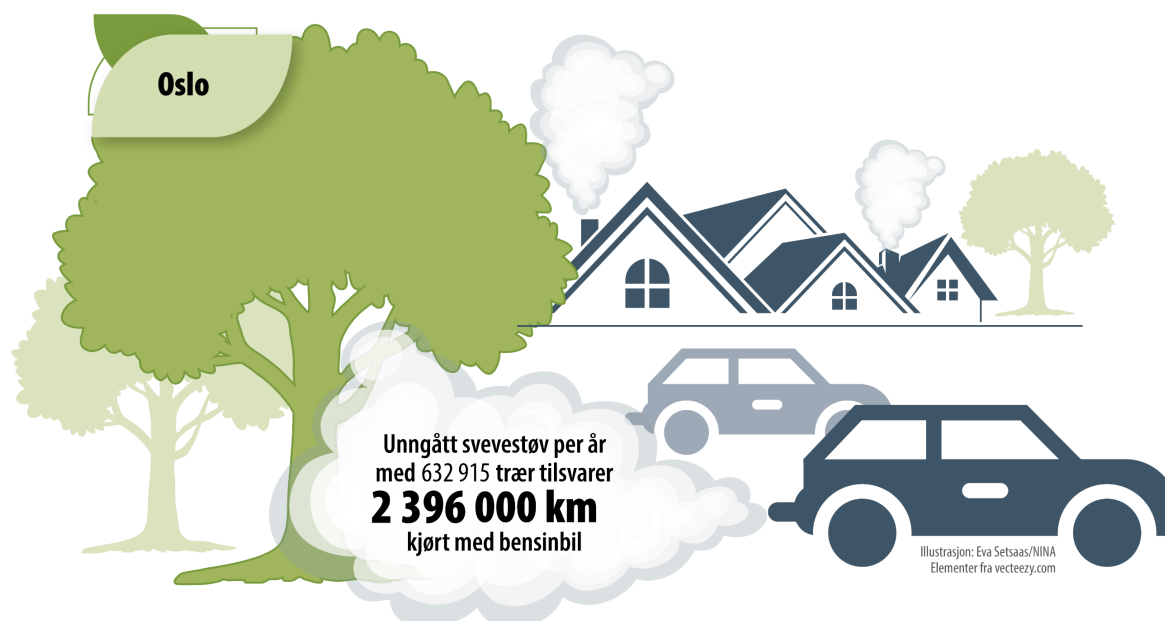
²⁹ <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk>

³⁰ <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/kjorelengder>



Figur 48: Representasjon av mengden overvannshåndtering av Oslos trær beregnet av i-Tree Eco, omregnet til antall gjennomsnittlige svømmebassenger som inneholder en tilsvarende mengde vann.

Oslos luft har mikroskopiske partikler av fint støv og gasser som kan være skadelige for menneskers helse. De mer enn 600 000 trærne anslås hvert år å fjerne over 321 000 kilo forurensning fra luften, hvorav over 9 000 kilo fint svevestøv (**Figur 49**). Dette består i stor grad av svært lette gasser og mikroskopiske partikler og kan derfor gi et reelt bidrag til menneskers helse. Verdien av trærnes renseseffekt er anslått til **rundt 205 millioner kroner per år**.



Figur 49: Representasjon av mengden svevestøv som fanges opp fra luften av Oslos trær, beregnet med i-Tree Eco, omregnet til antall bensinbiler som slipper ut en tilsvarende mengde svevestøv fra dekk- og veislitasje og eksosutslipp. Dette er basert på modellert fangst av PM_{2,5}-utslipp i i-Tree Eco og gjennomsnittlig PM_{2,5}-utslipp per bensinbil beregnet av Vestlandforskning for Oslo⁶⁷. Verdiene beregnet med i-Tree Eco er basert på lokale luftkvalitetsmålinger kombinert med generiske deponeringsrater per bladareal og tar ikke hensyn til andre lokale prosesser på gateplan, som oppvirvling av partikler og ugunstig lokal konsentrasjon med tett beplantning i gateløp.



Foto: Karsten Nordal Hauken

5 Eksempler på anvendelser i utvalgte kommuner

5.1 Innledning - anvendelser av i-Tree-Eco

Under arbeidet med rapporten etterlyste noen kommuner eksempler på hvordan modellering av økosystemtjenester kunne gjøres for avgrensede prosjektområder eller sektorer. Her viser vi ett prosjekteksempel fra en veistrekning i Bodø som planlegges oppgradert, og en beregning for et undervisningsbygg i Oslos byggesone.

5.2 Bodø - økosystemtjenestene i et veiprojekt

Hålogalandsgata er en gammel og velkjent vei i Bodø, som fungerer som en ringvei rundt sentrum. Den består av to kjørefelt, delt av en rekke med trær, for det meste svensk asal (**Figur 50**). Bodø kommune planlegger å oppgradere denne veien, og det fysiske oppgraderingsarbeidet er planlagt å starte i 2026-2027. En del av oppgraderingen består i å legge ny drenering for vann og avløp under det sentrale grøntområdet mellom kjørefeltene. Det betyr at det kan bli nødvendig å hogge ned trærne som står der i forbindelse med oppgradering av veien. For å vurdere de mulige effektene av å fjerne disse trærne har vi modellert deres økosystemtjenester i i-Tree Eco.

Vi modellerte 328 trær (**Tabell 4**), med et samlet kroneareal på rundt 20 000 kvadratmeter. Disse er modellert til å inneholde over 70 000 kilo karbon og binde over 3 000 kilo hvert år. De bidrar til å håndtere over 300 kubikkmeter overvann, og fjerner over 10 000 gram svevestøv og gasspartikler fra luften. Dette gir en samlet økonomisk verdi på over 50 000 kroner hvert år for økosystemtjenestene fra trærne. Vi gjør oppmerksom på at vi ikke har overvåkingsdata for SO₂ og NO₂ i Bodø, så fordelene ved å fjerne disse partiklene fra en mye brukt ringvei er ikke inkludert. Vi inkluderer heller ikke andre verdier i vårt estimat, som for eksempel den estetiske verdien av en lang rekke trær langs veien. I i-Tree Eco-modelleringen er det imidlertid tydelig at disse trærne gir Bodøs innbyggere en betydelig årlig nytteverdi, som ville gått tapt hvis de ble fjernet som en del av renoveringsprosjektet.



Figur 50: Foto av en del av Hålogalandsgata, som illustrerer trerekken i den gressklede midt-rabatten. Bildet er hentet fra Google Streetview.

Tabell 6 Oversikt over trærne langs Hålogalandsgata i Bodø og deres modellerte økosystemtjenester i i-Tree Eco. Summerte verdier, medianverdier og gjennomsnitt med standardavvik er oppgitt.

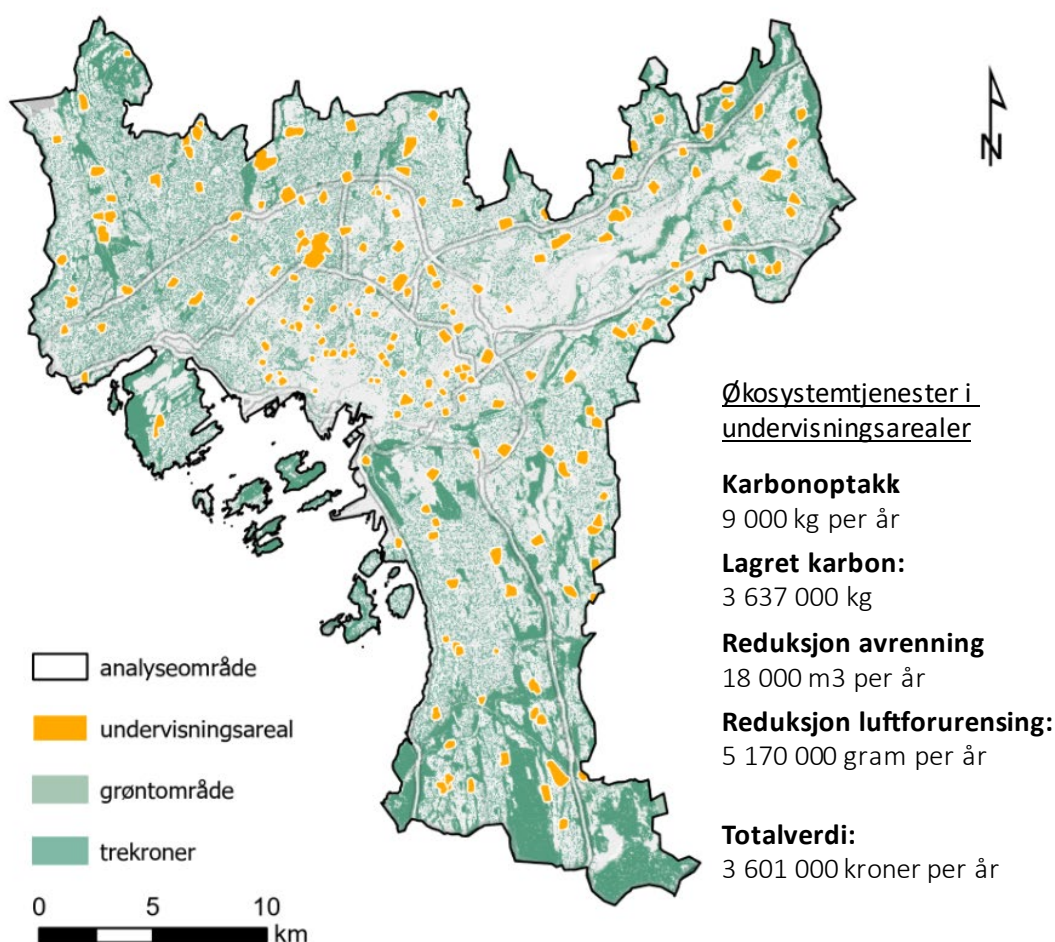
	Sum alle trær	Median tre	Snitt ± std.avvik tre	enhet
Antall trær	328			
DBH		28.7	25.3 ± 9.6	cm
Høyde		8.2	7.8 ± 5.5	m
Kroneareal	19943	56.7	61 ± 25.3	m ²
Karbonlagring	71932	260.5	219.3 ± 131	kg C
Årlig karbonbinding	3322	10.8	10.1 ± 6.8	C/år
Reduksjon av overflateavrenning	306	0.9	0.9 ± 5.5	m ³ /år
Reduksjon av PM_{2.5}	9158	6.4	6.7 ± 6.2	g/år
Reduksjon av PM₁₀	2092	28	28.2 ± 12.3	g/år
Reduksjon av luftforurensing	11252	34.4	34.3 ± 14.6	g/år
Totalverdi Økosystemtjenester	52 243	68.7	159.3 ± 160.3	Nkr/år

5.3 Oslo – økosystemtjenestene i arealer med undervisningsbygg

Oslo kommune ønsket å se et eksempel på beregning av verdier av økosystemtjenester på arealer med undervisningsbygg. Skoleområder er viktige for barn og unges oppvekst, og trær kan bidra til å skape et godt miljø. For å vurdere verdien av trær på skoleområder, har vi modellert deres økosystemtjenester i i-Tree Eco. Vi har også kartlagt trærns synlighetsverdier for en case studie ved bruk av applikasjonen *r.visual.impact*⁶⁸.

Regulerende økosystemtjenester på arealer med undervisningsbygg

Vi fant at det er 9 885 trær på skoleområdene i Oslo (**Figur 51, Tabell 7**). Disse trærne har et samlet trekroneareal på rundt 1 051 000 kvadratmeter, som utgjør ca. 2 % av det totale trekronearealet i Oslos byggesone. Trærne binder over 3,6 millioner tonn karbon hvert år, og hindrer over 18 000 kubikkmeter overvann i potensielt å belaste avløpsnett. De fjerner også over 5,1 millioner gram svevestøv og gasspartikler fra luften. Dette gir en samlet økonomisk verdi på over 3,6 millioner kroner hvert år, eller tilsvarende ca. 2% av den beregnede økonomiske verdien av regulerende tjenester fra trær i byggesonen. Beregningen tar ikke høyde for andre økosystemtjenester eller helseeffekter av eksponering til grønnsstruktur, for eksempel positive effekter på barn og unges mentale helse og kognitive utvikling⁶⁹.



Figur 51: Regulerende økosystemtjenester beregnet med i-Tree Eco for undervisningsarealer i Oslo.

Tabell 7: Oversikt over trærne for undervisningsarealer i Oslo og deres modellerte økosystemtjenester i i-Tree Eco. Summerte verdier, medianverdier og gjennomsnitt med standardavvik er oppgitt.

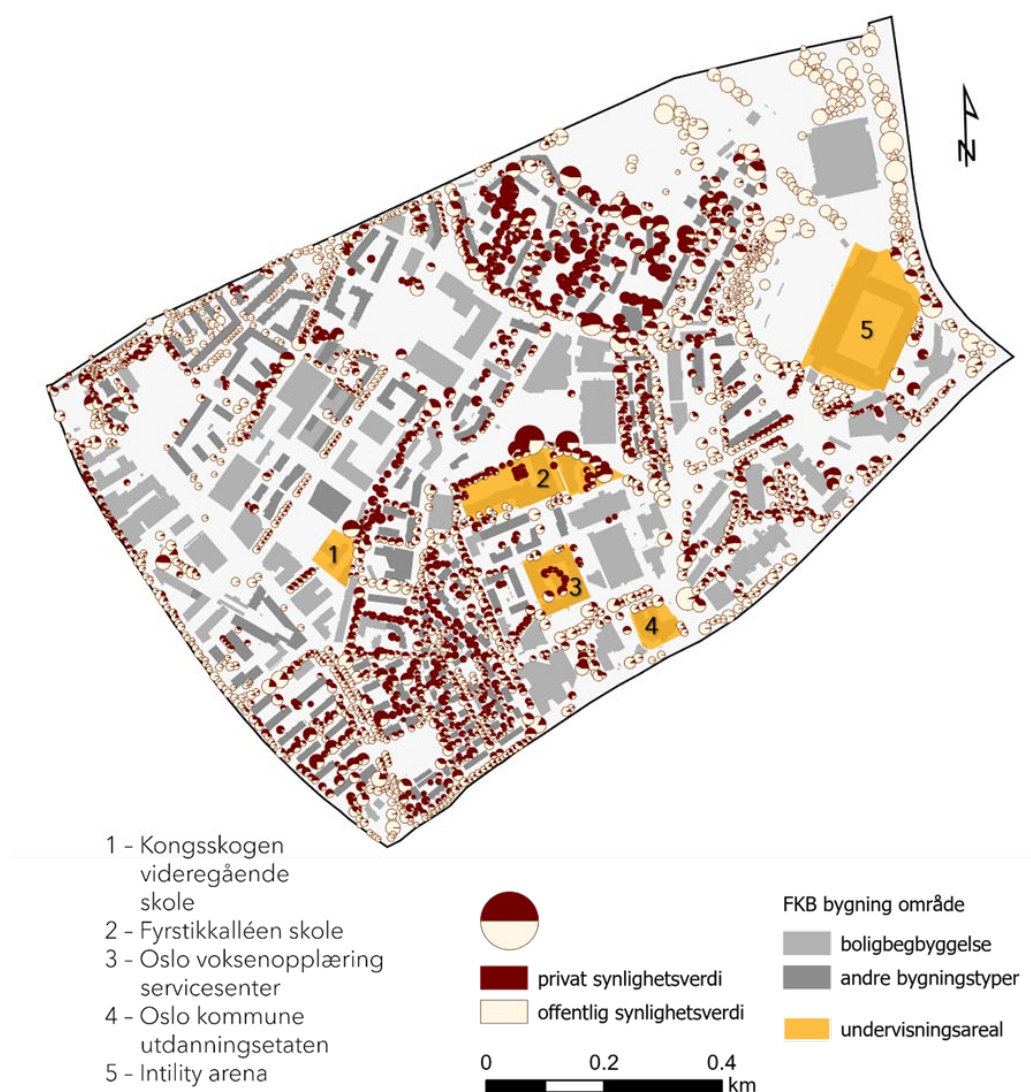
	Sum alle trær	Median tre	Snitt ± std.avvik tre	enhet
Antall trær	9885			
DBH		35.4	34.5 ± 12.9	cm
Høyde		14.1	13.9 ± 6.1	m
Kroneareal	1051102	86	106.3 ± 76.8	m ²
Karbonlagring	3637256	313.6	368 ± 301	kg C
Årlig karbonbinding	9027	9.1	9.1 ± 4.4	C/år
Reduksjon av overflateavrenning	17589	1.5	1.8 ± 1.2	m ³ /år
Reduksjon av PM2.5	1459012	97.3	147.6 ± 157.2	g/år
Reduksjon av PM10	149863	10.2	15.2 ± 15.9	g/år
Reduksjon av SO₂	107326	7.2	10.9 ± 11.6	
Reduksjon av luftforurensing	5170052	343.7	523.0 ± 558.4	g/år
Totalverdi Økosystemtjenester	3600547	247.8	364.2 ± 366.6	Nkr/år

Eksempel - Kartlegging av privat og offentlig synlighet av trær i Ensjø og Valle

I dette eksemplet viser vi betydningen av trær på privat grunn for synlighet på offentlig grunn. Kartet viser et kakediagram for hvert tre som viser fordelingen mellom privat og offentlig tresynlighet. Kakediagramstørrelsen viser den summerte verdien av privat og offentlig tresynlighet, et større diagram betyr at treet er mer synlige. Metodebeskrivelsen og definisjonen for privat og offentlig åpent område er basert på Cimburova et al. (2023) og beskrevet på GitHub.

Totalt er tresynlighetsverdien beregnet for 2 292 trær. Medianverdien for privat synlighet per tre er 42 og medianverdien for offentlig synlighet per tre er 16. Vi ser at offentlige synlighetsverdier (0 – 400) har en litt mindre spennvidde enn private synlighetsverdier (0 – 420). Størrelsen på private/offentlige synlighetsverdier er enhetsløse fordi vi brukte Distance Decay-funksjonen. Dette betyr at private eller offentlige piksler nærmere treet har en større vekt i den resulterende synlighetsverdien enn piksler lenger fra treet.

Fyrstikkalleen skole- og barnehage, samt Oslo Voksenopplæringsssenter, har flere trær på skolens areal som øker synligheten på skolegårdsplassen. Du ser at andelen av synlighet som ligger på skoleeiendommer er nesten helt privat, dette skyldes at skoleeiendommer ofte er klassifisert som private rom. Kongsskogen videregående skole har derimot ikke trær på skoleområdet, men store trær langs gaten er synlige fra undervisningslokalene.



Figur 52: Kart som viser privat og offentlig tresynlighet i Ensjø og Valle. Kakediagrammene viser for delingen mellom privat og offentlig synlighet for hvert tre, størrelse viser den summerte verdien av privat og offentlig tresynlighet. Kartlag er tilgjengelig i Oslo's Bytreatlas under kartlaggruppe Tresynlighet: <https://experience.arcgis.com/experience/aa5030c8735946949086e4ee3dd7638b/page/Innsynskart/>



Foto: Bart Immerzeel

6 Erfaringer og anbefalinger fra svenske kommuners etterbruk av i-Tree Eco

6.1 Innledning

Alle i-Trees programmer, inkludert i-Tree Eco, er kun verktøy for å få en bedre forståelse av de kvantifiserbare økosystemtjenestene som trærne leverer. I likhet med alle andre verktøy er det derfor viktig å håndtere verktøyet på riktig måte, men også å innse at endringer bare skjer hvis man har et klart fokus fra begynnelsen av og bruker resultatene på riktig måte, avhengig av målgruppe og formål. Ingenting skjer automatisk, og noen ganger kan det ta lang tid før endringen blir synlig. Som et eksempel på hvordan kommunal forvaltning kan arbeide med i-Tree Eco, og hvordan et stortilt nasjonalt i-Tree-prosjekt kan påvirke ulike taktiske nivåer, beskriver dette kapitlet det svenske i-Tree-prosjektet og hvordan et utvalg svenske kommuner har arbeidet med i-Tree Eco. Kapitlet avsluttes med tanker om hvordan det svenske arbeidet med i-Tree kunne ha vært gjort annerledes, og hvor utviklingen ser ut til å være på vei.

6.2 Prosjektet i-Tree Sverige

i-Tree Sveige var et unikt internasjonalt prosjekt som ble drevet av SLU (Sveriges lantbruksuniversitet) og 26 organisasjoner over hele Sverige. Målet var å bruke i-Tree Eco-verktøyet til å beregne en rekke økosystemtjenester fra svenske bytrær - både i form av fysisk kvantitet og i penger. Ni kommuner og fire boligselskaper bidro til prosjektet med inventering av til sammen 16 223 trær. Trebestandene er beregnet til å utgjøre totalt 12 522 003 trær i kommunene og 8 552 trær i boligselskapenes områder. Til sammen utgjør disse bestandene en stor "kapital" i form av en rekke økosystemtjenester, og basert på i-Tree Eco er det også mulig å skille ut arts- og størrelsesfordelingen innenfor trebestandene.

6.2.1 Datainnsamling

I det svenske i-Tree-prosjektet var det opp til hver enkelt kommune å sette geografiske grenser for inkludering og å samle inn alle data til i-Tree Sverige-prosjektet. For noen kommuner innebar dette at store bynære områder ble inkludert, andre inkluderte bare sentrale bydeler. For boligselskapene innebar prosjektet ofte at det ble gjennomført fullskala inventeringer. For de ene som arbeidet med utvalgsflater, var det en standardisert metode for hvordan utvalgsflatene skulle fordeles.

Valget om å overlate mange av beslutningene til kommuneadministrasjonene førte med seg både fordeler og ulemper for prosjektet. En stor svakhet var mangelen på sammenlignbarhet mellom de ulike kommunene. Kommuner som inkluderte bynære områder, hadde naturlig nok en større bestand av trær, og dermed en større mengde økosystemtjenester, enn kommuner som bare inkluderte de sentrale delene av en by. Samtidig ga muligheten til å sette grensene selv en større motivasjon for administrasjonene, ettersom de kunne påvirke prosjektet og hvilke områder de anså som viktigst å ta med i datagrunnlaget, som deretter kunne brukes i kontakt med for eksempel politikere, media eller andre administrasjoner. For kommuner som ønsket å vise viktigheten av for eksempel naturlignende beplantninger, ble det dermed viktig at også denne typen områder ble inkludert i prosjektet.

Under inventeringen ble det utarbeidet klare definisjoner for alle parametere for treinventering, som også var inkludert i Standard for treinventering i urbane miljøer 2.0 (nå 3.0). I prosjektet ble det også arrangert workshops for å gå gjennom inventeringsparametere, slik at de som skulle utføre inventeringen, samlet inn sammenlignbare data. Siden mange svenske kommuner allerede har arbeidet i henhold til standarden, var dette et godt utgangspunkt. Samtidig kreves det andre typer parametere når i-Tree Eco-data samles inn sammenlignet med vanlige inventeringer. Derfor var det spesielt verdifullt å synkronisere dem som skulle utføre selve inventeringen. Prosjektet inneholdt også klare eksempler på hva operatørene bør gjøre i mer spesielle tilfeller, som ofte tar mye

tid, for eksempel flerstammede trær, busker, trær som vokser i bestander og trær i nærheten av f.eks. bygninger.

For å skape gode forutsetninger for inventeringen er det viktig at alle forstår formålet med inventeringen og programmet. Ved å forstå hvordan programmet fungerer, er det lettere å forstå hvorfor visse parametere skal inkluderes, og hvordan parameterne skal samles inn hvis det er uklårheter, for eksempel hvor stor andel av kronen som mangler, som er en parameter som ofte skaper forvirring for førstegangs feltarbeidere.

Det er også viktig å vite hva som skal inkluderes og hva som ikke skal inkluderes. Et tydelig eksempel på dette er hvilken nedre grense som skal brukes for å avgjøre om trær/busker skal inkluderes. Dette er spesielt viktig hvis inventeringene skal gjentas, slik at de to datainnsamlingene ikke blir forskjellige.

6.2.2 Resultater fra i-Tree Sverige-prosjektet

Høsten 2020 ble prosjektet sammenstilt i en sluttrapport⁵, og resultatene viste blant annet at kommunenes trebestander hovedsakelig besto av gran, furu, bjørk og eik, med unntak av de sørligere byene der arter som lind, selje, fuglekirsebær, bøk og agnbøk også er representert i toppsjiktet av de vanligste artene. Samtidig viste resultatene at det ikke nødvendigvis var de mest tallrike artene som bidro med størst kapasitet for økosystemtjenester. I noen tilfeller viste det seg at arter med en representasjon på under to prosent i trebestanden overgikk andre mer tallrike arter i sin evne til å bidra til økosystemtjenester.

Når det gjelder økosystemtjenester som fangst og lagring av karbon og forebygging av karbonutslipp, viser resultatene at den totale mengden karbon som er lagret i i-Tree Sveriges trebestand, er beregnet til 727 821 tonn. Omregnet til karbondioksid tilsvarer dette 8 460 587 tonn, noe som tilsvarer det årlige utslippet av karbondioksid fra 5 640 391 personbiler. I tillegg til karbonlagring og karbonfangst viser rapporten også hvor mye trærne bidrar til å redusere luftforurensning og fordøye overvann, og gir en overordnet prognose for fremtidige utfordringer.

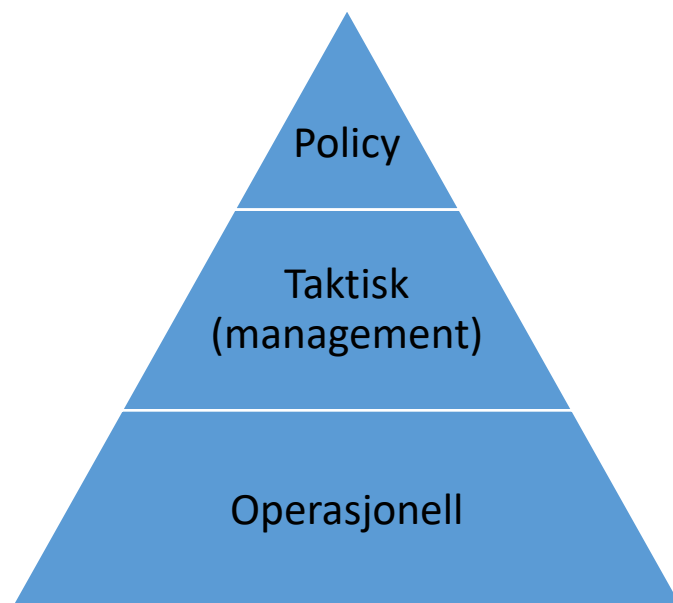
Prosjektet skapte en nasjonal enighet om hvordan i-Tree-dataene kan tolkes og illustreres, men fremfor alt skapte det stor oppmerksomhet rundt programmets muligheter til å vise trærnes positive egenskaper, og dermed fikk bytrærne mer oppmerksomhet fra media, myndigheter og privatpersoner.

6.3 i-Tree Sveriges innvirkning på ulike nivåer

I i-Tree Sverige-rapporten beskrives de ulike nivåene der beslutninger om trær og grøntområder tas (politisk, taktisk og operativt nivå). I i-Tree Sverige-prosjektet kom representantene fra det taktiske nivået, noe som betyr at de jobbet med forvaltningsspørsmål knyttet til trær og deretter hadde behov for å kunne påvirke beslutninger som ble tatt på politisk og operativt nivå.

Avhengig av hvilken inventeringsmetode som brukes, kan dataene fra et i-Tree-prosjekt brukes på ulike nivåer. Når man bruker utvalgsflater, kan man for eksempel skape et overordnet bilde av en kommune, noe som er svært nyttig på politisk nivå, men mindre nyttig i det operative arbeidet. Det motsatte gjelder for komplette inventeringer i et avgrenset område, som er nyttige for operative beslutninger, men ikke like effektive på politisk nivå.

På taktisk nivå (ledelsesnivå) handler det ofte både om å skape muligheter for nye politiske og overordnede beslutninger, men også om å jobbe operativt sammen med administrasjonen.



Figur 53: De tre ulike nivåene som beskrives i i-Tree Sverige-prosjektet. Kilde: hentet fra Randrup og Persson (2009)⁷⁰.

Som nevnt tidligere er det ikke lett å knytte ulike beslutninger direkte til i-Tree Sverige-prosjektet, men ofte er det en kombinasjon av mange ulike hendelser, som 3-30-300, klimaendringer, resultater fra EU-prosjekter, medieoppmerksomhet og data fra i-Tree Sverige. Derfor presenteres nedenfor noen ulike beslutninger som er tatt på politisk nivå, dvs. på overordnet nivå i kommunene og hos svenske myndigheter.

På operativt nivå er det imidlertid vanskeligere, ettersom det bare er boligselskapene i i-Tree Sverige-prosjektet som har kartlagt hele trebestanden sin. De operasjonelle eksemplene er derfor mer inspirerende eksempler på hvordan trær har blitt forvaltet på ulike steder enn initiativer som er direkte knyttet til i-Tree Sverige-prosjektet.

6.3.1 Politikk

På overordnet politisk nivå har det skjedd mye siden i-Tree Sverige-rapporten ble utgitt i 2020. Eksemplene er derfor hentet fra ulike nivåer, fra nasjonale myndighetsbeslutninger til mer konkrete beslutninger på kommunalt nivå.

I 2023 lanserte Boverket en nasjonal kartlegging av kronedekning for over 200 svenske bysentra, noe som gjør det taktiske arbeidet i disse kommunene mye enklere. I Boverkets informasjon om måling av kronedekning henviser de til 3-30-300-«regelen» og beskriver kronedekningens betydning for menneskers fysiske og psykiske helse.

Naturvårdsverket har i handlingsprogrammet for særlig verneverdige trær satt et klart mål om at alle svenske byer skal ha 25 % kronedekning, og at alle byer skal ha økt kronedekningen med 2 % innen 2025.

Gjennom Naturvårdsverket er det også mulig å søke om midler til ulike typer naturverntiltak. Disse midlene kalles LONA (Lokala naturvårdssatsningen) og har blitt brukt av flere svenske kommuner til å gjennomføre i-Tree Eco- og i-Tree Canopy-undersøkelser.

Gjennom Boverket og Naturvårdsverket har spørsmål om træs økosystemtjenester og kronedekning fått økt oppmerksomhet og gjort det mulig for svenske kommuner å henvise til disse myndighetene når de ønsker å gjennomføre ulike tiltak eller har hatt behov for å underbygge beslutninger.

En by som har brukt disse anbefalingene til å påvirke på politisk nivå er Malmö, som har plantet trær i bydelen Möllevången med medfinansiering fra Boverket. Treplantingen er en del av arbeidet

med å øke kronedekket i et av Malmös områder med lavest kronedekke. Prosjektet innebar at det ble plantet 150 nye trær i bydelen. Byens arbeid med kronedekning har dermed ført til at nye trær plantes ut fra behov og ikke ut fra enkeltpersoners ønsker, noe som ofte er tilfelle i mange byer.

En av de store beslutningene som nylig er tatt i Malmö når det gjelder trær og grøntområder, er at 3-30-300-«regelen» blir en del av byens overordnede plan. Saken ble diskutert i løpet av 2023, og høsten 2023 ble det endelig besluttet at "3-30-300-modellen skal innføres i Malmö. Modellen har som mål at alle skal kunne se minst tre trær fra hjemmet, skolen og arbeidsplassen, at bykvartalene skal ha minst 30 prosent takoverdekning og at alle innbyggere skal ha maksimalt 300 meter fra hjemmet sitt til et grøntområde" (s.22).⁷¹

Ved å beregne trærnes kvantitative bidrag til økosystemtjenestene har man satt spørsmålsteget ved hvor mange erstatningstrær som plantes når trær må felles, for eksempel i forbindelse med bygging, og har nå en tettere kobling til de økosystemtjenestene som går tapt når trær felles.

6.3.2 Operasjonelt

i-Tree Sverige fokuserte på kronedekning som et godt mål for å beregne økosystemtjenester og sette mål for hvor grønne byer bør være. Dette, sammen med et stort nasjonalt og internasjonalt fokus på behovet for økt kronedekning, har ført til at stadig flere byer nå enten setter, eller er i ferd med å sette, mål for kronedekning. Dette fører i sin tur blant annet til utvikling av beregningsmodeller for fremtidig kronedekning, mer fokus på å beskytte trær under bygging, men også til ulike typer kartlegging av hvor behovet for økt kronedekning er størst.

Andre operasjonelle bruksområder har vært å

- Inkludere i-Tree Eco-data i storskala inventeringer, slik at økosystemtjenestene til hvert enkelt tre blir synlige i kommunenes databaser.
- Når trær må felles, stilles det oftere spørsmål om det tapte kronedekket. Håpet er at dette vil føre til at flere trær beholdes i områder som f.eks. grøftes.

6.3.3 Media

Et aspekt ved i-Tree Sverige-prosjektet som også er viktig å merke seg, er det store mediefokuset som prosjektet fikk. Gjennom pressemeldingene som ble sendt ut fra sentralt hold i ulike deler av prosjektet, for eksempel i starten av prosjektet, da inventeringene ble gjennomført og da rapporten ble utgitt, samt de mange lokale pressekontaktene, fikk både prosjektet og deltakerne betydelig medieoppmerksomhet. Dette har ikke bare ført til en rekke radio- og TV-programmer, avisartikler og intervjuer, men også til at informasjon om prosjektet har nådd ut til allmennheten og dermed også til politikere.

Mange kommuner har også utviklet egne konsepter for å spre informasjon om prosjektet og fordelene med trærne, og disse beskrives i neste del av dette kapitlet.

6.3.4 3-30-300

3-30-300 brukes nå i politisk arbeid, overordnede planer og mye mer i Sverige. Selv om arbeidet med 3-30-300 ikke har blitt påvirket av i-Tree-programmene, brukes i-Tree Canopy ofte til å beregne kronedekning for ulike regioner. Vi ser også at kommuner som har vært en del av i-Tree Sverige-prosjektet, har lettere for å ta opp 3-30-300 ettersom de allerede har eksisterende data og allerede har vært med på å påvirke politikere og publikum i forbindelse med arbeidet med i-Tree Sverige.

6.4 Andre verdier av trær

En av styrkene, men også utfordringene, ved i-Tree Eco er at programmet kun viser de kvantifiserbare økosystemtjenestene. Det betyr at andre verdier, som trærnes biologiske og kulturelle verdier, ikke er en del av i-Tree Eco-resultatene. Det betyr selvsagt ikke at trærne mangler disse verdiene, men bare at forvalterne må bruke andre metoder for å vise de andre verdiene som trærne har.

Nedenfor følger noen eksempler på hvordan svenske forvaltere har anerkjent trærnes andre verdier.

6.4.1 Biologiske verdier

Muligheten til å kvantifisere trærnes økosystemtjenester via i-Tree Eco har gjort det enda tydeligere hvor viktig det er at vi bevarer store/gamle trær så lenge som mulig, da de genererer betydelig flere økosystemtjenester enn yngre/mindre trær. Dette er blant annet noe Umeå har brukt som argument for å bevare flere trær i forbindelse med for eksempel utbygging.

Koblingen mellom i-Tree Eco-verdivurderingen og de biologiske verdiene til trærne er derfor enkel, ettersom det er viktig fra begge perspektiver å bevare eldre/store trær. Gjennom denne koblingen har kontakten mellom länsstyrelsen og andre myndigheter blitt bedre, og det er skapt verdifulle broer mellom økologer/biologer og arborister/landskapsarkitekter. Noen konkrete eksempler er Kungsörs kommune, der økologene brukte i-Tree Eco til å lage skilt for trær, og Eskilstuna og Örebro kommune, som begge fikk LONA-midler til å inventere sine trær for i-Tree Eco.

6.4.2 Kulturelle og historiske verdier

De kulturhistoriske verdiene til trærne er noe vanskeligere å knytte direkte til i-Tree Eco. På samme måte som for de biologiske verdiene til trærne er det en viss sammenheng mellom trærnes alder/størrelse og deres kulturhistoriske verdier, men den er ikke like tydelig som for naturverdiene.

En måte å synliggjøre trærnes kulturhistoriske verdier på er å utarbeide en kulturhistorisk skjøtselsplan. Hensikten med planen er å bruke strategisk forvaltning for å synliggjøre og tydeliggjøre de kulturhistoriske verdiene som trærne på et område bidrar med. For å standardisere og forenkle arbeidet med kulturhistoriske verdier er det i Sverige utarbeidet en publikasjon kalt Fria eller fälla 2.0⁷². Dokumentet er også oversatt til engelsk og kunne eventuelt også brukes i Norge for å oppnå en enhetlig vurdering av trærns kulturminneverdi.

6.4.3 Andre verdier

I tillegg til trærnes biologiske og kulturhistoriske verdier har trærnes regulerende egenskaper og positive innvirkning på menneskers fysiske og psykiske helse fått økt oppmerksomhet i Sverige. Blant annet har Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) gått ut med anbefalinger til Sveriges kommuner om å øke mengden grøntområder og trær for å redusere effekten av hetebølger, samtidig som kommunene har begynt å fremheve trærnes positive egenskaper for oss mennesker. Et tydelig eksempel er Jönköping, som har satt opp skilt der trærnes effekt på vår mentale helse er et av temaene.



Figur 54: Andre verdier. Bilder av flere skilt kan lastes ned på: <https://www.dropbox.com/scl/fo/Ofewomy-cdimr0mprkmv5/h?rkey=pm5t3ine8fot93mbtep7qpcn5&dl=0>

6.1 Oppdatering av i-Tree-data

Internasjonalt finnes det svært få eksempler på forvaltere som har oppdatert i-Tree Eco-prosjekter, noe som betyr at det er få forvaltere å la seg inspirere av. Av deltakerne i i-Tree Sweden-prosjektet er det så langt bare Borås som har oppdatert sine data, noe som ble gjort i 2023, fem år etter den første inventeringen. Oppfølging kan imidlertid være en av de viktigste delene av et i-Tree-prosjekt, ettersom det gir en mulighet til å se hvordan utviklingen faktisk er i egen forvaltning/kommune.

Ettersom oppdateringen ennå ikke er ferdig analysert i skrivende stund, er det for tidlig å trekke noen konklusjoner, men vi kan trekke noen lærdommer av dette arbeidet.

- Oppdateringen inkluderte også trær av mindre størrelse, noe som gir verdifull informasjon om hvordan gjenvæksten er, men samtidig betyr det at kommunen får to ulike data sett som må analyseres hver for seg. Det ene er data som er sammenlignbare med den første inventeringen, altså der de mindre trærne er ekskludert, mens de komplette dataene kan brukes til å vise for eksempel gjenvækst og hvor mye økosystemtjenester de mindre trærne bidrar med.
- Når prøveplott revideres, oppdages det alltid visse avvik, som kan skyldes feil gjort av tidligere inventerere, endringer i synet på hvordan ulike inventeringsparametere skal tolkes, eller større kunnskap blant de nye operatørene. Arbeidet med re-inventering vil derfor også omfatte justering av de eldre dataene slik at det er mulig å sammenligne de to årene på en rettferdig måte. Uten denne justeringen er det en risiko for at inventeringene ikke kan sammenlignes, og dermed er det ikke mulig å trekke noen konklusjoner om utviklingen i trebestanden.
- Ettersom i-Tree Eco er i stadig utvikling, er det viktig å kjøre de gamle dataene på nytt med den nyeste versjonen av i-Tree Eco. Hvis dette ikke gjøres, er det en risiko for at endringer i formlene påvirker resultatene av de to ulike oppstillingene.
- Sett av tid og ressurser til å analysere den nye datainnsamlingen, og ikke glem å holde media informert under oppdateringen slik at administrasjonen får medieoppmerksomhet for dataoppdateringen.

6.2 Hva kunne gjøres bedre i i-Tree Sverige-prosjektet?

Som i alle prosjekter er det elementer som kunne vært gjort bedre, for eksempel for å øke forståelsen, redusere risikoen for misforståelser eller øke nytten av hele prosjektet. Nedenfor følger noen områder der det var klare forbedringsbehov i i-Tree Sverige-prosjektet.

6.2.1 Standardiserte grenser

Selv om det var viktig at organisasjonene var med på å bestemme hvilke områder som skulle inkluderes i prosjektet, skapte de ulike grensene store utfordringer for i-Tree Sverige-prosjektet. Mange av forskjellene mellom byene i rapporten skyldes at byene brukte ulike grenser for hvilke områder som skulle inkluderes, snarere enn faktiske forskjeller i byenes trebestand. For de byene som inkluderte mye naturmark og bynære områder, betyr dette at de ikke kan sammenligne seg med andre byer, men i stedet må gjennomføre nye inventeringer for å sammenligne seg med seg selv.

I ettertid hadde det derfor vært bedre å ha standardiserte grenser for hva som skulle inkluderes i prosjektet. Det ville gjort forvaltningsområdene mye mer sammenlignbare, og arbeidet med illustrasjonene ville vært mye enklere.

6.2.2 Brukerstøtte

Som beskrevet tidligere er det tydelig at de kommunene som hadde et klart formål med deltakelsen i i-Tree Sverige-prosjektet, lyktes bedre enn de som ikke hadde en klar målsetting med prosjektet fra starten av. Mer veiledning til de deltakende kommunene ville sannsynligvis ha økt andelen som hadde stor nytte av prosjektet. Dette kunne for eksempel ha blitt gjort gjennom målrettede workshops, informasjons-e-poster med inspirasjon eller mer aktivt nettverksarbeid mellom kommunene for å inspirere hverandre.

6.2.3 Økonomisk evaluering

I i-Tree Sverige-prosjektet ble det gjennomført en økonomisk verdivurdering av alle trærne ved hjelp av Alnarp-modellen 2.2⁷³, som er en erstatningsmodell utviklet i Sverige, og økosystemtjenestene ble verdsatt ved hjelp av ASEK (Analysemetodik och samhällsekonomiska kalkylvärden) utviklet av blant annet Trafikverket⁷⁴. Gjennom disse to verdivurderingene kunne de svenske forvalterne få informasjon om hvor mye det ville koste å erstatte trebestanden og hvor mye økosystemtjenestene var verdt, både basert på svenske forhold og i svenske kroner.

Selv om dette ble gjort av prosjektledelsen, var det fortsatt noen kommuner som brukte de amerikanske verdiene som beregnes automatisk av i-Tree Eco for både gjenanskaffelseskostnad og økosystemtjenester, noe som dermed risikerte å skape forvirring ettersom disse verdiene skiller seg fra de svenske. Dette ble enda tydeligere da valutakursen endret seg slik at dollaren ble dyrere.

I ettertid ser vi at det burde vært gjort en større innsats for å tydeliggjøre forskjellene mellom de ulike verdiene, og så langt det var mulig burde både de amerikanske verdiene vært skjult og de svenske verdiene presentert med en gang resultatene fra i-Tree Eco begynte å komme inn.

6.2.4 Øke bevisstheten om programmets muligheter og begrensninger.

Prosjektet arrangerte flere workshops der deltakerne ble informert om programmets styrker og svakheter og den nyeste forskningen. Blant annet ble det forklart at programmet inkluderer trærnes utslipp av volatile organiske stoffer (VOC) slik det av og til fremkommer i media, og at vi dermed også har mulighet til å forklare at trærne reduserer mengden VOC mer enn de slipper ut.

Det samme gjelder spørsmålet om luftforurensning som av og til dukker opp i media eller i vitenskapelige artikler. Det har lenge vært kjent at trær, hvis de er feilplassert, kan skape områder med høyere konsentrasjoner av luftforurensning enn hvis det ikke var trær på stedet. Dette skjer først og fremst hvis trærne danner krone tak over trafikkerte veier, eller hvis vindforholdene endrer seg slik at luftforurensningen ledes inn i bestemte områder.

Selv om koordinatorene i det svenske i-Tree prosjektet var nøye med å påpeke disse og andre utfordringer med programmet og å beregne de ulike fordelene med trærne, burde de ha vært tydeligere på å forklare dette i sluttrapporten slik at leserne også kunne få denne innsikten. I rapporten presenteres disse faktaene bare sporadisk, om i det hele tatt, noe som dermed kan skape unødvendig kritikk og misforståelser om både rapporten og programmet.

Det samme gjelder imidlertid ikke trærnes biologiske og funksjonelle verdier, som er beskrevet mer inngående.

6.3 Hva er de neste trinnene?

Med tanke på den raske utviklingen, for eksempel innen teknologi, fokuset på trærns økosystemtjenester og medieoppmerksomheten rundt behovet for trær i byene våre, er det følgende forslag til de neste trinnene i arbeidet med i-Tree Eco og treforvaltning.

6.3.1 Storskala beholdninger

I Sverige har de fleste byer jobbet lenge med å ha oppdaterte tredatabaser. Malmö by har for eksempel kontinuerlig oppdatert og digitalisert sin tredatabase fra 1980-tallet og frem til i dag. Gjennom omfattende inventeringer kan man bygge opp en digital tredatabase i GIS-format. Dette kan ha store positive effekter på det operative arbeidet med trær. Ved hjelp av i-Tree Eco er det også mulig å beregne trærnes økosystemtjenester og inkorporere dette på individnivå i en tredatabase. Ved storskala inventering anbefales det imidlertid at kun parametrene stammediameter og art brukes til å beregne økosystemtjenestene, da alle de anbefalte i-Tree Eco-parametrene er for omfattende til å kunne samles inn for alle trær på offentlige steder i en by.

Gjennomføring av storskala inventeringer øker dermed den operasjonelle verdien av inventarene, samtidig som det gjør det mulig å bruke inventaret til flere politiske formål. Noen av bruksområdene er:

Strategisk forvaltning Å ha tilgang til en oppdatert oversikt over bytrær er avgjørende for den strategiske forvaltningen av trær og dermed for å skape bærekraftige og grønne byer. En oversikt skaper et kunnskapsgrunnlag som muliggjør en mer effektiv og bærekraftig forvaltning. Inventeringen kan for eksempel gi informasjon om trærnes alder, art, helse og plassering, noe som er avgjørende for å utvikle strategier for f.eks. å spre bruken av arter, skape en god aldersvariasjon eller lage strategier for når ulike områder skal behandles. Ved hjelp av treinventaret er det dermed mulig å lage langsiktige strategier, budsjettere investeringsmidler og sikre at forvaltningen av trær utføres på en strategisk måte.

Forebyggende tiltak Treinventering gjør det mulig å oppdage potensielle skadeårsaker eller redusert vitalitet i tide, noe som bidrar til å forhindre større sykdomsutbrudd og sikre at tiltak iverksettes i tide for å redde viktige individer. Et av de viktigste aspektene ved treinventering er derfor at den fungerer som et tidlig varslingsystem som gjør det mulig å iverksette raske tiltak for å bevare den eksisterende trebestanden så lenge som mulig.

Beregning av økosystemtjenester En av de positive sidene ved en inventering, som ofte brukes til å kommunisere verdien av trær, er at dataene kan danne grunnlag for å beregne og utvikle økosystemtjenestene som trærne leverer. Ved å bruke i-Tree Eco er det mulig å kvantifisere økosystemtjenestene som trærne leverer, informasjon som deretter kan brukes til en lang rekke formål, for eksempel informasjonskampanjer, for å oppfylle kommunenes krav til arbeid med økosystemtjenester og selvfølgelig for å beskytte og forsvare eksisterende trær. I tillegg kan informasjonen fra i-Tree Eco begrunne hvordan og hvorfor trebestanden bør utvikles, og hvor viktig det er å beskytte områder for fremtidig treplanting.

Biologiske verdier Mange rødlistearter finnes i urbane miljøer, ofte på bytrær. Gjennom treinventeringer er det mulig å kartlegge hvor det finnes trær med stor sannsynlighet for å huse rødlistearter, men også hvilke trær som i fremtiden kan utvikles til spesielt verneverdige trær. Kartleggingen kan også støtte opp om grønnstrukturplanen, som ofte også omfatter spredningskorridorer for ulike organismer.

6.3.2 Digital skanning

Treinventering er i ferd med å bli revolusjonert ved hjelp av laser og kunstig intelligens (KI) som verktøy for innsamling av tredata. Eksempler er selskaper som har en laser -skanner montert på en bil eller en drone som kan skanne store områder på kort tid. Disse punktskydataene, kombinert med høyoppløselige bilder, kan deretter analyseres av kunstig intelligens for å finne de enkelte trærne og deres ulike dimensjoner i en by eller et område.

Gjennom laser-basert inventering vil flere kommuner ha råd til å gjennomføre komplette treinventeringer. Dataene fra disse undersøkelsene kan deretter kjøres i i-Tree Eco for å bestemme økosystemtjenestene til hvert enkelt tre. Ved å få en oversikt, ikke bare over trebestandens bidrag, men også økosystemtjenestene til de enkelte trærne, kan verdiene brukes i avveininger før utnyttelse. Dette kan resultere i bedre planer for kompensasjon og/eller beskyttelse av eksisterende trær før utbygging.

6.3.3 Standardisere parametere

For å få gode og sammenlignbare resultater fra en inventering er det nødvendig med standardiserte parametere og metoder. I Sverige brukes ofte Standard for inventering av *trær i bymiljøer 3.0*⁷⁵ som en standard for treinventering. Den inneholder også parametrene som brukes i en i-Tree Eco-inventering. For å standardisere arbeidet med tredatabaser ytterligere vil det være en god idé å standardisere minimumsparametere for ulike formål³¹.

En første anbefaling for minimumsparametere ved oppbygging av en tredatabase er følgende parametere (i henhold til *Standard for treinventering i urbane miljøer 3.0*):

- Treets posisjon (i ønsket referansekoordinatsystem)
- ID-nummer (unikt ID-nummer for hvert tre)
- Art, vitenskapelig navn
- Art, norsk navn
- Stengeldiameter 1,3 m Høyde (cm)
- Kronediameter (m)
- Vitalitet (1-4)
- Sannsynlig rotskade (1-4)
- Rotskader (1-4)
- Stammeskader (1-4)
- Skader på kronen (1-4)
- Merknad (fritekst)

Standarden for treinventering i urbane miljøer ble brukt gjennom hele i-Tree Sverige-prosjektet, og illustrasjonene fra standarden var også en del av prosjektets sluttrapport.

6.3.4 Markedsføring

Det er bra å produsere data om trærnes verdi, men det har liten verdi hvis informasjonen ikke når ut til publikum, politikere og andre beslutningstakere. Å kommunisere fordelene med trær vil derfor være en av de viktigste oppgavene for en treforvalter. Eksempler på metoder for å synliggjøre verdien av trær har allerede blitt trukket frem i denne rapporten, blant annet ved å vise til Malmös arbeid med skilting av trær.

Det er bare fantasien som setter grenser for hvordan vi best kan kommunisere trærnes verdier. Men her er noen av de ulike kommunikasjonsverktøyene som er brukt rundt om i verden de siste årene, til inspirasjon.

³¹ Standarden Norges metode for Verdsetting av Trær vil være tilgjengelig i 2024.

6.3.4.1 Treets tegn for fremtiden

I mange år har det å visualisere et tres bidrag til regulering av økosystemtjenester på et skilt vært en av de beste måtene å kommunisere verdien av trær på. Etter hvert som flere og flere byer setter opp skilt med trær, er det imidlertid et økende behov for å revitalisere dem for å tiltrekke seg oppmerksomhet. Et godt eksempel fra Sverige er Eskilstuna kommune, som valgte å referere til superhelter og tegneserier på treskiltene som ble hengt opp i trærne i Eskilstuna sentrum i juleferien 2023.



Figur 55: Treskilt med superheltemotiv fra Eskilstuna.

Andre eksempler kan være å bruke QR-koder som lenker til en nettside for å gjøre skiltingen mer interaktiv. Dette kan kobles til et enkelt spill eller en utfordring som oppmuntrer forbipasserende til å bruke mer tid på å tenke over trærnes verdi.

6.3.4.2 Kunstverk i trær

Det finnes mange gode eksempler på sammenveving av kunst og trær, noe som ofte skaper oppmerksomhet rundt trærne. Å få forbipasserende til å stoppe opp og løfte blikket kan være nok til å skape interesse og forståelse for trærnes nytteverdi. Et konkret eksempel er fra Malmö, der man har hengt opp store skulpturer i trærne for å illustrere de ulike fordelene trærne gir.

6.3.4.3 Åpne kommunens tre-database

En god måte å skape interesse for trær på er å gjøre deler av byens tredatabase og/eller trestrategi tilgjengelig på nettet. Et eksempel er Oslo, der gode nettkart gjør det interaktivt og enkelt å utforske byens arbeid med trær. Et annet eksempel kan være å gjøre kart over byens trær tilgjengelig for publikum. En god idé kan være å begrense mengden informasjon om trærne for å gjøre det overkommelig, men et minimum bør være treslag og antatt planteår. På denne måten kan publikum få en bedre oversikt over trærne i nabolaget, når de ble plantet og hvilke arter som finnes.

6.3.4.4 Visualisering av et sted uten trær

Mange ganger kan det være svært effektivt å visualisere hvordan et kjent sted ville sett ut uten trær. I dag er det relativt enkelt å fjerne objekter fra et bilde ved hjelp av fotoredigering. Å velge et offentlig kjent sted og redigere bort trærne fra et fotografi av stedet er derfor vanligvis en effektiv måte å øke forståelsen for hva trærne bidrar med, i tillegg til de regulerende økosystemtjenestene som i-Tree Eco vurderer. Å kombinere en skiltingskampanje med redigerte fotografier er derfor en effektiv måte å understreke verdien av trær på.

6.3.5 Kronedekning

En viktig del av arbeidet med å løfte treproblematikken opp på et politisk nivå har vært å utvikle mål som er enkle å forstå, har god vitenskapelig støtte og er målbare. Et tydelig eksempel på dette er 3-30-300, som er beskrevet tidligere i dette kapittelet (og beregnet i rapporten). Den verdien som har hatt størst gjennomslagskraft, er imidlertid 30 % kronedekning, som mange forvaltere refererer til, og som også er noe allmennheten ofte forstår. Ved å lage nasjonale og regionale mål for kronedekning, og samtidig utvikle sammenlignbare metoder, kan ulike forvaltere sammenligne seg med hverandre og gjøre en innsats for å øke kronedekningen, spesielt i områder med lav kronedekning.

6.3.6 Utvikle i-Tree Canopy

Gjennom i-Tree Sverige ble det samlet inn data som gjorde det mulig å oppdatere i-Tree Canopy, og det er dermed mulig å bruke programmet til å få et estimat på hvor mye økosystemtjenester trærne bidrar med, uten å måtte gjøre noe feltarbeid. Foreløpig er det bare mulig å bruke i-Tree Canopy på denne måten i USA, Storbritannia, Sør-Korea og Sverige. Fremtidige i-Tree Norge-prosjektet bør lage trekrone-dekkeanalyser for alle byer i Norge som kan tilgjengiggjøres i i-Tree Canopy slik at det blir enkelt å få et helhetlig bilde av trærnes økosystemtjenester gjennom en kronedekningsanalyse. Denne oppdateringen vil derfor øke bruken av i-Tree Eco og gjøre det mulig for flere forvaltere å fremheve trærnes positive egenskaper.

6.3.7 Verdens treby

Sverige er også et av de landene i verden som har flest byer som oppfyller kravene for å kvalifisere seg som *Tree city of the World*. Dette skyldes i stor grad arbeidet til i-Tree Sverige, som har ført til at de fleste deltakerkommunene allerede har de dataene de trenger for å kvalifisere seg til utmerkelsen. Arbeidet som gjøres med i-Tree Eco i Norge gjør det mulig for flere norske byer å søke om prisen.

6.3.8 Langsiktig arbeid

Bruken av i-Tree Eco og i-Tree Canopy øker stadig i Sverige, men det har tatt lang tid før programmene har fått den utbredelsen de har i dag. Et utgangspunkt var den første europeiske i-Tree-konferansen som ble arrangert i Alnarp i 2015. Med dette som utgangspunkt tok det fem år før i-Tree Sverige-rapporten ble publisert, og flere år før myndighetene begynte å komme med anbefalinger om for eksempel kronedekning.

Å heve trærnes status er derfor et langsiktig arbeid som krever utholdenhet, data og inspirasjon fra andre!



Foto: Ingar Sørensen

7 Konklusjoner og anbefalinger

Kobling av kartlegging av trekroner med fjernmålingsdata til i-Tree Eco beregninger nybrotsarbeid⁷⁶ som muliggjør raskere oppdatering av data og analyser. Vi har illustrert en metode som bruker eksisterende fjernmålingsdata og treregistreringer. Som vist i forrige kapittel kan disse metodene og dataene være utilstrekkelige for en rekke formål kommunene ønsker å vurdere. Dermed er det et umiddelbart kunnskapsbehov for mer nøyaktige og representative data som avhenger av kravene til robusthet som kommunene selv stiller.

I dette kapittelet oppsummerer vi metodiske kunnskapsbehov i forhold til prosjektets kartlegging av trær og modellering med i-Tree Eco.

7.1 Kunnskapsbehov

7.1.1 Kartlegging av trekroner

Tabell 3 på side 27 viser at kommunenes laserdata er av ulik kvalitet. For å vurdere hvilke konsekvenser dette har er det i fremtiden behov for et referanse-datasett for å vurdere usikkerhet i laserdata i forhold til formålet om kartlegging av trekroner³⁸. Referanse-datasett vil bestå av kartlegging av trær med høypresisjons GPS og registrering av alle i-Tree variable. Referansedata kan brukes til å vurdere forskjeller i usikkerhet mellom ulike punkttsky-tettheter for laserdata (50-25-10-5 pkt/m²) og vurdere forskjeller i kronedekke ved ulike innsamlingstidspunkter (vinter, vår, sommer, høst).

Fremtidige bestillinger av laserdata bør vurdere multi-sensor med multi-spektrale data sammen med LiDAR. Disse data bør også kalibreres med bakkesannheter. Multispektrale parametre bør inkludere nær-infrarød (NIR), shadow fraction, NDVI, leaf area index. LiDAR parametre bør inkludere høyde og intensitet (se forøvrig ytterligere anbefalinger i metode-vedlegg 11.1).

Kunstig intelligens vil kunne øke robustheten av fremtidige arbeider. «Dyp læring» kan brukes til trekrone-segmentering og treslagsklassifisering. Referansedatasett nevnt over kan brukes til å lære opp slike modeller med såkalte «Convolutional Neural Networks». Klassifisering av treslag vil sannsynligvis kreve punkttskytettheter på >150 pkt/m². Det vil stille store krav til prosessorkraft (supercomputer).

Punktbaserte algoritmer kunne i fremtiden brukes i stedet for kronenhøyde-modell (Canopy Height Model, CHM) slik vi har brukt i denne rapporten. Dette vil kunne forbedre segmentering av trær i byskogbiotoper. Det er mulig at punktbaserte algoritmer med høy tetthet også vil kunne kartlegge flersjiktet vegetasjonsstruktur under kronetaket.

Multi-sensor, multi-spektrale data med høy punktthet er også svært kostadsdrivende. Kommuner, med unntak av storkommuner i Oslo området, Bergen, Trondheim og muligens Stavanger som hovedregel samordner og samfinansierer ortofoto- og laserskanningsprosjekter med regional/nasjonale offentlige etater- og privat næringsliv. Prosjektene er behovsorienterte og hovedutfordringen for kommunene blir å motivere andre partnere til å gå for en slik omfattende kartlegging. I mindre kommuner gjennomføres laserskanning, ortofoto og IR i samfinansierte GEOVEKST-prosjekter- hvor kommunens behov skal samordnes i tråd med andre parters mer teknisk orienterte og tungtveiende behov (regionale/offentlige etater, kraft- og telekommunikasjonsbedrifter, næringsliv, landbruk og forsvar). Dette er en generell utfordring for trekronekartlegging i mindre bykommuner. En annen utfordring er at innsamling av laserdata for kartlegging av grå infrastruktur skjer helst på vår/høst før/etter løvsprett/løvfall, i motsetning til kartlegging av grønnstruktur som bør gjøres om sommeren.

Gitt disse utfordringene bør ulike forvaltningsmodeller utredes. Treregistre kunne forvaltes i den nasjonale geodatainfrastrukturen GEONORGE for å sikre tilgang til og bevaring av kommunale tredata. Samordning gjennom Norge Digitalt med støtte fra f.eks. Miljødirektoratet kunne være en modell.

7.1.2 Inventering og bakkesannheter

Vi har brukt statistiske modeller for å ekstrapolere i-Tree Eco beregninger på kommunenes treregistre. Dette innebærer noe usikkerhet i forhold til å inventere trær fra bakken med alle variabler som i-Tree Eco modellen behøver. Ved å vurdere både regresjonsfeil og prediksjonsfeil får vi innsikt i hvor mye usikkerhet ligger i å ekstrapolere i-Tree Eco verdiene til alle byens trær, versus å inventere hver av dem fra bakken.

I tilfellene Bærum og Kristiansand har vi sågar ekstrapolert beregninger fra Oslo fordi kommunens egne treregistre ikke hadde romlig dekning av analyseområdet. Kommuner bør vurdere en inventering for å redusere usikkerhet, vurdert opp mot kostnad for å innhente disse bakkesannhetene, sett i forhold til formålet med å beregne i-Tree Eco.

7.1.3 i-Tree Eco

Selv om i-Tree Ecos modeller er basert på etablert vitenskapelig litteratur, er mange av prosessene rundt økosystemtjenester fra bytrær komplekse og vanskelige å modellere uten en betydelig grad av usikkerhet. Vi foreslår at fremtidige studier fokuserer på økt kunnskapsbehov for kulepunktene nedenfor. Se vedlegg 14.3 for en mer detaljert beskrivelse av usikkerhet rundt modelleringen i i-Tree Eco.

- Det finnes usikkerhet om effektene av trær på atmosfæriske forurensningskonsentrasjoner på lokal nivå. Beregning av fjerning av luftforurensing i i-Tree Eco tar ikke hensyn til lokale samspillseffekter mellom trær og bygninger med vind, som muligens kan påvirke mengden av forurensning som fjernes. Noen andre prosesser, som helseeffekter på grunn av trepollen og tørkeeffekter, er heller ikke inkludert i modelleringen.
- Energibrukseffekter av trær nær bygninger er basert på et begrenset antall bygningstyper i USA-sammenheng under byggestandarder fra 1999. Det er imidlertid usikkerhet om effektene av varmetap for norske bygg. Fremtidige prosjekter bør bruke ressurser på å finne eller generere data om varmeregulering for norske bygg.
- Karbonbindingsmodellen i i-Tree Eco er sannsynligvis den modellen som inneholder minst usikkerhet. Imidlertid er netto binding beregnet som brutto binding minus karbontap på grunn av biomassenedbrytning, og dekomponeringsestimatene som fører til biomassenedbrytning som brukes i i-Tree Eco er ganske forenklet. Forbedring av modelleringen av nedbrytning av biomasse i fremtidige prosjekter vil sannsynligvis gi noe mer nøyaktige estimater av årlig netto karbonbinding.
- Nedbørfangst av trær er basert på modeller med sterk empiri, men det finnes noen usikkerhet i forenklingene av overflate og grunnforhold i hydrologien i området rundt treet. Effekter av jordtype er for eksempel ikke inkludert, og det brukes heller ikke romlige data om hvor impermeable flater forekommer. Fremtidig forskning kan forbedres ved å fokusere på å inkludere mer robuste modeller for urban-hydrologi i trærnes omgivelser.

7.2 Anbefalinger til anvendelse av kartlegging og verdsetting av bytrær i kommunene

Kartlegging og verdsetting av grønnstruktur generelt – og bytrær spesielt – kan anvendes til en rekke forvaltnings- og formidlingsformål av norske kommuner, avhengig av kvaliteten på data og metoder (**Tabell 8**).

Erfaringene fra i-Tree Sverige prosjektet understreker betydningen av å avklare hvilke formål data skal brukes til før treinventering og beregning og verdsetting av økosystemtjenester med i-Tree Eco gjennomføres. Det svenske i-Tree prosjektet understreket også behovet for standardisering av regnskapsområde hvis dette arbeidet skal sammenlignes på tvers av byer. I dette prosjektet har vi fokusert på byggesoner i de fire byene. Overvåking av tilstanden i byens trebestand er viktig i seg selv for å sikre at disse verdiene ivaretas. Rapporten viser også at kontinuerlig arbeid med å oppdatere treregistre i kommunene er nødvendig for å få mer pålitelige beregninger av økosystemtjenester og endringer over tid. På sikt kan treregister, trekrone-kartlegging og -verdsetting i byggesonen inngå i et mer detaljert grønt-regnskap i byggesonen og naturregnskap for hele kommunen.

Tabell 8 Mulig kommunal anvendelse av kartlegging og verdsetting av bytrær

Overordnet formål	Detaljert formål	Eksempel
1. Politisk og strategisk	Generell bevisstgjøring	kommunikasjon om træs betydning mellom ulike etater i kommuneadministrasjonen, med politikere og beslutningstakere, med innbyggere og media.
	Synliggjøring i kart	kommunenes juridiske og strategiske dokumenter, bestemmelser og retningslinjer.
	Klimaregnskap	træs totale bidrag over tid til kommunens karbonlager og utslipp.
	Naturregnskap og -budsjettering	Endringsanalyser for grønt-areal, -tilstand og økosystemtjenester; beregning av økonomisk verdi av økosystemtjenester for å begrunne bevilgninger til vedlikehold og restaurering
	Natur & Helse strategi	synliggjøre trekronedekning tilgjengelig for menneskelig helse og livskvalitet for prioritering av beplantning.
2. Operativt	Planlegging klimatilpassning	kartlegge træs romlige effekt på overflateavrenning i nedbørfelt.
	Planlegging naturbasert løsninger	kartlegge romlig fordeling av økosystemtjenester i byggesonene.
	Planlegging av biomangfold	kartlegge foredlinger i treslag som grunnlag for mer motstandsdyktige beplantningsstrategier.
	Stedsanalyse i tidlig fase	kartlegge træs plassering, effekt på utnyttelsesgrad, plassering av bygg og vern/bevaring av areal i områdeutvikling, områdeplaner og reguleringsplaner.
3. Taktisk	Byggetillatelse og Blågrønn faktor (BGF) norm	beregning av trekronedeknets bidrag til BGF på en eiendom
	Kompensasjonstiltak fysisk	treplantingstiltak for å kompensere for tap av fysiske økosystemtjenester ved utbygginger.
	Kompensasjon økonomisk	dokumentert treinventar kan være grunnlag for bevaring i arealplanlegging og lokal forskrift med erstatningskrav for trær som felles uten tillatelse. Datagrunnlag for metode for Verdsetting av Trær (VAT)



Foto: Karsten Nordal Hauken

8 Referanser

1. Gomez-Baggethun, E. & Barton, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* **86**, 235–245 (2013).
2. Bartesaghi Koc, C., Osmond, P. & Peters, A. Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies. *Urban Ecosyst* **20**, 15–35 (2017).
3. Hamstead, Z. A., Kremer, P., Larondelle, N., McPhearson, T. & Haase, D. Classification of the heterogeneous structure of urban landscapes (STURLA) as an indicator of landscape function applied to surface temperature in New York City. *Ecological Indicators* **70**, 574–585 (2016).
4. Nowak, D. J. *Understanding I-Tree: Summary of Programs and Methods*. NRS-GTR-200 https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/gtr/gtr_nrs200.pdf (2020) doi:10.2737/NRS-GTR-200.
5. Deak Sjöman, J. & Östberg, J. *I-Tree Sverige: För Strategiskt Arbete Med Träds Ekosystemtjänster*. <https://pub.epsilon.slu.se/21754/> (2020).
6. Cimburova, Z. *Capturing the Context: Developing GIS Methods for Modelling the Ecosystem Services of Urban Trees. Ph.D: Thesis*. (NTNU, 2022).
7. Roman, L. A. *et al.* Beyond ‘trees are good’: Disservices, management costs, and tradeoffs in urban forestry. *Ambio* **50**, 615–630 (2021).
8. Venter, Z. S., Krog, N. H. & Barton, D. N. Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment* **709**, 136193 (2020).
9. Cimburova, Z., Blumentrath, S. & Barton, D. N. Making trees visible: a GIS method and tool for modelling visibility in valuation of urban trees. in *Capturing the context: Developing GIS methods for modelling the ecosystem services of urban trees. Ph.D. Thesis NTNU* (2022).
10. Nowak, D. J. Atmospheric Carbon Reduction by Urban Trees. *Journal of Environmental Management* **37**, 207–217 (1993).
11. McPherson, E. G. & Simpson, J. R. *Carbon Dioxide Reduction through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters*. PSW-GTR-171 <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/6779> (1999) doi:10.2737/PSW-GTR-171.
12. Hirabayashi, S. *Air Pollutant Removals, Biogenic Emissions and Hydrologic Estimates for i-Tree Applications*. 57 https://www.itreetools.org/landscape/resources/Air_Pollutant_Removals_Biogenic_Emissions_and_Hydrologic_Estimates_for_iTree_v6_Applications.pdf (2016).
13. Nowak, D. J. Quantifying and valuing the role of trees and forests on environmental quality and human health. in *Oxford Textbook of Nature and Public Health* (eds. Van Den Bosch, M. & Bird, W.) 312–316 (Oxford University Press, 2018). doi:10.1093/med/9780198725916.003.0025.
14. Baldocchi, D. D., Hicks, B. B. & Camara, P. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment (1967)* **21**, 91–101 (1987).
15. Hirabayashi, S. *I-Tree Eco Precipitation Interception Model Descriptions*. https://www.itreetools.org/eco/resources/iTree_Eco_Precipitation_Interception_Model_Descriptions.pdf (2013).
16. Coville, R., Endreny, T. & Nowak, D. J. Modeling the Impact of Urban Trees on Hydrology. in *Forest-Water Interactions* (eds. Levia, D. F. *et al.*) vol. 240 459–487 (Springer International Publishing, Cham, 2020).
17. McPherson, E. G. *et al.* Shade factors for 149 taxa of in-leaf urban trees in the USA. *Urban Forestry & Urban Greening* **31**, 204–211 (2018).
18. Venter, Z. S., Hassani, A., Stange, E., Schneider, P. & Castell, N. Reassessing the role of urban green space in air pollution control. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **121**, e2306200121 (2024).
19. Abhijith, K. V. *et al.* Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. *Atmospheric Environment* **162**, 71–86 (2017).

20. Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A. & Greenfield, E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environ Pollut* **193**, 119–129 (2014).
21. Schwaab, J. *et al.* The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nat Commun* **12**, 6763 (2021).
22. Tuholske, C. *et al.* Global urban population exposure to extreme heat. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **118**, e2024792118 (2021).
23. Gasparrini, A. *et al.* Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet* **386**, 369–375 (2015).
24. Mills, D. M. & Kalkstein, L. Estimating Reduced Heat-Attributable Mortality for an Urban Revegetation Project. 7.
25. Son, J.-Y., Liu, J. C. & Bell, M. L. Temperature-related mortality: a systematic review and investigation of effect modifiers. *Environ. Res. Lett.* **14**, 073004 (2019).
26. Bastin, J.-F. *et al.* Understanding climate change from a global analysis of city analogues. *PLOS ONE* **14**, e0217592 (2019).
27. Du, M. *et al.* Daytime cooling efficiencies of urban trees derived from land surface temperature are much higher than those for air temperature. *Environ. Res. Lett.* **19**, 044037 (2024).
28. Bratman, G. N. *et al.* Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Sci. Adv.* **5**, eaax0903 (2019).
29. Remme, R. P. *et al.* An ecosystem service perspective on urban nature, physical activity, and health. *PNAS* **118**, (2021).
30. Suárez, M. *et al.* Environmental justice and outdoor recreation opportunities: A spatially explicit assessment in Oslo metropolitan area, Norway. *Environmental Science & Policy* **108**, 133–143 (2020).
31. Venter, Z., Barton, D., Gundersen, V., Figari, H. & Nowell, M. Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway. *Environ. Res. Lett.* (2020) doi:10.1088/1748-9326/abb396.
32. Konijnendijk, C. C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *J. For. Res.* **34**, 821–830 (2023).
33. Oslo Kommune. *Grøntplan for Oslo. Metode for Dekningsanalyse. Plan Og Bygnings-etetaen. Oslo Kommune.* (2009).
34. Termansen, M. *et al.* Five steps towards transformative valuation of nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **64**, 101344 (2023).
35. i-Tree Eco. i-Tree Eco Field Guide (i-Tree Eco Field Guide v6.0 2021)(accessed 20.08.2022). (2021).
36. Cimburova, Z. & Barton, D. N. The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. *Urban Forestry & Urban Greening* **55**, 126801 (2020).
37. Rogers, K., Sacre, K., Goodenough, J., Doick, K. J., & Treeconomics (Business enterprise). *Valuing London's Urban Forest: Results of the London i-Tree Eco Project.* (2015).
38. Hanssen, F., Barton, D. N., Venter, Z. S., Nowell, M. S. & Cimburova, Z. Utilizing LiDAR data to map tree canopy for urban ecosystem extent and condition accounts in Oslo. *Ecological Indicators* **130**, 108007 (2021).
39. Lauwers, L., Barton, D. N., Blumentrath, S. & Nowell, M. S. *Accounting for Urban Trees. Updating the VAT03 Compensation Value Model. NINA Report 1453.* <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2476674> (2017).
40. Nollet, A., Barton, D. N., Cimburova, Z. & Often, A. Accounting for amenities and regulating ecosystem services of urban trees. Testing a combined field protocol for VAT19 and i-Tree Eco valuation methods. Report 1948. Norwegian Institute for Nature Research. 86 (2021).
41. Ahlstrøm, A., Bjørkelo, K. & Fadnes, K. D. *AR5 Klassifikasjonssystem. Klassifisering Av Arealressurser. NIBIO BOK 5 (5) 2019.* <http://hdl.handle.net/11250/2596511> (2019).
42. Kartverket. Arealressurskart FKB-AR5. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geo-norge.no/metadata/arealressurskart-fkb-ar5/243751e8-5803-4627-898c-d0ddabe82056> (2023).

43. Statistisk sentralbyrå (SSB). Arealbruk 2023. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/arealbruk-2022/a965a979-c12a-4b26-90a0-f09de47dbecd> (2023).
44. Miljødirektoratet. Fagbrukertjeneste for luftkvalitet - Luftsonekart. <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/?underside=luftsonekart> (2023).
45. Hanssen, F., Barton, D. N., Nowell, M. S. & Cimburova, Z. *Mapping Urban Tree Canopy Cover Using Airborne Laser Scanning – Applications to Urban Ecosystem Accounting for Oslo. NINA Report 1677. Norwegian Institute for Nature Research.* (2019).
46. Statistisk sentralbyrå (SSB). Statistiske enheter grunnkretser. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/statistiske-enheter-grunnkretser/51d279f8-e2be-4f5e-9f72-1a53f7535ec1> (2023).
47. Oslo Kommune. Geografiske inndelinger - Bydeler. Geografisk vektordatasett. <https://www.oslo.kommune.no/statistikk/geografiske-inndelinger/#gref> (2023).
48. Kartverket. FKB-Bygning. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/fkb-bygning/8b4304ea-4fb0-479c-a24d-fa225e2c6e97> (2023).
49. Kartverket. FKB-Vann. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/fkb-vann/595e47d9-d201-479c-a77d-cbc1f573a76b> (2023).
50. Kartverket. FKB-Veg. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/fkb-veg/4920b452-75cc-45f2-964c-3378204c3517> (2023).
51. Kartverket. N50 Kartdata. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/n50-kartdata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac> (2023).
52. Zanaga, D. *et al.* ESA WorldCover 10 m 2021 v200. Zenodo <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221> (2022).
53. Miljødirektoratet. Naturtyper - DN-håndbok 13. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/naturtyper-dn-haandbok-13/d776ff93-104d-4aa5-a8d9-276df01eb51c> (2023).
54. Miljødirektoratet. Naturtyper - Miljødirektoratets instruks. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/naturtyper-miljoedirektoratets-instruks/eb48dd19-03da-41e1-afd9-7ebc3079265c> (2023).
55. Kartverket. FKB-Naturinfo. Geografisk vektordatasett. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/fkb-naturinfo/aa3c01f3-0678-470d-b03b-33085a7bae28> (2023).
56. Kartverket. DTM10 Terrengmodell (UTM33). <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/dtm-10-terrengmodell-utm33-historiske-versjoner/342be245-1bd5-427d-9e46-1c6d0f510194> (2023).
57. Ermida, S. L., Soares, P., Mantas, V., Göttsche, F.-M. & Trigo, I. F. Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series. *Remote Sensing* **12**, 1471 (2020).
58. Meteorologisk institutt. FROST-API: Nedlastingstjeneste for historiske klimadata og metadata for stasjoner. <https://frost.met.no/index.html> (2023).
59. Venter, Z. S., Krog, N. H. & Barton, D. N. Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment* **709**, 136193 (2020).
60. Cimburova, Z. & Blumentrath, S. Viewshed-based modelling of visual exposure to urban greenery – An efficient GIS tool for practical planning applications. *Landscape and Urban Planning* **222**, 104395 (2022).
61. Cimburova, Z., Blumentrath, S. & Barton, D. N. Making trees visible: a GIS method and tool for modelling visibility in the valuation of urban trees. *Urban Forestry & Urban Greening* 127839 (2023) doi:10.1016/j.ufug.2023.127839.
62. Nowak, D. J. *Understanding I-Tree: Summary of Programs and Methods.* 107 <https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/61514> (2021) doi:10.2737/NRS-GTR-200.
63. Cimburova, Z. & Barton, D. N. The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. *Urban Forestry & Urban Greening* **55**, 126801 (2020).
64. Venter, Z. S., Krog, N. H. & Barton, D. N. Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment* **709**, 136193 (2020).

65. Nieuwenhuijsen, M. J. *et al.* The evaluation of the 3-30-300 green space rule and mental health. *Environmental Research* **215**, 114387 (2022).
66. Randrup, T. B., Bühler, O., & Holgersen, S. *Værdisætning Af Træer*. (Forlaget Grønt Miljø, 2019).
67. Andersen, O. *Svevestøv Fra Persontransport i Oslo - En Beregning Av Mengder Og Kostnader*. https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate_files/rapport-14-98.pdf (1998).
68. Cimburova, Z. & Blumentrath, S. Viewshed-based modelling of visual exposure to urban greenery – An efficient GIS tool for practical planning applications. *Landscape and Urban Planning* **222**, 104395 (2022).
69. Jimenez, M. P. *et al.* Associations between Nature Exposure and Health: A Review of the Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**, 4790 (2021).
70. Randrup, T. B. & Persson, B. Public green spaces in the Nordic countries: Development of a new strategic management regime. *Urban Forestry & Urban Greening* **8**, 31–40 (2009).
71. Malmö stad – 3-30-300. *Översiktsplan För Malmö 2023 Antagandehandling Juni 2023. Tillgänglig via: <https://motenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnder-styrelser/Stadsbyggnadsnamnden/Mote-2023-06-20/Agenda/Op-Antagandehandling-Juni-2023pdf?downloadMode=open>. <https://motenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnder-styrelser/stadsbyggnadsnamnden/mote-2023-06-20/agenda/op-antagandehandling-juni-2023pdf?downloadMode=open> (2023).*
72. Fria eller fälla 2.0. *Fria Eller Fälla 2.0. Tillgänglig via: <https://www.raa.se/kulturarv/Landskap/Fria-Eller-Falla/>, Både Svensk Och Engelsk Version. <https://www.raa.se/kulturarv/landskap/fria-eller-falla/> (2023).*
73. Östberg, J., Sjögren, J. & Kristoffersson, A. *Ekonomisk värdering av återanskaffningskostnaden för träd - Alnarpsmodellen 2.2*. <https://www.tradforeningen.org/wp-content/uploads/2018/11/Alnarpsmodellen-2.2.pdf> (2015).
74. Trafikverket. *Analysmetod Och Samhällsekonomiska Kalkylvärden För Transportsektorn: ASEK 7.1*. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/asek-7.1-hela-rapporten-2023-09-20.pdf> (2023).
75. Östberg, J. & Rowicki, E. Standard för trädinventering i urban miljö 3.0. 2023. Svenska Trädföreningen. (2023).
76. Cimburova, Z. & Barton, D. N. The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. *Urban Forestry & Urban Greening* **55**, 126801 (2020).
77. Barton, D. N. & Venter, Z. S. *Testing Different Remote Sensing of Urban Tree Canopy and Implications for Valuation of Regulating Ecosystem Services in Monetary Ecosystem Accounts*. (2022).
78. Jordbakke, A. & Bjerga, M. *Klimahensyn i Tidlig Planfase*. (2021).
79. NCAVES and MAIA. *Monetary Valuation of Ecosystem Services and Ecosystem Assets for Ecosystem Accounting: Interim Version 1st Edition*. (2022).
80. VEAS. Årsrapport. (2017).

9 Vedlegg - Eksempler på svenske i-Tree Eco-prosjekter

Mange av de positive effektene som de svenske kommunene opplevde etter å ha deltatt i i-Tree Sverige-prosjektet, var direkte knyttet til deres innledende engasjement og hvordan de arbeidet gjennom hele prosessen for å integrere i-Tree i sin virksomhet. En svensk kommune var i jevnlig kontakt med media for å oppdatere dem om hva de skulle gjøre, hva de gjorde og hva de hadde gjort.

En annen kommune begynte i løpet av prosjektet å gjøre sammenligninger mellom kommunens trebestand og ulike utfordringer administrasjonen sto overfor, for eksempel karbonbinding eller utslipp av luftforurensning. På denne måten ble det en direkte kobling mellom prosjektets resultater og forvaltningens øvrige arbeid.

Et mer negativt eksempel gjelder en kommune som deltok i prosjektet, men som i utgangspunktet ikke visste nøyaktig hva de skulle bruke dataene til, noe som førte til at de etter prosjektets slutt ikke brukte dataene til å gjøre noen direkte forskjeller. Flere år senere spurte de så hva de skulle bruke alle dataene til, men det er mye vanskeligere å fastslå formålet etter at prosjektet er avsluttet.

Nedenfor følger en rekke prosjekter der forvaltere har brukt i-Tree Eco til å fremme verdien av trær på ulike måter. Håpet er at disse eksemplene kan tjene som inspirasjon for alle som arbeider med trær i urbane miljøer.

9.1.1 Kalmar kyrkogårdsförvaltning

Alle historier har en begynnelse, og når det gjelder bruken av i-Tree Eco i Norden, er dette Kalmar kyrkogårdsförvaltning, der i-Tree Eco ble brukt på en mer systematisk måte for første gang i Sverige. Prosjektet hadde som mål å kvantitativt beregne mengden økosystemtjenester som produseres av trærne på Søndre og Nordre kirkegård i Kalmar. Prosjektet var altså et relativt vanlig i-Tree Eco-prosjekt, men da det ble gjennomført i 2018, var det et slags pilotprosjekt.

Det som ble spesielt interessant i dette prosjektet, var hvordan ulike metoder kunne brukes for å forenkle arbeidet, og hvordan administrasjonen valgte å bruke informasjonen til å øke kunnskapen om trærnes betydning blant kommunens innbyggere.

Den sørlige kirkegården består i stor grad av trær i samme alder, av samme størrelse, av samme art og skjøtten på samme måte. Dette gjorde at datainnsamlingen gikk mye raskere enn om det hadde vært en mer variert trebestand.

Den nordlige kirkegården var mye mer kompleks med et stort utvalg av miljøer, treslag og tre størrelser. For å unngå å måtte bruke flere dager (uker) på inventering av trærne, ble det brukt en kombinasjon av fullstendig inventering av enkelte områder og prøveflater i de mer skogkledde områdene. På grunnlag av områdenes størrelse var det dermed mulig å beregne mengden økosystemtjenester som leveres av hele trebestanden.

Etter at verdivurderingen var gjennomført, var den mest interessante delen av prosjektet markedsføring, dvs. å få denne verdifulle informasjonen ut til publikum og politikere. Dette ble gjort gjennom en presentasjon for menighetspolitikere og en presseinvitasjon til lokalaviser. Takket være gode kontakter og et tydelig budskap resulterte presseinvitasjonen i to lengre artikler med overskrifter som tydelig understreket verdien av trærne, hvorav den ene lød: *"Kirkegårdens trær gjør Kalmar-beboerne friskere"*.

Kalmar kyrkogårdsförvaltning har siden fortsatt samarbeidet med i-Tree Eco, blant annet ved å sette opp skilt som informerer om de enkelte trærnes økosystemtjenester, både basert på i-Tree Ecos beregninger og deres kulturhistoriske verdier.

9.1.2 Borås

Borås var en av de mest aktive kommunene i i-Tree Sverige-prosjektet. De jobbet aktivt for å finne bruksområder for dataene, blant annet for å øke oppmerksomheten rundt kronedekning, for å følge utviklingen av byens trebestand og for aktivt å forsøke å redde byens almer så lenge som mulig gjennom vaksinerings mot almesyke.

Stadsträdgårdsmästare Anton Spets beskrev prosjektet med å vaksinere byens almetrær i Trädföreningens medlemsblad Trädbladet (nummer 2, 2020, side 11):

"Ved å måle og analysere alle de 229 almetrærne med i-Tree Eco-programvaren var det mulig å beregne verdien som trærne gir tilbake til byen hvert år i form av økosystemtjenester. Totalt leverte de 229 utvalgte almetrærne i 2019 økosystemtjenester til en verdi av 141 000 SEK. Kostnaden for innkjøp av vaksinen og arbeidstiden til arboristen som utførte vaksineringsen, beløp seg til 243 000 SEK. På bakgrunn av denne informasjonen kunne park- og skogavdelingen søke om intern finansiering fra et klimatilpasningsfond og dermed få midler til å gjennomføre en storstilt vaksinerings mot almesyke. Fra og med 2021 er kostnaden inkludert i trepleiebudsjetten.

Den årlige kostnaden for vaksinerings av almetrær må sammenlignes med kostnadene for avvikling, bygging og etablering av nye trær og tremiljøer for å gi et rettferdig økonomisk regnestykke. Tidshorizonten spiller også en rolle i diskusjonen om hvordan vi skal se på planing av trær og tremiljøer som en investering og ikke en kostnad som belastes driften."

For mange forvaltere som har deltatt i i-Tree Sverige-prosjektet, er det vanskelig å skille i-Tree-prosjektet helt fra forvaltningens løpende utviklingsarbeid. i-Tree Eco er derfor, som nevnt i innledningen, et verktøy blant mange andre verktøy som brukes til å skape et best mulig grunnlag, som deretter kan brukes til å ta bedre beslutninger, få mer forståelse for trærnes verdier og til slutt øke mengden økosystemtjenester som trærne produserer.

Borås' deltakelse i i-Tree Sverige-prosjektet har gitt dem en oversikt over sammensetningen av trebestanden når det gjelder arter, alder, vitalitet og kronedekning. Ved hjelp av avansert metodeutvikling har de kunnet gjøre dypere analyser av kronedekningen og hjelper nå andre forvaltninger med å gjennomføre lignende beregninger. Informasjonen brukes deretter blant annet til å vise om det er geografiske forskjeller i kommunen og dermed hvor det er behov for nyplanting for å øke kronedekningen på sikt på de stedene der behovet er størst.

9.1.3 Umeå

En av de byene som sammen med Borås har kommet lengst med i-Tree i Sverige, er Umeå. I likhet med Borås har kommunen jobbet aktivt med å informere media og andre myndigheter om arbeidet med i-Tree Sverige og trærnes økosystemtjenester.

En av beslutningene som ble tatt av kommunens treforvaltere, var å forsøke å fokusere på tre resultater fra i-Tree Sverige-prosjektet som de anså som mest relevante for dem. Disse tre var: overvannshåndtering, partikkelrensing og karbondioksidopptak.

Målet med dette var delvis å skape tydeligere kommunikasjon, men også å bevare og forvalte de store trærne de allerede har, ettersom det er de som skaper flest økosystemtjenester. Dette er svært relevant for Umeå, som i likhet med mange andre byer har store fortettingsprosjekter som innebærer at eksisterende bytrær hugges ned for å gi plass til nye bygninger. Som en del

av dette arbeidet har de sammenlignet hva store trær bidrar med sammenlignet med nyplantede trær (**Tabell 9**).

Tabell 9: Sammenligning mellom etablerte og nyplantede trær. Først publisert i Trädbladet nummer 1, 2022.

Økosystemtjenester	1 voksen bjørk ved Assistentvägen med en stammeomkrets på 139 cm.	1 nyplantede bjørketre med en stammeomkrets på 18-20 cm	Andel økosystemtjenester som leveres av et nyplantede tre sammenlignet med et eldre tre.
Reduksjon av luftforurensning:	0,24 kg/år	0,03 kg/år	10,90 %
Total karbonlagring:	764,00 kg	5,20 kg	0,68 %
Karbonopptak:	25,14 kg/år	1,36 kg/år	5,42 %
Produksjon av oksygen:	67,06 kg/år	3,62 kg/år	5,40 %
Redusert overflateavrenning:	0,63 m ² /år	0,07 m ² /år	11,03 %

Markus Pettersson skrev følgende om arbeidet deres i Trädbladet (nummer 1, 2022 side 42):

"Som et supplement til i-Tree-resultatene har vi utarbeidet en rapport om hvor mange gate-trær og parktrær vi må plante hvert år for å opprettholde antallet bytrær over 100 år. i-Tree-rapporten sammen med denne rapporten førte til et forslag om å supplere beplantningen i trefattige områder mellom sentrale boligområder og sterkt trafikkerte veier. Forslaget ble løftet opp på politisk nivå da midler til klimatilpasning ble bevilget tidlig i 2022. Midlene er bevilget for de neste 4 årene, med treplanting som en av de største postene. Budsjettet for treplanting i 2022 er på 1,5 millioner og vil sannsynligvis øke i løpet av disse fire årene.

Vi har valgt å fordele trærne mellom stamtrær og småplanter avhengig av lokaliteten. Artsvalget har variert avhengig av hvilken økosystemtjeneste som har vært viktigst. De viktigste kvalitetene vi ønsker er effektiv beskyttelse mot luftforurensning med saltresistens ved planting nær motorveier, trær som raskt skaper et kronevolum og trær som kan bli gamle. Dette har resultert i en liste med 17 ulike arter og sorter for 2022. Totalt planlegger Umeå kommune å plante 1100 trær i løpet av fire år innenfor rammen av prosjektet."

Ved hjelp av i-Tree Sverige-prosjektet har Umeå kunnet jobbe strategisk for å informere beslutningstakere, noe som har ført til at flere trær er blitt plantet, og dette arbeidet er også tydelig knyttet til kommunens budsjett.

9.1.4 Malmö

Malmö er kjent for sitt arbeid med trær og landskapsarkitektur, og var også en del av i-Tree Sverige-prosjektet. Malmö arbeider for tiden med å implementere 3-30-300 kronedekkeanalyser for å ta beslutninger om hvor det skal plantes nye trær, og fortsetter å øke antallet arter som brukes i byen.

Eksemplet fra Malmö handler ikke om disse mer omfattende og storstilte tiltakene, men om informasjonskampanjene som ble gjennomført ved å henge opp informasjonsskilt i trær rundt om i Malmö. Informasjonsskiltene ble laget ved å utføre i-Tree Eco-beregningen på 15 trær i 2020, med sikte på å lage de første treskiltene i Sverige og dermed øke kunnskapen om trær blant byens innbyggere.

De 15 trærne ble valgt ut på steder der mange mennesker beveger seg og stopper, for eksempel lekeplasser, torg, bussholdeplasser eller sykkelveier. Tanken var at man ved å lese skiltene skulle få en bedre forståelse av hvordan trær bidrar til å forbedre bymiljøet. Informasjonen på skiltene var derfor svært kvantitativ og også knyttet til oss mennesker, for eksempel oksygenproduksjon sammenlignet med hvor mye oksygen et menneske trenger, karbondioksidlagring sammenlignet med utslipp fra en bil osv.

Skiltene ble tatt svært godt imot og fikk et stort antall delinger og kommentarer på sosiale medier. Et annet interessant aspekt var at mange som ringte kommunen, for eksempel for å be om byggetillatelse, også fortalte resepsjonistene at de satte pris på skiltene. Skiltene ble dermed en kommunikasjonskanal for folk til å uttrykke positive ting om trær, noe som dessverre ofte mangler.

Et vanlig problem i forbindelse med skiltene er hærverk, noe Malmö var bekymret for på forhånd, men resultatet var positivt ettersom skiltene stort sett fikk stå i fred. Nesten alle skiltene sto der fortsatt etter tre til fire måneder, og mange sto der fortsatt 9-10 måneder etter kampanjestart.

Etter at Malmö satte opp de første skiltene, har flere forvaltere rundt om i Sverige valgt å gjennomføre lignende kampanjer, og det er nok bare fantasien som setter grenser for hvordan i-Tree Eco kan brukes til å markedsføre trær! Mer informasjon om disse informasjonskampanjene finner du i kapittelet Markedsføring lenger ned.

9.1.5 Örebro

I likhet med de andre byene som er beskrevet i dette kapittelet, har Örebro gjennomført i-Tree Eco-undersøkelser, noe som i deres tilfelle innebar at de inventerte de sentrale delene av byen ved hjelp av LONA-midler³². Som et resultat av Örebros arbeid med i-Tree Eco er det også gjennomført undersøkelser med i-Tree Canopy, det er utført detaljerte kronedekningsanalyser, og Örebro har også satt opp treskilt inspirert av Malmö.

Målet er at Örebro skal utarbeide en treplan i 2024 med ulike politiske og operative mål, og som en del av dette er det gjennomført en politisk gjennomgang på nasjonalt og lokalt nivå. Sammenstillingen skal brukes til å synliggjøre den regionale og nasjonale sammenhengen mellom de lokale initiativene, slik at det forhåpentligvis blir lettere for folk på taktisk nivå å påvirke på politisk og operativt nivå (tabell 2).



Figur S1: Skilt som viser økosystemene levert av en tre i Malmö.

³² <https://www.naturvardsverket.se/bidrag/lona/>

Tabell 10: Politisk gjennomgang for Örebro kommune.

Nasjonalt		
Sveriges miljømål	<p>Sveriges miljømålsystem består av et generasjonsmål, 16 miljøkvalitetsmål og en rekke delmål. Hensikten med målene er å bidra til å gjennomføre den økologiske dimensjonen av de globale bærekraftsmålene. Disse 16 målene er</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Begrenset klimapåvirkning 2. Frisk luft 3. Bare naturlig forsuring 4. Giftfritt miljø 5. Beskyttelse av ozonlaget 6. Trygt strålingsmiljø 7. Ingen eutrofiering 8. Levende innsjøer og elver 9. Grunnvann av god kvalitet 10. Hav i balanse og levende kyst og skjærgård 11. Blomstrende våtmarker 12. Levende skoger 13. Et rikt jordbrukslandskap 14. Storslått fjellmiljø 15. Gode bygde omgivelser 16. Rikt plante- og dyreliv 	<p>Av de 16 målene kan følgende knyttes til arbeidet med bytrær og grøntområder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begrenset klimapåvirkning • Frisk luft • Grunnvann av god kvalitet • Levende skoger • Et rikt jordbrukslandskap • Gode bygde omgivelser • Rikt plante- og dyreliv
Generasjonsmålet - miljøarbeid for fremtidige generasjoner	<p>Generasjonsmålet er et overordnet mål for svensk miljøpolitikk og er retningsgivende for miljøarbeidet på alle nivåer i samfunnet. Generasjonsmålet angir den samfunnsomstillingen som kreves for at vi skal kunne overlate et samfunn der de store miljøproblemene er løst til kommende generasjoner.</p>	<p>Arbeidet med trær og grøntområder kan knyttes til miljømålene ovenfor.</p>

	<p>For å oppnå dette kreves det politiske beslutninger og tiltak i Sverige, EU og internasjonalt.</p> <p>"Det overordnede målet for miljøpolitikken er å overlate til neste generasjon et samfunn der de store miljøproblemene er løst, uten at det fører til økte miljø- og helseproblemer utenfor Sveriges grenser."</p> <p>- Riksdagens definisjon av generasjonsmålet.</p>	
Miljøkvalitetsmål	<p>Miljøkvalitetsmålene beskriver den tilstanden i det svenske miljøet som skal oppnås. Det finnes 16 miljøkvalitetsmål, som alle omhandler viktige miljøområder.</p> <p>Arbeidet med å nå miljøkvalitetsmålene og generasjonsmålet danner grunnlaget for den nasjonale miljøpolitikken.</p> <p>Miljøkvalitetsmålene og deres presiseringer skal gi en langsiktig visjon for miljøarbeidet og være retningsgivende for miljøarbeidet i samfunnet som helhet, inkludert myndigheter, fylkeskommuner, kommuner, næringsliv og andre aktører.</p>	Arbeidet med trær og grøntområder kan knyttes til miljømålene ovenfor.
Milepæler	<p>Milepælene identifiserer en ønsket samfunnsomstilling. De er steg på veien mot å nå generasjonsmålet og ett eller flere miljøkvalitetsmål. De viser hva Sverige kan gjøre og tydeliggjør hvor innsatsen bør settes inn.</p> <p>Et viktig formål med etappemålene og miljøkvalitetsmålene er at de skal være retningsgivende for</p>	Arbeidet med trær og grøntområder kan knyttes til miljømålene ovenfor.

	alles miljøarbeid, inkludert regjering, myndigheter og andre interessenter.	
Handlingsprogram for spesielt verneverdige trær	Naturvårdsverket har utarbeidet et handlingsprogram for spesielt verneverdige trær med mål om å øke antallet store og gamle trær i Sverige, noe som igjen kan være positivt for det biologiske mangfoldet. Programmet angir følgende mål som er viktige for Örebros vedlikeholdsplan. <ul style="list-style-type: none"> • Oppnå 25 % kronedekning innen 2025. • Øke kronedekningen med 2 prosentpoeng mellom 2020 og 2025. 	Programmet har mange målsettinger og delmål som kan knyttes direkte til trær og grøntområder.
Lokalt (Örebro)		
Miljømål for Örebro län	Miljømålene for Örebro län er basert på Sveriges generasjonsmål. Målet var å samle miljøarbeidet i fylket for å jobbe sammen mot det nasjonale målet. Dette skjer i direkte samarbeid med Länsstyrelsen som regional miljømyndighet. Dette for å sikre at de mål og tiltak som fastsettes, henger sammen med de bestemmelser som er gitt i Stortinget. Miljømålene fastsetter 14 miljøkvalitetsmål som er relevante for Örebro av de 16 som inngår i Sveriges generasjonsmål. De er som følger; <ul style="list-style-type: none"> • Begrenset klimapåvirkning • Frisk luft • Bare naturlig forsuring • Giftfritt miljø • Beskyttelse av ozonlaget • Trygt strålingsmiljø • Ingen eutrofiering • Levende innsjøer og elver • Grunnvann av god kvalitet • Blomstrende våtmarker 	Av disse er følgende direkte knyttet til trær og grøntområder: <ul style="list-style-type: none"> • Begrenset klimapåvirkning • Frisk luft • Giftfritt miljø • Levende innsjøer og elver • Grunnvann av god kvalitet • Levende skoger • Et rikt jordbrukslandskap • Gode bygde omgivelser • Rikt plante- og dyreliv

	<ul style="list-style-type: none"> • Levende skoger • Et rikt jordbrukslandskap • Gode bygde omgivelser • Rikt plante- og dyreliv. 	
Handlingsprogrammet for miljømålene i Örebro län	<p>Formålet med handlingsprogrammet er å fungere som en plattform for å utvikle det strategiske miljøarbeidet i Örebro län og dermed bidra til å effektivisere miljøarbeidet i fylket.</p> <p>Hvert fokusområde er knyttet til ett eller flere av de 14 miljøkvalitetsmålene som er definert i Miljömål för Örebro. Fokusområdene danner også grunnlaget for en rekke separate dokumenter som spesifiserer strategier og tiltak innenfor hvert område.</p>	<p>Av disse er følgende direkte knyttet til trær og grøntområder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begrenset klimapåvirkning • Frisk luft • Giftfritt miljø • Levende innsjøer og elver • Grunnvann av god kvalitet • Levende skoger • Et rikt jordbrukslandskap • Gode bygde omgivelser • Rikt plante- og dyreliv
Program for bærekraftig utvikling	<p>Örebro kommune har vedtatt et program for bærekraftig utvikling, en utviklingsagenda med mål for 2050 og delmål for 2030. Programmet skal hjelpe oss å nå FNs globale mål i Agenda 2030, samt nasjonale og lokale bærekraftsmål. For å nå målene må vi samarbeide med næringslivet, sivilsamfunnet og andre offentlige aktører.</p>	<p>Programmet har mange målsettinger og delmål som kan knyttes direkte til trær og grøntområder.</p>

10 Datavedlegg – Ytterligere tabelldata og infografikk for hver kommune

Ytterligere informasjon om resultatene presentert i rapporten vises her. Følgende tilleggsinformasjon er gitt for hver kommune:

Treets egenskaper

- Antall trær kartlagt i kommunens byggesone og forurensningssoner.
- Fordeling av treslag, kroneareal, høyde og stammeomkrets for de registrerte trærne i kommunene.

Økosystemtjenester for registrerte trær modellert med i-Tree Eco («i-Tree Eco trær»)

- Gjennomsnittlige økosystemtjenesteverdier for i-Tree Eco trærne i kommunene.
 - Karbonlagring (kg og Nkr/år)
 - Årlig karbonbinding (kg/år og Nkr/år)
 - CO₂-utslipp unngått (kg/år og Nkr/år)
 - Reduksjon av overflateavrenning (m³/år og Nkr/år)
 - Reduksjon av luftforurensing (g/år og Nkr/år)
 - Energibesparelse (Nkr/år)
 - Totalverdi av økosystemtjeneste (Nkr/år)

Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone

- Evalueringsresultater fra Random Forest regresjonsmodeller brukt til å ekstrapolere verdiene av økosystemtjenester til alle kartlagte trekroner i kommunens byggesone.
- Totale økosystemtjenesteverdier for alle trær detektert i kommunes byggesone, beregnet ved hjelp av Random Forest regresjonsmodellene.
 - Karbonlagring (kg)
 - Årlig karbonbinding (kg/år)
 - Reduksjon av overflateavrenning (m³/år)
 - Reduksjon av luftforurensing (g/år)
 - Totalverdi av økosystemtjeneste (Nkr/år)

Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå

- Andel boligbygg som har minst 3 trær i 15m nærheten
- Trekronedekket
- Andel boligbygg som har mindre enn 300m til nærmest grøntområde

Dataleveranser

Prosjektdata er delt med de fire Trekrone kommunene. Sammendragsstatistikk er tilgjengelig **online**³³ og kartdata er tilgjengelig i **Bytreatlasene**³⁴.

Det er viktig å lese metadata excel-filen. Metadata inneholder attributtinformasjon samt koblingstabeller til tilhørende ArcGIS Online kartdata.

Tabell S1: Mappestruktur for leveranse mappen <<%kommune%_trekroner_leveranser_NINA_2023>>.

Datautvekslingsmappestruktur	Beskrivelse
--- bytraer_database	
-- ra_tredata_kilder	treregister levert av kommune til NINA i 2022/2023
-- CSV	
-- %kommune%_registrerte_traer.csv	enkelte registrerte trær fra treregister
-- %kommune%_trekroner_%ÅR%.csv	trekroner detektert fra laserdata
-- %kommune%_bytraer_db_2023.gdb	geodatabase med treregister og trekroner
-- oslo_bytraer_db_metadata.xlsx	METADATA for bytraer_database
--- rasters	
-- %kommune%_karbonlagring_kg.tif	karbonlagring i trær (kg)
-- %kommune%_karbonbinding_kg_ar.tif	karbonbinding i trær (kg/år)
-- %kommune%_reduksjon_overflateavrenning_g_ar.tif	reduksjon i overflateavrenning (g/år)
-- %kommune%_reduksjon_luftforurensning_g_ar.tif	reduksjon i luftforurensning (g/år)
-- %kommune%_økonomisk_totalverdi_OT_kr_2023.tif	økonomisk totalverdi av økosystemtjenester beregnet for 2023
-- %kommune%_bakketempera- tur_%ÅR%_scenario_med_traer.tif	bakketemperatur i varmeste sommer (°C)
-- %kommune%_bakketempera- tur_%ÅR%_scenario_uten_traer.tif	bakketemperatur i varmeste sommer (°C) - scenario uten trær
-- %kommune%_bakketemperatur_%ÅR%_forskjell_med- uten_traer.tif	forskjell i bakketemperatur i varmeste sommer (°C) - scenario med og uten trær
-- %kommune%_trekronesynlighet_av_%ÅR%_trekroner.tif	trekronesynlighet av trekroner
-- %kommune%_metadata_OT_rasters.xlsx	METADATA for rasters
--- statistikk_pa_grunnkretsna	
-- %kommune%_statistikk_pa_grunnkretsna.gdb	grunnkretspolygoner med statistikk
-- %kommune%_regel_3_30_300_på_grunnkretsna.xlsx	3-30-300 på grunnkretsna
-- %kommune%_metadata_statistikk_pa_grunnkretsna.xlsx	METADATA for statistikk_pa_grunnkretsna

³³ https://ninanor.github.io/trekroner-docs/html/summary_stat/index.html

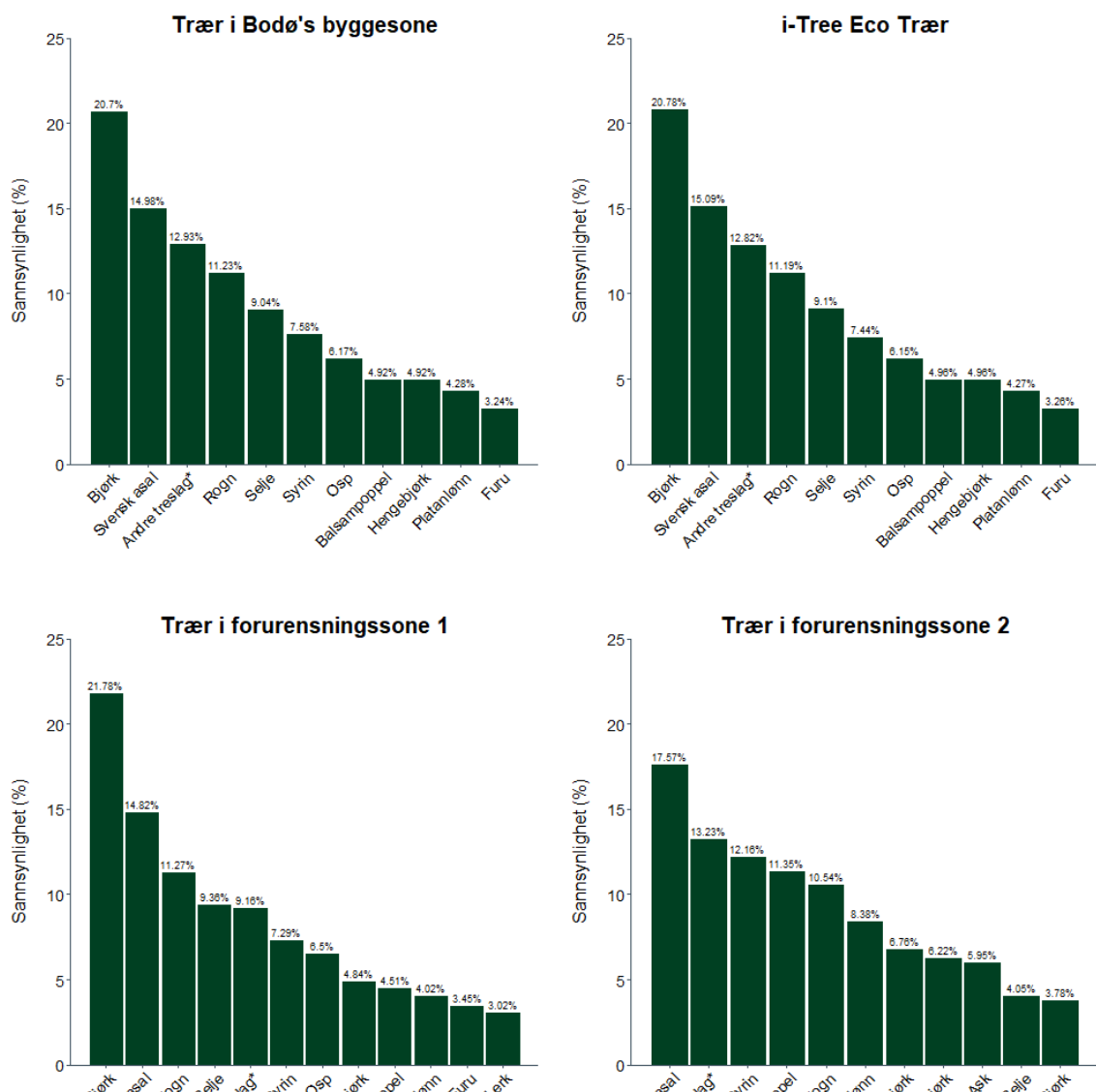
³⁴ https://ninanor.github.io/trekroner-docs/html/app_instructions/agol.html

10.1 Bodø

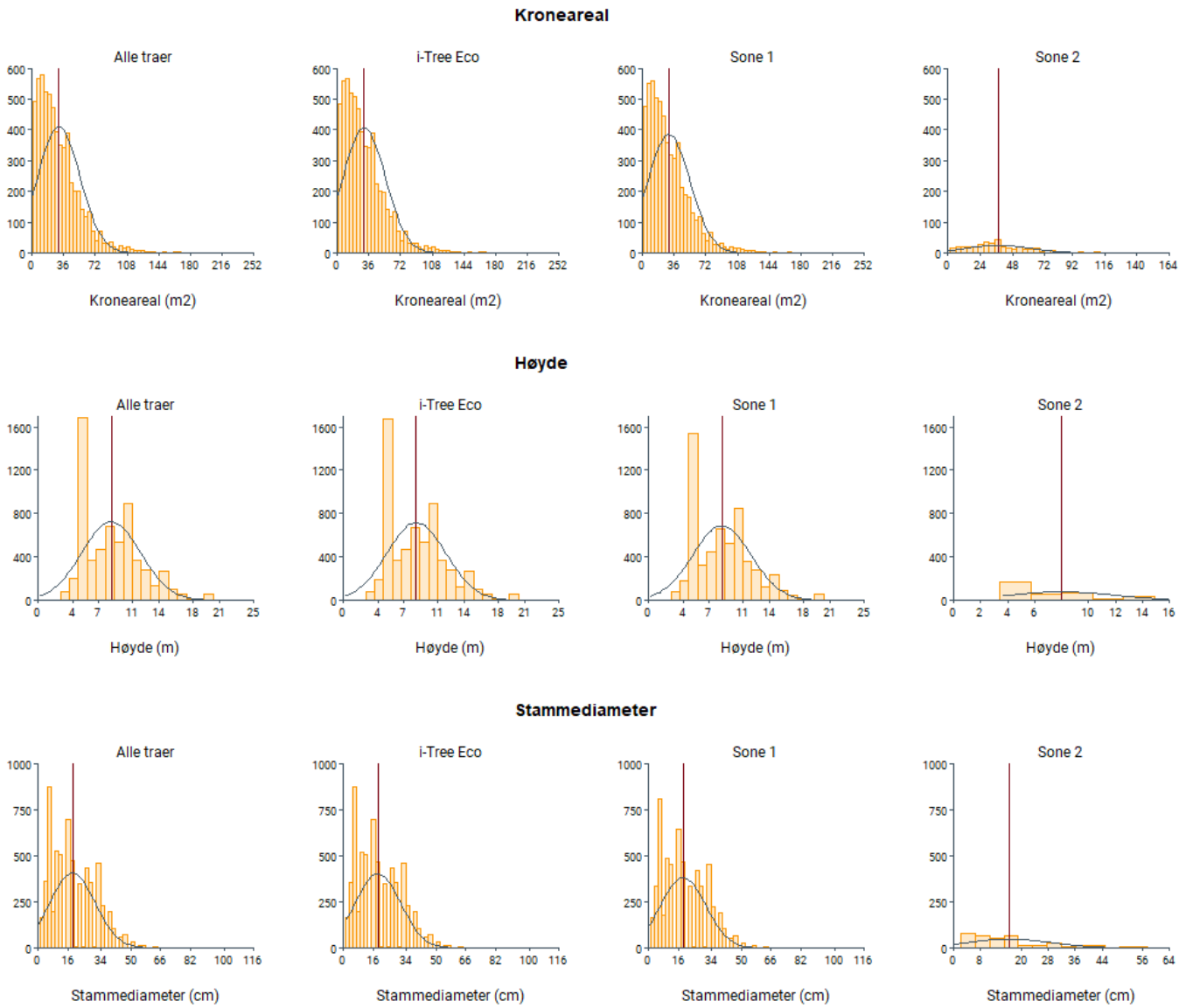
10.1.1 Treets egenskaper

Tabell S2: Antall registrerte og kartlagte trær i Bodø

Navn	Beskrivelse	Antall
Total registrerte trær	Totalt antall registrerte trær i Bodø	6 184
i-Tree Eco	Totalt antall trær brukt i i-Tree Eco	6 131
Sone 1	Trær i forurensnings sone 1 (grønn)	5 813
Sone 2	Trær i forurensnings sone 2 (gull)	371
Sone 3	Trær i forurensnings sone 3 (rød)	0
Total trebestand	Totalt antall trær i bestanden (basert på laserdata)	103 504



Figur S2 Treslagsfordeling i Bodø. Trær som har en sannsynlighet på mindre enn 3% er klassifisert som "Andre Treslag".



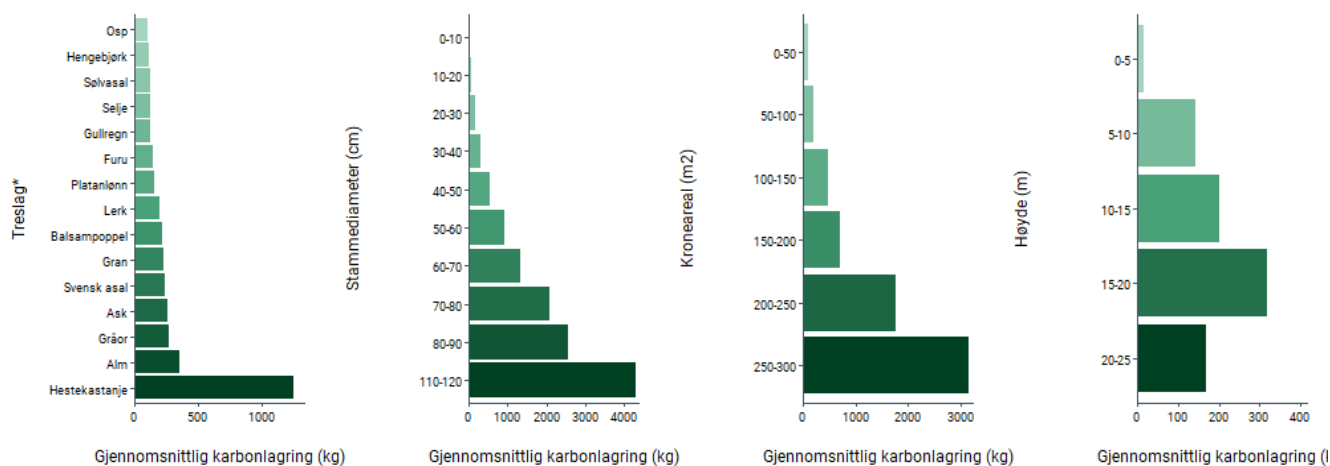
Figur S3: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) for de 6184 registrerte trærne i Bodø. Normalfordelingen (svart linje) og gjennomsnittet (rød linje) er synlige.

Tabell S3: Fordeling av gjennomsnittlig kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) per treslag for de 6131 i-Tree Eco Trær registret i Bodø.

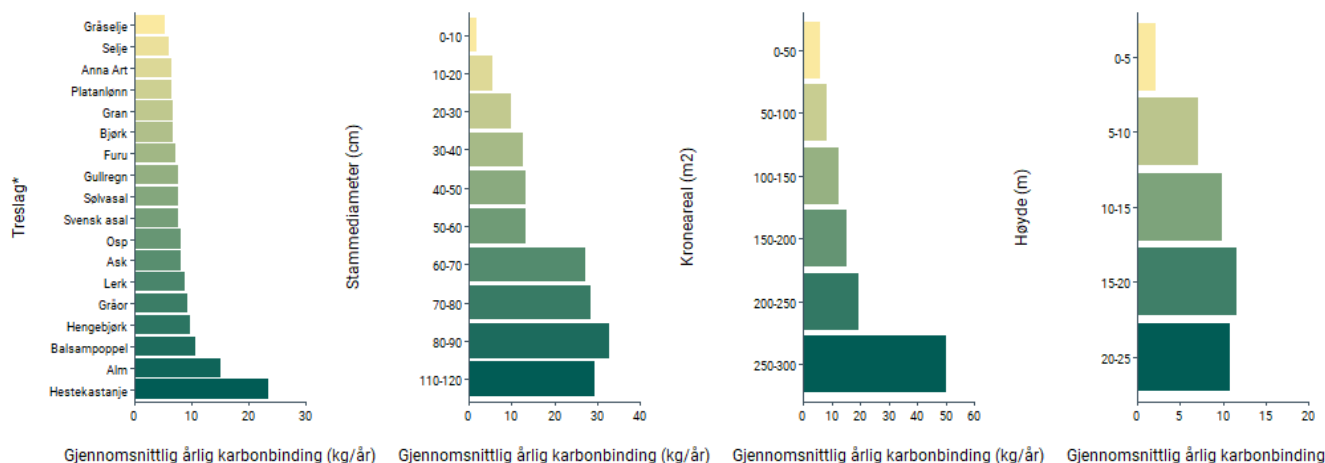
Nr.	Treslag	Antall Trær	Kroneareal (m ²)	Høyde (m)	Stammediameter (cm)
1	Alm	33	44.08	11.69	29.13
2	Alpeasal	34	38.56	5.1	13.67
3	Amerikahagtorn	5	29.16	5	5.41
4	Anna Art	55	30.76	6.89	13.02
5	Ask	89	57.26	11.2	29.78
6	Balsampoppel	304	43.22	12.86	31.48
7	Bjørk	1274	23.98	8.95	17.18
8	Blodbøk	29	39.95	8.22	12.51
9	Dunpil	1	52.85	5	9.55
10	Eple	7	25.57	6.26	10.23
11	Furu	200	20.32	11.38	29.95
12	Gran	22	35.19	11.45	28.94
13	Gråor	9	46.27	9.56	29.71
14	Gråselje	15	35.39	6.57	16.02
15	Gullregn	4	55.84	8.04	22.24
16	Hagtorn	4	22.53	5.67	9.55
17	Hegg	19	28.73	6.35	11.9
18	Hengebjørk	304	33.23	9.55	19.67
19	Hestekastanje	3	99.86	11.08	49.87
20	Hvitpil	3	44.37	8.33	8.49
21	Istervier	29	21.11	5.47	6.42
22	Katsuratre	1	65.76	5	12.73
23	Kurvpil	2	44.47	7.5	12.73
24	Lerk	176	26.6	14.24	32.79
25	Morell	21	27.83	5.64	4.55
26	Neverhegg	3	34.22	5	6.37
27	Ornäsbjørk	95	38.46	5.5	8.2
28	Osp	377	20.39	9.98	19.37
29	Platanlønn	262	52.21	7.65	18.88
30	Prydeple	5	24.4	7.26	6.37
31	Rogn	686	22.79	7.29	12.35
32	Rognasal	34	35.16	5.68	10.35
33	Rød spisslønn	1	38.83	5	6.37
34	Rødhyll	4	20.04	5.18	7.56
35	Sargentkirsebær	8	27.62	5	6.37
36	Selje	558	33.12	8.11	18.81
37	Sitkagran	17	23.68	7.91	15.26
38	Spisslønn	31	51.23	6.87	11.4
39	Svensk asal	925	41.54	7.18	23.86
40	Syrin	456	17.77	5.51	6.09
41	Sølvasal	3	49.59	5.87	20.16
42	Sølpil	3	32.04	5	6.37
43	Tartarlønn	3	14.94	5	6.37
44	Ullungrogn	16	31.81	6.67	6.37
45	Valnøtt	1	38.83	5	6.37
Totalt i-Tree Eco trær		6131			

10.1.2 Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco

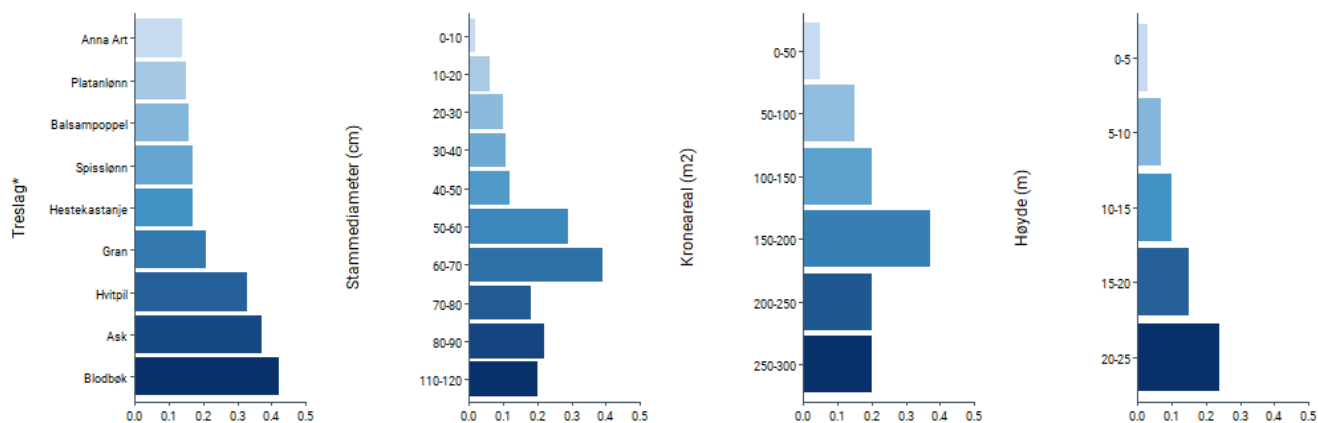
Gjennomsnittlig karbonlagring (kg) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



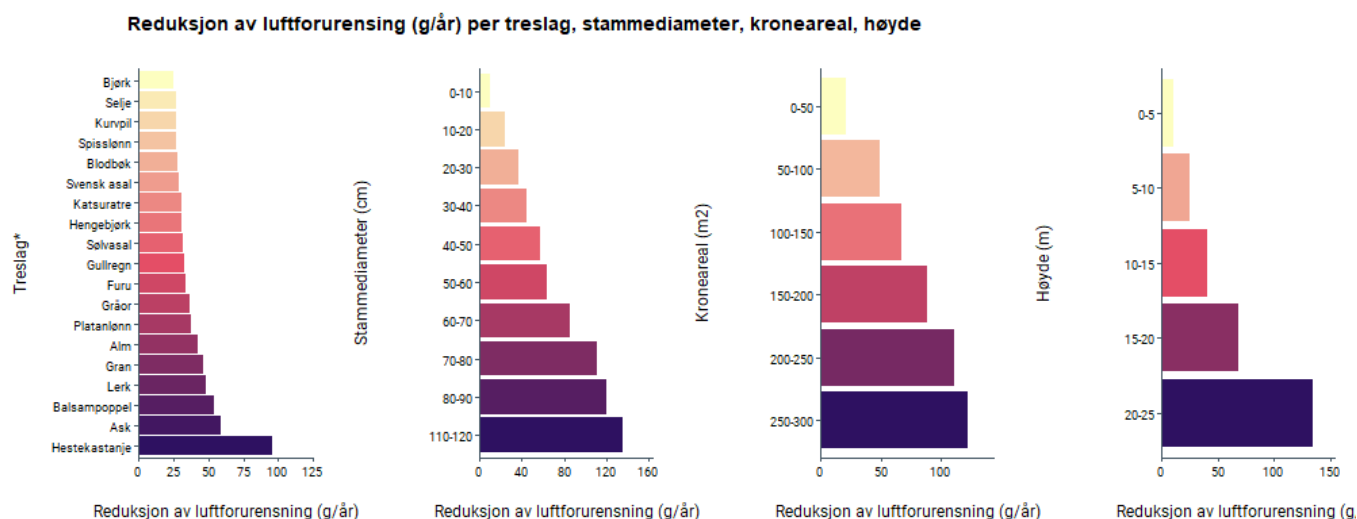
Gjennomsnittlig årlig karbonbinding (kg/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



Reduksjon av overflateavrenning (m³/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



Figur S4: Gjennomsnittlig karbonlagring, karbonbinding og reduksjon av overflateavrenning per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 6131 i-Tree Eco Trærne registrert i Bodø.



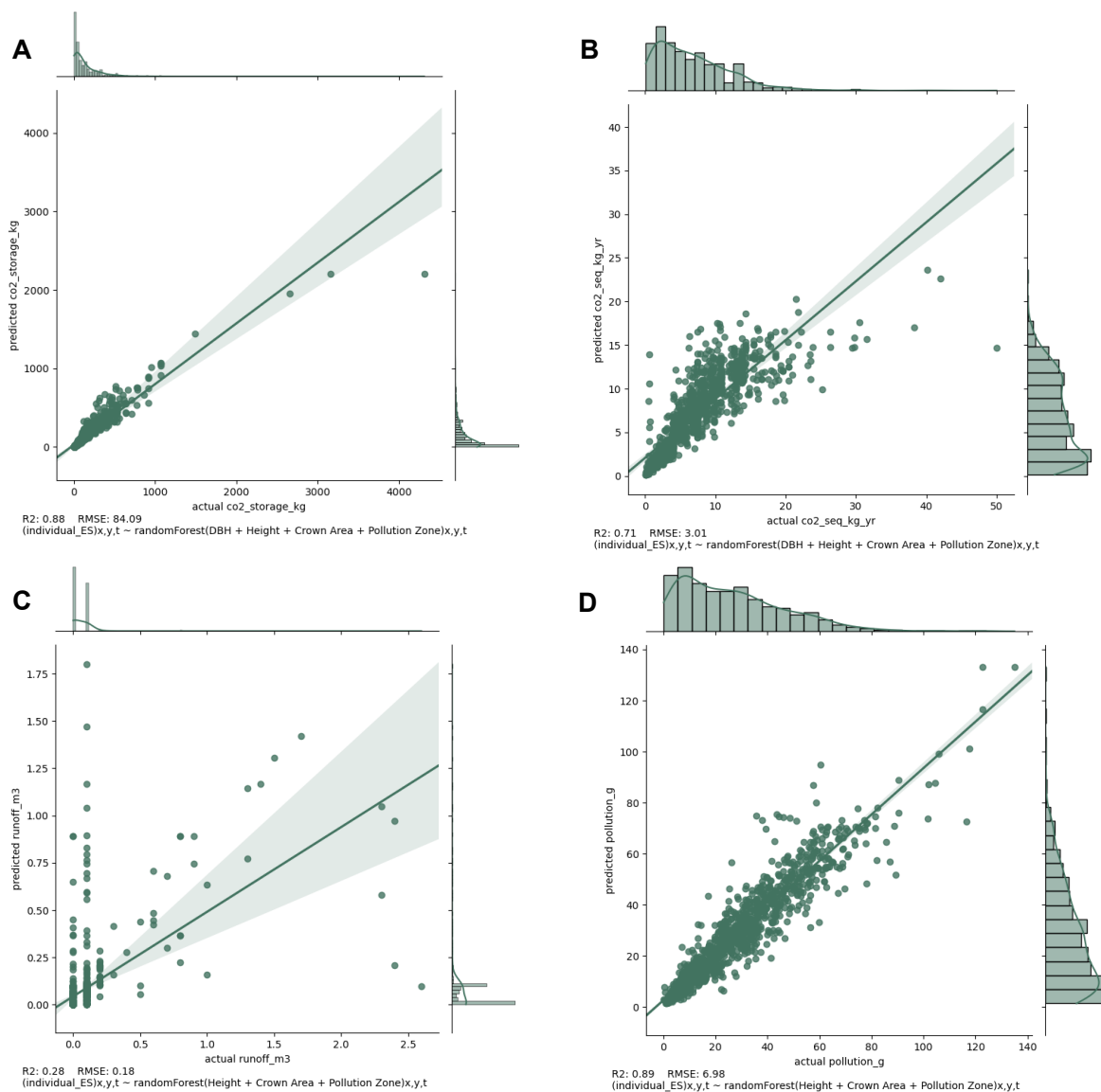
Figur S5 Gjennomsnittlig reduksjon av luftforurensning per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 6131 i-Tree Eco Trærne registrert i Bodø.

Tabell S4 Gjennomsnittlig reduksjon av luftforurensning per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 6131 i-Tree Eco Trærne registrert i Bodø.

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Karbonlagring (kg)	Årlig karbonbinding (kg/År)
0-50	5064	103.27	6.09
50-100	951	204.31	8.21
100-150	102	469.81	12.31
150-200	10	699.6	15.3
200-250	3	1758.53	19.53
250-300	1	3160	50

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Reduksjon av overflateavrenning (m ³ /År)	Reduksjon av luftforurensning (g/År)
0-50	5064	0.05	21.5
50-100	951	0.15	49.05
100-150	102	0.2	66.87
150-200	10	0.37	88.58
200-250	3	0.2	111.3
250-300	1	0.2	122.6

10.1.3 Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone



Figur S6: Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone. Regresjonsplott for de trente Linear Regression modeller som viser resultatene av å bruke disse modellene på test-utvalg, som utgjør 20 % av det totale i-Tree Eco datasettet. På Y-aksen ser vi de predikerte verdiene og deres fordeling, og på X-aksen ser vi de faktiske verdiene og deres fordeling. R2- og RMSE-verdier er nevnt under plottene. **A.** Regresjonsplott for karbonlagring (kg). **B.** Regresjonsplott for årlig karbonbinding (kg/år). **C.** Regresjonsplott for reduksjon av overflateavrenning (m³/år). **D.** Regresjonsplott for reduksjon av luftforurensing (m³/år). Metoder og valg av modeller er beskrevet i kapittel «metoder» på dokumentasjons nettsiden: <https://ninanor.github.io/trekroner-docs>.

Tabell S5: Evalueringsresultater til regresjonsmodeller laget basert på Bodøs i-Tree Eco resultater.

Modell	tren:tes t	Max featur- res	N esti- mators	Intern evaluering		Ekstern evaluering av best selektert modell			
				Gjenn. R2	metode	R2	RMSE	MSE	MAE
Karbonlagring (karbonlagring)x,y,t ~ randomForest(DBH + høyde + kroneareal+ luftsoner)x,y,t	80:20	Alle = 5	38	0.93	10-fold cross- valida- tion	0.88	84.09	7070.42	23.35
Karbonbinding (karbonbinding)x,y,t ~ randomForest(DBH + høyde + kroneareal+ luftsoner)x,y,t	80:20	Sqrt = 2	39	0.73	10-fold cross- valida- tion	0.71	3.01	9.05	1.64
Reduksjon av overflateav- renning (Reduksjon av overflateavren- ning)x,y,t ~ randomForest(høyde + krone- areal+ luftsoner)x,y,t	80:20	Sqrt = 2	24	0.52	10-fold cross- valida- tion	0.28	0.18	0.03	0.04
Reduksjon av luftforuren- sing (Reduksjon av overflateavren- ning)x,y,t ~ randomForest(høyde + krone- areal+ luftsoner)x,y,t	80:20	Sqrt = 2	37	0.89	10-fold cross- valida- tion	0.89	6.98	48.68	4.51

*Max features (mtry) = antall trær brukt i random forest modellen.

** N estimators (ntree) = antall features som skal vurderes på hver node

Tabell S6: Fysiske totalverdier for økosystemtjenestene i Bodøs byggesone. Beregnet ved å ekstrapolere i-Tree Eco resultatene til alle trekkronene detektert i byggesone ved å bruke de Random Forest regresjonsmodellene som er visualisert i figur S5.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum
Karbonlagring	kg	103504	123.4	96.1	0.1	61.6	92.3	172.0	2207.9	92.3	12774780
Årlig karbonbinding	kg/år	103504	7.2	3.1	0.1	5.1	6.9	9.0	36.0	6.9	741183
Reduksjon av overflateavrenning	m3/år	103504	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	2.3	0.1	8898
Reduksjon av luftforurensing	g/år	103504	33.3	20.0	0.6	16.4	30.4	48.3	184.2	30.4	3447223

Tabell S7: Økonomiske totalverdier for økosystemtjenestene i Bodøs byggesone.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum	Sum i million Nkr
Årlig karbonbinding	Nkr/år	103504	13.5	5.9	0.2	9.6	13.1	17.0	67.9	13.1	1395647	1.40
Reduksjon av overflateavrenning	Nkr/år	103504	0.7	1.5	0.0	0.0	0.7	0.9	19.9	0.7	76292	0.08
Reduksjon av luftforurensing	Nkr/år	103504	22.6	13.6	0.4	11.2	20.7	32.8	125.3	20.7	2344112	2.34
Totalverdi økosystemtjenester	Nkr/år	103504	36.9	18.9	1.1	21.8	35.0	49.4	159.0	35.0	3815921	3.82
Totalverdi økosystemtjenester per trekroneareal	Nkr/år	103504	1.0	1.9	0.2	0.6	0.8	1.2	442.4	0.8	101661	0.10

10.1.4 Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå

Tabell S8: '3-30-300'-regelen statistikk på grunnkrets nivå i Bodø kommune. Indikator til regel 3: andel boligbygg nær trær (15 m). Indikator til regel 30: kronedekningsgrad (minst 30 %). Indikator til regel 300: andel boligbygg nært grøntområder (300 m). Merk at det ikke har vært mulig å beregne avstand til trær og grøntområder fra individuelle boliger, men fra hele boligbygg. Ett boligbygg kan inneholde flere boliger.

Grunnkretsnummer	Grunnkretsnavn	Antall trær	Antall bygninger	Antall boligbygg	Andel boligbygg nær trær (15 m)		Kronedekningsgrad		Andel boligbygg nært grøntområde	
					%	klasse	%	klasse	%	klasse
18040101	Moloen	268	84	7	43	25-50%	4	0-25%	86	75-100%
18040102	Sentrum 1	84	145	30	67	50-75%	5	0-25%	0	0-25%
18040103	Domkirken	196	201	83	63	50-75%	12	0-25%	0	0-25%
18040104	Sentrum 2	194	120	13	62	50-75%	8	0-25%	0	0-25%
18040105	Solparken	88	34	16	75	50-75%	20	0-25%	0	0-25%
18040106	Jentofts Gate	139	102	47	94	75-100%	18	0-25%	0	0-25%
18040107	Jernbanestasjon	199	25	0	0	0-25%	5	0-25%	0	0-25%
18040108	Østre Skolepark	34	77	36	61	50-75%	4	0-25%	0	0-25%
18040109	Urtegårdsgata	118	170	80	65	50-75%	12	0-25%	0	0-25%
18040110	Zefyrhaugen	478	178	79	99	75-100%	18	0-25%	0	0-25%
18040111	Sentralsykehuset	116	16	0	0	0-25%	11	0-25%	0	0-25%
18040112	Snippen	141	134	64	64	50-75%	10	0-25%	2	0-25%
18040113	Rensåsen	1388	9	1	100	75-100%	52	50-75%	100	75-100%
18040114	Kortneset	205	70	30	70	50-75%	13	0-25%	60	50-75%
18040201	Langstranda	365	99	0	0	0-25%	2	0-25%	0	0-25%
18040202	Hammarvika	161	16	4	100	75-100%	8	0-25%	50	25-50%
18040203	Brevika	374	246	112	82	75-100%	10	0-25%	88	75-100%
18040204	Fugløyveien	519	366	157	78	75-100%	14	0-25%	77	75-100%
18040205	Svenskebyen	72	155	80	62	50-75%	10	0-25%	57	50-75%
18040206	Leif Jensons Plass	188	256	116	66	50-75%	12	0-25%	47	25-50%
18040207	Roald Amundsens Vei	227	288	135	76	75-100%	12	0-25%	95	75-100%
18040208	Gråholten	532	275	140	77	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
18040209	Meholten	1234	13	0	0	0-25%	16	0-25%	0	0-25%
18040210	Aspåsen	766	176	62	98	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
18040211	Aspmyra	170	28	4	75	50-75%	9	0-25%	25	0-25%
18040212	Hernes 1	328	350	175	73	50-75%	11	0-25%	63	50-75%
18040301	Rensmoen	368	337	160	84	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
18040302	A. G. Johnsons Vei	175	179	112	94	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
18040303	Hernes 2	305	80	17	94	75-100%	7	0-25%	59	50-75%
18040304	Jordbruket	221	257	120	77	75-100%	10	0-25%	2	0-25%
18040305	Småtindveien	5	39	24	4	0-25%	1	0-25%	0	0-25%
18040306	Speiderveien	24	27	2	100	75-100%	2	0-25%	100	75-100%
18040307	Østbyen	365	222	129	85	75-100%	15	0-25%	40	25-50%
18040308	Stadion	188	74	30	60	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
18040309	Olahaugen	334	206	113	91	75-100%	17	0-25%	63	50-75%
18040310	Plassmyra	409	102	5	60	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
18040311	Stormyra 1	117	26	1	100	75-100%	6	0-25%	100	75-100%
18040312	Stormyra 2	251	91	16	94	75-100%	5	0-25%	100	75-100%
18040401	Rønvikleira 1	500	66	4	100	75-100%	5	0-25%	100	75-100%
18040402	Rønvikleira 2	220	108	11	91	75-100%	4	0-25%	100	75-100%
18040403	Burøya	543	73	0	0	0-25%	11	0-25%	0	0-25%

NINA Rapport 2391

18040405	Flatvold	143	37	15	87	75-100%	14	0-25%	7	0-25%
18040406	Einmoen 1	204	152	79	90	75-100%	12	0-25%	81	75-100%
18040407	Einmoen 2	47	29	8	100	75-100%	9	0-25%	100	75-100%
18040408	Vollen 1	173	75	24	96	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
18040409	Vollen 2	274	382	210	69	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
18040410	Ramnfloget	127	41	16	50	25-50%	16	0-25%	100	75-100%
18040411	Hyttebakken	1039	333	174	89	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
18040412	Nedre Fjellveien	213	222	96	80	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
18040413	Årnessletta	392	204	110	57	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
18040414	Kirkhaugen	365	211	117	97	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040415	Leif Aunes Vei	101	22	11	91	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
18040416	Lagården	405	318	154	86	75-100%	13	0-25%	91	75-100%
18040417	Mælen	268	62	17	88	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
18040418	Kvalvika	2547	191	59	81	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
18040419	Rønvikfjellet	703	68	23	91	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
18040420	Skivika	2645	737	314	83	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
18040421	Løpsmarka	1661	568	283	73	50-75%	22	0-25%	100	75-100%
18040501	Solslett	366	238	110	95	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
18040502	Bjerkeng	148	147	64	78	75-100%	10	0-25%	61	50-75%
18040503	Myrvold	237	288	133	79	75-100%	12	0-25%	77	75-100%
18040504	Symrahaugen	480	412	190	82	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
18040505	Stordalen	948	187	86	88	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
18040506	Reinsletta	842	491	225	87	75-100%	18	0-25%	99	75-100%
18040507	Herredshuset	47	1	0	0	0-25%	21	0-25%	0	0-25%
18040508	Gjerdet	433	371	166	85	75-100%	16	0-25%	99	75-100%
18040509	Saltvern Skoler	169	61	24	88	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
18040510	Langåsen	381	202	105	92	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040511	Rønvikjordet	56	0	0	0	0-25%	3	0-25%	0	0-25%
18040512	Gårdsbruket N.p.s	320	48	10	100	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040513	Nordland P.sykehus	2581	75	21	100	75-100%	51	50-75%	100	75-100%
18040514	Boligfelt N.p.s	80	20	7	100	75-100%	37	25-50%	100	75-100%
18040515	Neståsen	63	34	24	62	50-75%	23	0-25%	100	75-100%
18040516	Hellran	159	46	26	77	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
18040517	Rødbrekka	424	167	89	90	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
18040518	Vågønes	35	1	0	0	0-25%	3	0-25%	0	0-25%
18040601	Flystasjon	10879	231	0	0	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
18040602	Alberthaugen	1728	127	10	100	75-100%	14	0-25%	100	75-100%
18040603	Bodøgård	1288	172	82	80	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
18040604	Bodøsjøen 1	3184	268	116	94	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
18040605	Skeid	451	154	74	88	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
18040606	Bjørkåsen	355	174	78	81	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040607	Bodin Leir 1	531	73	28	50	25-50%	16	0-25%	100	75-100%
18040608	Bodin Leir 2	1602	22	1	100	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
18040609	Grønnåsen	1898	724	372	44	25-50%	23	0-25%	100	75-100%
18040610	Bodøsjøen 2	615	115	11	91	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
18040611	Alsgård 1	905	391	183	36	25-50%	14	0-25%	100	75-100%
18040612	Alsgård 2	125	31	21	43	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
18040613	Jensvoll 1	174	172	79	65	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
18040614	Jensvoll 2	664	217	103	95	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
18040615	Trollhaugen	435	72	27	100	75-100%	26	25-50%	100	75-100%

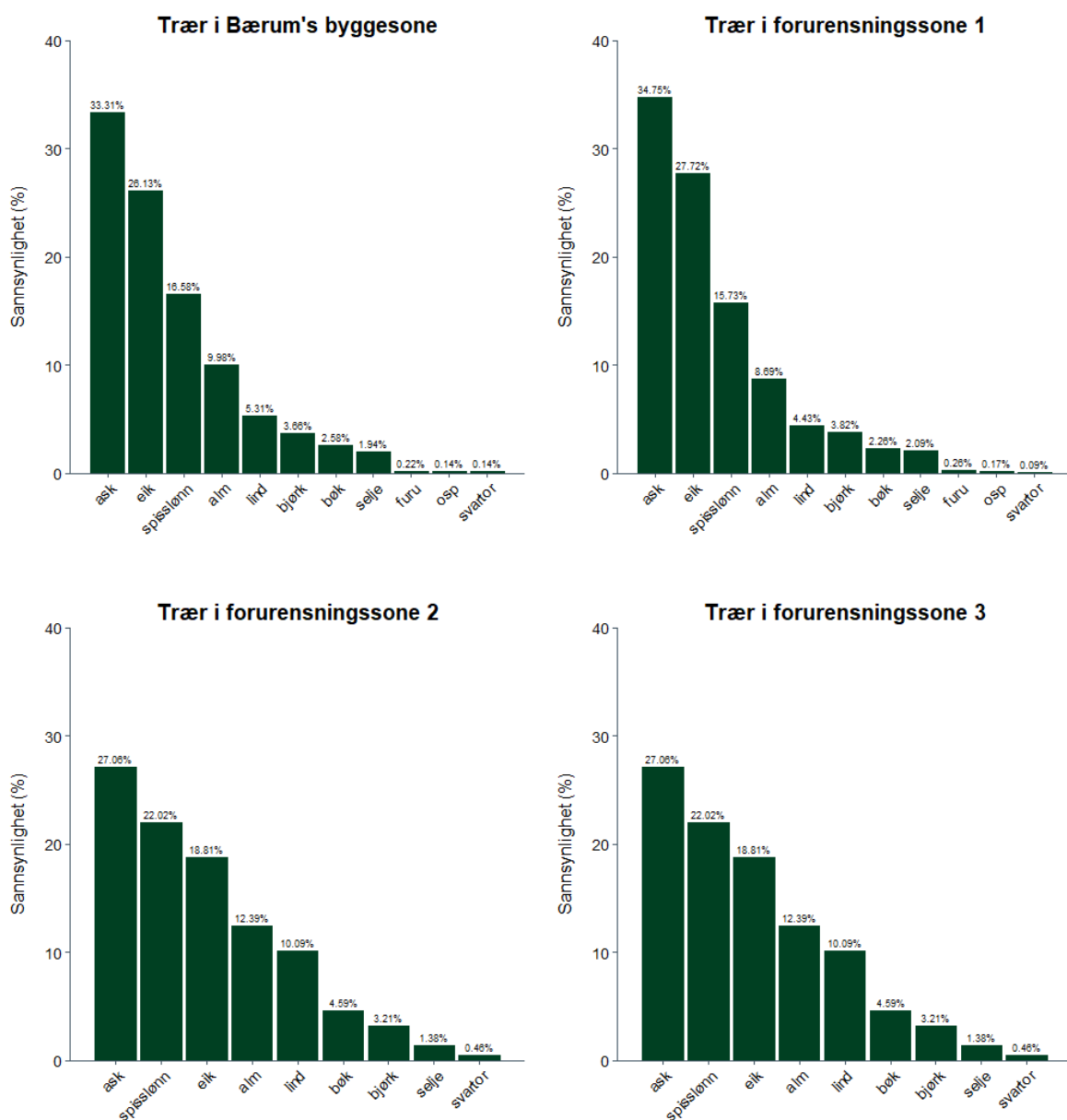
18040616	Stille Dal	1183	242	101	98	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
18040617	Alstad 2	290	155	81	30	25-50%	16	0-25%	100	75-100%
18040618	Alstad 1	1618	564	286	79	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040619	Svartlia	942	253	164	46	25-50%	23	0-25%	100	75-100%
18040701	Hunstadlia 1	749	314	163	79	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
18040702	Stokkvika	834	238	140	90	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
18040703	Hunstadmoen	506	324	191	86	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
18040704	Hunstadlia 2	621	166	70	99	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
18040705	Hunstadlia 3	1180	326	158	82	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
18040706	Limyråsen	458	181	89	90	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
18040707	Galnåsen	353	194	120	79	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
18040708	Galnåsmyra	292	97	59	63	50-75%	15	0-25%	100	75-100%
18040709	Forsveien	310	50	22	100	75-100%	24	0-25%	100	75-100%
18040710	Storgjerdåsen	591	137	91	81	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
18040711	Hunstad Senter	136	23	8	75	50-75%	18	0-25%	100	75-100%
18040712	Lillegjerdåsen	410	91	51	94	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
18040713	Mørkved	3362	145	36	89	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
18040714	Osphaugen	791	174	87	94	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
18040715	Skavdalslia	682	202	101	80	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
18040716	Gjæran	355	27	3	100	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
18040717	Hunstadbukta	695	93	47	55	50-75%	25	0-25%	100	75-100%
18040718	Hunstad	2959	50	12	83	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
18040719	Brækka	1086	475	276	38	25-50%	13	0-25%	100	75-100%
18040720	Hammarlia	167	19	15	73	50-75%	23	0-25%	100	75-100%
18040801	Bertnes	4822	798	302	63	50-75%	24	0-25%	100	75-100%
18040802	Valle	0	0	0	0	0-25%	0	0-25%	0	0-25%
18040804	Kvalvåg	1728	0	0	0	0-25%	66	50-75%	0	0-25%
18040806	Junkern	723	3	0	0	0-25%	40	25-50%	0	0-25%
18040807	Mørkved Sentrum 1	411	63	34	76	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
18040808	Kjeldmyrlia	918	319	189	77	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
18040810	Høgla	254	134	90	72	50-75%	19	0-25%	100	75-100%
18040811	Hokkåsen	713	128	76	62	50-75%	28	25-50%	100	75-100%
18040812	Mørkved Sentrum 2	2841	82	40	25	0-25%	35	25-50%	100	75-100%
18040813	Trollmyra	702	351	194	74	50-75%	16	0-25%	100	75-100%
18040814	Greisdalslia	606	226	114	74	50-75%	25	0-25%	100	75-100%
18040815	Bjørndalslia	1674	549	283	66	50-75%	21	0-25%	89	75-100%
18040816	Vasslia	1279	173	77	90	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
18040901	Myklebostad	533	72	28	71	50-75%	41	25-50%	100	75-100%
18041003	Løding Østre	461	91	27	56	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
18041004	Løding Vestre	986	122	60	73	50-75%	28	25-50%	100	75-100%
18041008	Tverlandsbyen Sentrum	3499	406	172	91	75-100%	34	25-50%	100	75-100%
18041009	Høgåsen	470	119	50	70	50-75%	21	0-25%	100	75-100%
18041010	Oddan	85	21	13	85	75-100%	14	0-25%	100	75-100%
18041011	Furulia	1222	316	169	80	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
18041012	Sennvika	917	292	124	73	50-75%	15	0-25%	100	75-100%
18041013	Sjuraugan	1571	676	327	75	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
	Bodøs byggesonen	103 504	24385	11130	76	75-100%	16	0-25%	87	75-100%

10.2 Bærum

10.2.1 Treets egenskaper

Tabell S9: Antall registrerte og kartlagte trær i Bærum.

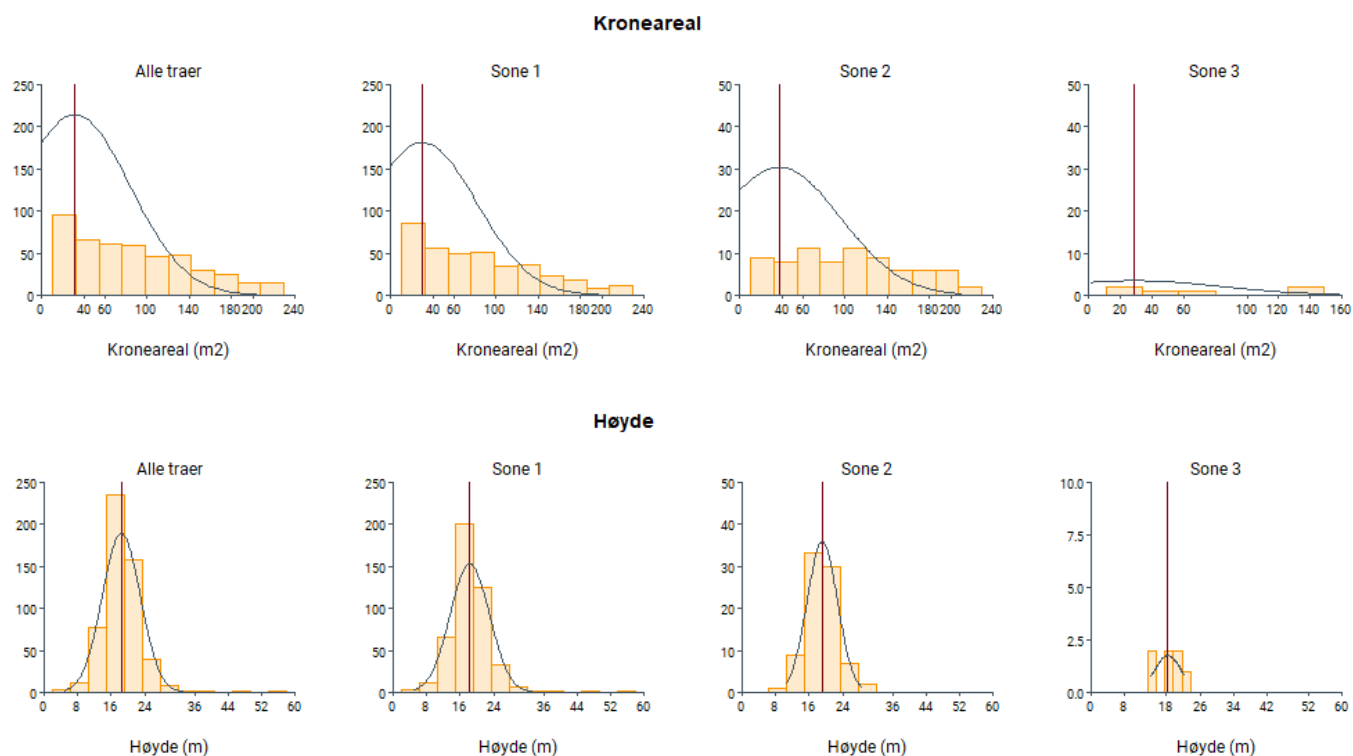
Navn	Beskrivelse	Antall
Total registrerte trær	Totalt antall registrerte trær i Bærum	1 408
i-Tree Eco	Totalt antall trær brukt i i-Tree Eco	0
Sone 1	Trær i forurensnings sone 1 (grønn)	1 163
Sone 2	Trær i forurensnings sone 2 (gull)	221
Sone 3	Trær i forurensnings sone 3 (rød)	24
Total trebestand	Totalt antall trær i bestanden (basert på laserdata)	218 700



Figur S7: Treslagsfordeling i Bodø. Trær som har en sannsynlighet på mindre enn 3% er klassifisert som "Andre Treslag".

Tabell S10: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) per treslag for de 1408 trærne registrert i Bærum.

Nr.	Treslag	Antall Trær	Kroneareal (m ²)	Høyde (m)	Stammediameter (cm)
1	alm	139	16.07	18.66	NA
2	ask	464	14.98	16.97	NA
3	bjørk	51	69.77	21.3	NA
4	bøk	36	71.67	18.45	NA
5	eik	364	21.39	18.81	86.54
6	furu	3	169.91	14.81	NA
7	lind	74	28.65	18.35	NA
8	osp	2	3.14	NA	NA
9	selje	27	55.23	17.25	NA
10	spisslønn	231	72.69	18.54	NA
11	svartor	2	40.28	23.66	NA
Totalt registrerte trær		1408			

**Figur S8:** Fordeling av kroneareal (m²) og høyde (m) for de 1408 trærne registrert i Bærum. Normalfordelingen (svart linje) og gjennomsnittet (rød linje) er synlige.

10.2.2 Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco

De registrerte trærne i feltet har et for skjevt utvalg til å modellere økosystemtjenesteverdier med i-Tree Eco modellen. Oslos i-Tree Eco datasett ble brukt til å ekstrapolere økosystemtjenesteverdiene for karbonlagring (kg), karbonbinding (kg/år), reduksjon av overflateavrenning (m³/år), reduksjon av forurensing (g/år) og total verdi av økosystemtjenester (Nkr/År). Vi antar med dette at treslagfordeling i Bærum er lik treslagfordelingen for registrerte trær i Oslo. i-Tree Eco resultater fra Oslo, som er ekstrapolert til Bærum, vises i vedlegg 10.4.

10.2.3 Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone

Tabell S9: Fysiske totalverdier for økosystemtjenestene i Bærums byggesone.. Beregnet ved å ekstrapolere i-Tree Eco resultatene fra Oslo til alle trekronene detektert i Bærums byggesone ved å bruke de Random Forest regresjonsmodellene som er visualisert i figur S19.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum
Karbonlagring	kg	218700	424.2	299.2	9.6	169.3	403.9	647.5	6594.6	403.9	92779112
Årlig karbonbinding	kg/år	218700	9.0	3.7	0.9	6.3	9.3	11.5	41.8	9.3	1968683
Reduksjon av overflateavrenning	m ³ /år	218700	1.0	0.7	0.0	0.5	0.8	1.3	5.8	0.8	211192
Reduksjon av NO2	g/år	218700	74.8	75.3	4.8	32.2	55.2	89.6	1306.4	55.2	16353727
Reduksjon av PM25	g/år	218700	7.7	7.7	0.3	3.3	5.7	9.3	127.2	5.7	1690069
Reduksjon av SO2	g/år	218700	5.5	5.6	0.2	2.4	4.1	6.6	98.1	4.1	1207208
Reduksjon av luftforurensing	g/år	218700	263.6	266.3	12.4	112.5	193.6	315.0	4411.2	193.6	57659183

Tabell S11: Økonomiske totalverdier for økosystemtjenestene i Bærums byggesone.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum	Sum i million Nkr
Årlig karbonbinding	Nkr/år	218700	17.0	6.9	1.7	11.8	17.5	21.6	78.7	17.5	3707031	3.71
Reduksjon av overflateavrenning	Nkr/år	218700	7.5	5.2	0.4	3.7	6.2	10.1	44.9	6.2	1647724	1.65
Reduksjon av luftforurensing	Nkr/år	218700	167.9	169.7	7.9	71.6	123.3	200.6	2809.9	123.3	36728900	36.73
Totalverdi økosystemtjenester	Nkr/år	218700	192.4	176.2	15.1	90.7	147.4	230.7	2883.0	147.4	42083644	42.08

10.2.4 Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå

Tabell S12: '3-30-300'-regelen statistikk på grunnkrets nivå i Bærum kommune. Indikator til regel 3: andel boligbygg nær trær (15 m). Indikator til regel 30: kronedekningsgrad (minst 30 %). Indikator til regel 300: andel boligbygg nært grøntområder (300 m). Merk at det ikke har vært mulig å beregne avstand til trær og grøntområder fra individuelle boliger, men fra hele boligbygg. Ett boligbygg kan inneholde flere boliger.

Grunnkretsnummer	Grunnkretsnavn	Antall trær	Antall bygninger	Antall boligbygg	Andel boligbygg nær trær (15 m)		Kronedekningsgrad		Andel boligbygg nært grøntområde	
					%	klasse	%	klasse	%	klasse
30240101	Østerås - Eiksmarka 01	243	249	80	49	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30240102	Østerås - Eiksmarka 02	387	9	0	0	0-25%	16	0-25%	0	0-25%
30240103	Østerås - Eiksmarka 03	102	164	76	36	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30240104	Østerås - Eiksmarka 04	37	40	18	39	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30240105	Østerås - Eiksmarka 05	9	59	40	2	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30240106	Østerås - Eiksmarka 06	22	71	40	20	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30240107	Østerås - Eiksmarka 07	85	95	40	48	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30240108	Østerås - Eiksmarka 08	221	164	78	68	50-75%	9	0-25%	97	75-100%
30240109	Østerås - Eiksmarka 09	59	19	9	89	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240110	Østerås - Eiksmarka 10	125	34	14	100	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
30240111	Østerås - Eiksmarka 11	352	55	30	60	50-75%	27	25-50%	100	75-100%
30240112	Østerås - Eiksmarka 12	50	15	7	100	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
30240113	Østerås - Eiksmarka 13	121	27	11	100	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
30240114	Østerås - Eiksmarka 14	245	22	9	100	75-100%	29	25-50%	100	75-100%
30240115	Østerås - Eiksmarka 15	89	15	5	60	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
30240116	Østerås - Eiksmarka 16	18	8	2	100	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30240117	Østerås - Eiksmarka 17	134	15	2	100	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
30240118	Østerås - Eiksmarka 18	385	43	14	57	50-75%	22	0-25%	100	75-100%
30240119	Østerås - Eiksmarka 19	103	7	3	100	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
30240120	Østerås - Eiksmarka 20	36	12	4	100	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30240121	Østerås - Eiksmarka 21	73	17	4	100	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240122	Østerås - Eiksmarka 22	259	118	65	60	50-75%	14	0-25%	97	75-100%
30240201	Hosle Nord 01	952	0	0	0	0-25%	23	0-25%	0	0-25%
30240202	Hosle Nord 02	28	10	5	60	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30240203	Hosle Nord 03	266	188	80	88	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240204	Hosle Nord 04	196	162	75	56	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30240205	Hosle Nord 05	63	7	4	100	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
30240206	Hosle Nord 06	110	31	12	58	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
30240207	Hosle Nord 07	124	117	53	66	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30240208	Hosle Nord 08	158	132	53	89	75-100%	11	0-25%	100	75-100%
30240209	Hosle Nord 09	56	137	72	42	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30240210	Hosle Nord 10	98	76	44	43	25-50%	13	0-25%	55	50-75%
30240211	Hosle Nord 11	344	150	67	76	75-100%	21	0-25%	93	75-100%
30240212	Hosle Nord 12	101	83	40	62	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30240213	Hosle Nord 13	28	15	7	43	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30240215	Hosle Nord 15	486	178	81	81	75-100%	19	0-25%	100	75-100%
30240217	Hosle Nord 17	180	39	11	82	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30240218	Hosle Nord 18	24	62	34	29	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30240219	Hosle Nord 19	80	42	21	24	0-25%	9	0-25%	100	75-100%
30240220	Hosle Nord 20	193	150	67	49	25-50%	13	0-25%	100	75-100%

NINA Rapport 2391

30240221	Hosle Nord 21	43	35	20	60	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30240301	Voll 01	465	136	62	60	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240302	Voll 02	42	113	57	14	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30240303	Voll 03	63	193	87	23	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30240304	Voll 04	84	99	48	38	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30240305	Voll 05	227	211	90	66	50-75%	7	0-25%	98	75-100%
30240306	Voll 06	668	287	134	51	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30240307	Voll 07	342	146	35	77	75-100%	4	0-25%	100	75-100%
30240308	Voll 08	86	98	56	36	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30240309	Voll 09	130	261	151	37	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30240310	Voll 10	72	128	63	52	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30240311	Voll 11	284	325	146	63	50-75%	9	0-25%	59	50-75%
30240312	Voll 12	146	230	88	59	50-75%	5	0-25%	95	75-100%
30240313	Voll 13	434	445	191	49	25-50%	7	0-25%	88	75-100%
30240316	Voll 16	583	309	121	68	50-75%	11	0-25%	97	75-100%
30240317	Voll 14 Nord	126	132	57	56	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30240318	Voll 14 Sør	123	143	58	67	50-75%	9	0-25%	81	75-100%
30240319	Voll 15 Nord	353	151	70	30	25-50%	15	0-25%	100	75-100%
30240320	Voll 15 Sør	189	73	30	73	50-75%	16	0-25%	100	75-100%
30240401	Grav 01	804	66	29	45	25-50%	35	25-50%	100	75-100%
30240404	Grav 04	145	201	95	46	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30240405	Grav 05	89	188	102	45	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30240407	Grav 07	377	341	148	77	75-100%	11	0-25%	82	75-100%
30240408	Grav 08	802	192	78	46	25-50%	20	0-25%	100	75-100%
30240409	Grav 09	281	261	111	71	50-75%	11	0-25%	70	50-75%
30240411	Grav 11	361	389	168	66	50-75%	9	0-25%	19	0-25%
30240414	Grav 14	150	79	49	51	50-75%	17	0-25%	100	75-100%
30240415	Grav 15	393	345	143	63	50-75%	12	0-25%	87	75-100%
30240417	Grav 17	318	329	106	52	50-75%	6	0-25%	18	0-25%
30240418	Grav 18	170	101	42	88	75-100%	14	0-25%	100	75-100%
30240419	Grav 19	44	48	23	83	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30240420	Grav 20	166	167	69	71	50-75%	8	0-25%	80	75-100%
30240421	Grav 21	97	37	8	75	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30240422	Grav 22	167	209	100	61	50-75%	9	0-25%	76	75-100%
30240423	Grav 23	100	135	64	52	50-75%	7	0-25%	55	50-75%
30240424	Grav 24	55	104	40	62	50-75%	5	0-25%	100	75-100%
30240425	Grav 25	77	127	54	54	50-75%	6	0-25%	61	50-75%
30240426	Grav 26	29	68	34	38	25-50%	4	0-25%	88	75-100%
30240427	Grav 27	137	119	47	62	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30240428	Grav 28	186	77	34	35	25-50%	13	0-25%	100	75-100%
30240429	Grav 29	280	218	94	71	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240430	Grav 30	100	56	27	70	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
30240431	Grav 31	198	125	59	75	50-75%	15	0-25%	0	0-25%
30240432	Grav 32	53	69	28	50	25-50%	6	0-25%	14	0-25%
30240501	Hosle Sør 01	345	62	14	36	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30240502	Hosle Sør 02	43	0	0	0	0-25%	1	0-25%	0	0-25%
30240505	Hosle Sør 05	84	153	85	24	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30240506	Hosle Sør 06	215	108	42	50	25-50%	19	0-25%	100	75-100%
30240507	Hosle Sør 07	114	85	39	77	75-100%	9	0-25%	100	75-100%
30240509	Hosle Sør 09	292	210	78	81	75-100%	12	0-25%	96	75-100%

30240512	Hosle Sør 12	42	91	49	20	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30240513	Hosle Sør 13	75	19	9	89	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
30240514	Hosle Sør 14	43	12	5	100	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30240515	Hosle Sør 15	95	173	117	61	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30240516	Hosle Sør 16	319	260	103	72	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30240517	Hosle Sør 17	27	43	38	42	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30240518	Hosle Sør 18	240	60	19	95	75-100%	14	0-25%	100	75-100%
30240520	Hosle Sør 20	122	116	77	70	50-75%	14	0-25%	58	50-75%
30240522	Hosle Sør 22	77	149	70	61	50-75%	5	0-25%	90	75-100%
30240523	Hosle Sør 23	50	67	19	58	50-75%	4	0-25%	16	0-25%
30240524	Hosle Sør 24	187	176	77	73	50-75%	10	0-25%	96	75-100%
30240525	Hosle Sør 25	95	78	23	57	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240526	Hosle Sør 26	292	105	34	94	75-100%	15	0-25%	91	75-100%
30240527	Hosle Sør 27	183	185	73	62	50-75%	11	0-25%	42	25-50%
30240528	Hosle Sør 28	147	138	61	62	50-75%	10	0-25%	95	75-100%
30240529	Hosle Sør 29	99	85	34	82	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240530	Hosle Sør 03 Nord	26	28	9	44	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30240531	Hosle Sør 03 Sør	100	108	42	76	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30240532	Hosle Sør 04 Nord	201	90	37	35	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30240533	Hosle Sør 04 Sør	108	30	13	69	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240534	Hosle Sør 08 Nord	126	78	41	73	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30240535	Hosle Sør 08 Sør	284	232	103	69	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240601	Jar 01	389	254	97	59	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240602	Jar 02	583	342	145	89	75-100%	16	0-25%	99	75-100%
30240603	Jar 03	382	270	114	81	75-100%	11	0-25%	100	75-100%
30240604	Jar 04	339	267	110	64	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30240605	Jar 05	448	281	103	67	50-75%	8	0-25%	81	75-100%
30240606	Jar 06	397	309	128	87	75-100%	11	0-25%	87	75-100%
30240608	Jar 08	436	286	110	81	75-100%	15	0-25%	25	0-25%
30240609	Jar 09	237	167	68	75	50-75%	11	0-25%	79	75-100%
30240610	Jar 10	340	373	158	73	50-75%	10	0-25%	0	0-25%
30240611	Jar 11	491	352	138	78	75-100%	13	0-25%	76	75-100%
30240612	Jar 12	283	287	115	83	75-100%	11	0-25%	49	25-50%
30240613	Jar 13	191	262	110	58	50-75%	7	0-25%	87	75-100%
30240614	Jar 14	170	136	56	70	50-75%	11	0-25%	86	75-100%
30240615	Jar 15	234	252	113	61	50-75%	9	0-25%	71	50-75%
30240617	Jar 17	348	209	93	94	75-100%	17	0-25%	23	0-25%
30240618	Jar 18	154	108	47	94	75-100%	16	0-25%	87	75-100%
30240619	Jar 16 Vest	53	59	18	39	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30240620	Jar 16 Øst	303	205	73	79	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240701	Lysaker 01	247	161	52	77	75-100%	8	0-25%	81	75-100%
30240702	Lysaker 02	1685	462	151	85	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240703	Lysaker 03	411	214	65	57	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30240704	Lysaker 04	154	15	9	78	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
30240705	Lysaker 05	25	4	2	100	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30240706	Lysaker 06	1221	70	16	75	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30240707	Lysaker 07	83	11	8	100	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
30240708	Lysaker 08	369	239	107	83	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30240709	Lysaker 09	299	243	82	87	75-100%	10	0-25%	100	75-100%

NINA Rapport 2391

30240710	Lysaker 10	264	264	102	75	50-75%	11	0-25%	89	75-100%
30240711	Lysaker 11	28	117	79	1	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30240712	Lysaker 12	39	21	9	78	75-100%	6	0-25%	100	75-100%
30240713	Lysaker 13	14	1	0	0	0-25%	2	0-25%	0	0-25%
30240714	Lysaker 14	250	286	105	71	50-75%	8	0-25%	88	75-100%
30240715	Lysaker 15	667	184	58	95	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
30240801	Snarøya 01	30961	692	11	73	50-75%	17	0-25%	100	75-100%
30240802	Snarøya 02	811	278	110	75	50-75%	5	0-25%	100	75-100%
30240803	Snarøya 03	404	351	154	66	50-75%	5	0-25%	100	75-100%
30240804	Snarøya 04	786	296	137	71	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30240805	Snarøya 05	463	319	126	63	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30240806	Snarøya 06	874	326	130	84	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30240807	Snarøya 07	473	455	180	64	50-75%	5	0-25%	98	75-100%
30240808	Snarøya 08	90	113	54	22	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30240809	Snarøya 09	94	29	9	78	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240810	Snarøya 10	255	103	46	87	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
30240812	Snarøya 12	245	38	0	0	0-25%	9	0-25%	0	0-25%
30240813	Snarøya 13	61	30	13	8	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30240814	Snarøya 14	728	74	0	0	0-25%	5	0-25%	0	0-25%
30240815	Snarøya 15	67	151	33	24	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30240816	Snarøya 16	35	2	0	0	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
30240817	Snarøya 17	139	15	0	0	0-25%	5	0-25%	0	0-25%
30240818	Snarøya 18	142	58	25	20	0-25%	8	0-25%	100	75-100%
30240819	Snarøya 19	76	128	83	20	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30240820	Snarøya 20	495	102	37	35	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30240821	Snarøya 21	1506	59	40	5	0-25%	10	0-25%	100	75-100%
30240822	Snarøya 22	270	2	0	0	0-25%	13	0-25%	0	0-25%
30240823	Snarøya 23	80	16	5	0	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30240824	Snarøya 24	97	0	0	0	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
30240825	Snarøya 25	109	11	0	0	0-25%	4	0-25%	0	0-25%
30240826	Snarøya 26	15	14	7	71	50-75%	1	0-25%	100	75-100%
30240827	Snarøya 27	18	82	54	2	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30240828	Snarøya 28	34	30	11	18	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30240829	Snarøya 29	75	0	0	0	0-25%	7	0-25%	0	0-25%
30240830	Snarøya 30	32	0	0	0	0-25%	3	0-25%	0	0-25%
30240831	Snarøya 31	37	25	0	0	0-25%	3	0-25%	0	0-25%
30240901	Stabekk 01	615	344	131	81	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240902	Stabekk 02	229	204	88	75	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240903	Stabekk 03	409	329	141	69	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30240904	Stabekk 04	317	38	4	100	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30240905	Stabekk 05	379	193	71	90	75-100%	11	0-25%	100	75-100%
30240906	Stabekk 06	410	287	144	83	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240907	Stabekk 07	697	284	123	53	50-75%	16	0-25%	100	75-100%
30240908	Stabekk 08	239	266	113	71	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30240913	Stabekk 13	126	103	59	83	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30240917	Stabekk 17	365	325	138	75	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240918	Stabekk 18	588	169	47	45	25-50%	14	0-25%	100	75-100%
30240919	Stabekk 19	50	7	2	100	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240920	Stabekk 20	407	51	5	100	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30240921	Stabekk 21	169	126	56	77	75-100%	13	0-25%	100	75-100%

30240922	Stabekk 22	323	182	81	68	50-75%	17	0-25%	100	75-100%
30240923	Stabekk 23	128	55	27	67	50-75%	15	0-25%	100	75-100%
30240924	Stabekk 24	91	78	27	85	75-100%	9	0-25%	100	75-100%
30240925	Stabekk 25	116	93	37	68	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30240926	Stabekk 26	226	186	81	74	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240927	Stabekk 27	97	85	41	68	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240928	Stabekk 28	144	139	60	65	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30240929	Stabekk 29	85	60	30	60	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30240930	Stabekk 09 Vest	111	73	35	43	25-50%	11	0-25%	100	75-100%
30240931	Stabekk 09 Øst	18	32	16	56	50-75%	4	0-25%	100	75-100%
30240932	Stabekk 10 Vest	100	15	6	83	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30240933	Stabekk 10 Øst	242	266	108	69	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30240934	Stabekk 12 Nord	106	93	39	79	75-100%	11	0-25%	100	75-100%
30240935	Stabekk 12 Sør	228	153	59	80	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
30241004	Høvik 04	237	172	70	84	75-100%	10	0-25%	99	75-100%
30241005	Høvik 05	276	139	56	75	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241006	Høvik 06	518	178	71	44	25-50%	10	0-25%	100	75-100%
30241007	Høvik 07	68	34	14	43	25-50%	14	0-25%	100	75-100%
30241008	Høvik 08	62	9	3	100	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
30241009	Høvik 09	186	18	8	100	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
30241010	Høvik 10	34	21	8	88	75-100%	11	0-25%	100	75-100%
30241011	Høvik 11	73	134	67	43	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30241014	Høvik 14	342	358	156	64	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241015	Høvik 15	429	73	19	89	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30241016	Høvik 16	2627	162	88	34	25-50%	17	0-25%	100	75-100%
30241017	Høvik 17	91	67	19	74	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30241018	Høvik 18	80	55	23	87	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30241019	Høvik 19	331	193	79	90	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30241020	Høvik 20	358	108	37	89	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30241021	Høvik 21	313	282	135	70	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241022	Høvik 22	588	176	67	87	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30241023	Høvik 23	374	218	72	96	75-100%	9	0-25%	93	75-100%
30241024	Høvik 24	135	85	32	78	75-100%	10	0-25%	78	75-100%
30241025	Høvik 25	201	181	70	79	75-100%	9	0-25%	100	75-100%
30241026	Høvik 26	320	277	107	60	50-75%	5	0-25%	97	75-100%
30241101	Løkeberg - Blommenholm 01	1336	274	98	92	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
30241102	Løkeberg - Blommenholm 02	339	123	47	83	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241103	Løkeberg - Blommenholm 03	510	369	149	76	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
30241104	Løkeberg - Blommenholm 04	524	325	121	72	50-75%	6	0-25%	89	75-100%
30241105	Løkeberg - Blommenholm 05	378	42	4	25	0-25%	8	0-25%	100	75-100%
30241106	Løkeberg - Blommenholm 06	587	425	168	85	75-100%	13	0-25%	86	75-100%
30241107	Løkeberg - Blommenholm 07	348	266	142	31	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30241108	Løkeberg - Blommenholm 08	203	171	67	46	25-50%	10	0-25%	100	75-100%
30241110	Løkeberg - Blommenholm 10	590	395	184	76	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
30241112	Løkeberg - Blommenholm 12	174	19	10	70	50-75%	20	0-25%	100	75-100%
30241113	Løkeberg - Blommenholm 13	424	243	95	69	50-75%	12	0-25%	100	75-100%

NINA Rapport 2391

30241114	Løkeberg - Blommenholm 14	346	247	103	71	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241115	Løkeberg - Blommenholm 15	10	108	80	9	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241116	Løkeberg - Blommenholm 16	31	73	48	40	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241117	Løkeberg - Blommenholm 17	47	34	17	71	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30241119	Løkeberg - Blommenholm 19	195	73	29	66	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30241120	Løkeberg - Blommenholm 20	121	123	56	59	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30241121	Løkeberg - Blommenholm 21	525	301	124	61	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30241122	Løkeberg - Blommenholm 22	60	17	6	100	75-100%	5	0-25%	100	75-100%
30241123	Løkeberg - Blommenholm 23	39	59	21	48	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30241124	Løkeberg - Blommenholm 24	926	98	38	95	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
30241125	Løkeberg - Blommenholm 25	121	109	39	92	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241126	Løkeberg - Blommenholm 26	274	194	86	73	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30241127	Løkeberg - Blommenholm 27	248	92	43	58	50-75%	18	0-25%	100	75-100%
30241128	Løkeberg - Blommenholm 28	177	125	61	51	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241129	Løkeberg - Blommenholm 29	83	77	37	54	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241201	Haslum 01	73	239	80	19	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241202	Haslum 02	44	181	61	0	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241203	Haslum 03	150	296	139	24	0-25%	3	0-25%	82	75-100%
30241204	Haslum 04	99	310	130	24	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241205	Haslum 05	72	218	86	21	0-25%	2	0-25%	73	50-75%
30241206	Haslum 06	53	255	100	12	0-25%	2	0-25%	70	50-75%
30241207	Haslum 07	408	95	48	15	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241208	Haslum 08	88	250	105	17	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241209	Haslum 09	60	170	58	26	25-50%	2	0-25%	100	75-100%
30241210	Haslum 10	62	203	92	10	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241211	Haslum 11	211	217	90	19	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241212	Haslum 12	167	191	80	31	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241213	Haslum 13	67	87	50	24	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241214	Haslum 14	20	70	40	2	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241215	Haslum 15	135	319	139	8	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241216	Haslum 16	70	22	7	43	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30241217	Haslum 17	37	77	25	8	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241218	Haslum 18	6	1	0	0	0-25%	2	0-25%	0	0-25%
30241219	Haslum 19	59	114	67	6	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241301	Østre Bærumsmarka 01	491	326	153	19	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241302	Østre Bærumsmarka 02	25	16	0	0	0-25%	1	0-25%	0	0-25%
30241304	Østre Bærumsmarka 04	4365	142	17	59	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
30241306	Østre Bærumsmarka 06	3911	277	80	35	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30241401	Sandvika - Valler 01	1836	98	13	38	25-50%	19	0-25%	100	75-100%
30241403	Sandvika - Valler 03	134	260	140	16	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30241404	Sandvika - Valler 04	164	123	56	62	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30241405	Sandvika - Valler 05	249	115	61	49	25-50%	11	0-25%	100	75-100%
30241406	Sandvika - Valler 06	181	92	47	49	25-50%	14	0-25%	100	75-100%
30241407	Sandvika - Valler 07	95	91	32	53	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30241408	Sandvika - Valler 08	259	248	109	44	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241409	Sandvika - Valler 09	970	163	40	62	50-75%	17	0-25%	100	75-100%

30241410	Sandvika - Valler 10	156	278	113	40	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241411	Sandvika - Valler 11	221	250	89	60	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241412	Sandvika - Valler 12	39	21	4	25	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241413	Sandvika - Valler 13	231	87	10	70	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
30241414	Sandvika - Valler 14	125	165	22	41	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241415	Sandvika - Valler 15	120	38	10	50	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241416	Sandvika - Valler 16	126	116	5	20	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241417	Sandvika - Valler 17	105	77	18	83	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241418	Sandvika - Valler 18	1549	22	1	100	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241419	Sandvika - Valler 19	136	14	0	0	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
30241420	Sandvika - Valler 20	49	81	29	0	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241421	Sandvika - Valler 21	39	63	25	52	50-75%	4	0-25%	100	75-100%
30241422	Sandvika - Valler 22	93	29	2	50	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30241501	Jong 01	421	145	46	61	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30241502	Jong 02	167	62	20	90	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30241503	Jong 03	272	180	75	67	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30241504	Jong 04	83	2	1	100	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
30241505	Jong 05	482	230	103	74	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30241506	Jong 06	258	213	94	46	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30241507	Jong 07	161	26	11	91	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241508	Jong 08	69	60	18	56	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241509	Jong 09	9	3	1	100	75-100%	3	0-25%	100	75-100%
30241510	Jong 10	27	5	2	100	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30241511	Jong 11	48	6	2	100	75-100%	10	0-25%	100	75-100%
30241512	Jong 12	236	286	108	47	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241513	Jong 13	112	135	52	48	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30241514	Jong 14	52	48	1	0	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241515	Jong 15	828	165	23	30	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30241516	Jong 16	282	37	5	20	0-25%	10	0-25%	100	75-100%
30241602	Slependen - Tanum 02	2	5	2	0	0-25%	0	0-25%	100	75-100%
30241603	Slependen - Tanum 03	18	53	32	6	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241604	Slependen - Tanum 04	36	141	68	0	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241605	Slependen - Tanum 05	736	165	60	7	0-25%	11	0-25%	100	75-100%
30241606	Slependen - Tanum 06	43	10	5	60	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30241607	Slependen - Tanum 07	746	108	30	50	25-50%	12	0-25%	100	75-100%
30241608	Slependen - Tanum 08	735	205	104	24	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241609	Slependen - Tanum 09	274	351	130	31	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30241610	Slependen - Tanum 10	153	217	85	36	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241611	Slependen - Tanum 11	121	46	19	53	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241612	Slependen - Tanum 12	267	271	117	49	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30241613	Slependen - Tanum 13	329	282	132	39	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30241614	Slependen - Tanum 14	74	36	14	71	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241615	Slependen - Tanum 15	71	294	135	9	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241616	Slependen - Tanum 16	195	56	24	50	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30241617	Slependen - Tanum 17	16411	1008	318	64	50-75%	15	0-25%	100	75-100%
30241618	Slependen - Tanum 18	61	316	137	10	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241619	Slependen - Tanum 19	55	40	5	20	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241620	Slependen - Tanum 20	578	203	61	39	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30241701	Dønski - Rud 01	660	228	72	68	50-75%	10	0-25%	100	75-100%

NINA Rapport 2391

30241702	Dønski - Rud 02	8	28	13	15	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241703	Dønski - Rud 03	159	53	25	4	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241704	Dønski - Rud 04	94	21	2	0	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30241705	Dønski - Rud 05	38	40	16	44	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30241706	Dønski - Rud 06	13	180	88	7	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241708	Dønski - Rud 08	116	23	4	75	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30241709	Dønski - Rud 09	431	42	0	0	0-25%	8	0-25%	0	0-25%
30241710	Dønski - Rud 10	51	130	59	20	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241711	Dønski - Rud 11	207	292	116	25	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241712	Dønski - Rud 12	405	292	110	41	25-50%	10	0-25%	100	75-100%
30241713	Dønski - Rud 13	80	172	73	23	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241714	Dønski - Rud 14	613	272	34	47	25-50%	2	0-25%	100	75-100%
30241715	Dønski - Rud 15	273	27	3	100	75-100%	3	0-25%	100	75-100%
30241716	Dønski - Rud 16	53	32	11	55	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241801	Kolsås 01	261	186	79	32	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30241802	Kolsås 02	142	238	106	49	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30241803	Kolsås 03	893	106	4	75	50-75%	28	25-50%	100	75-100%
30241804	Kolsås 04	58	51	22	64	50-75%	11	0-25%	100	75-100%
30241805	Kolsås 05	62	7	6	67	50-75%	23	0-25%	100	75-100%
30241806	Kolsås 06	71	26	17	65	50-75%	33	25-50%	100	75-100%
30241807	Kolsås 07	10	10	2	0	0-25%	2	0-25%	100	75-100%
30241808	Kolsås 08	5	61	46	0	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241809	Kolsås 09	16	61	49	0	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241810	Kolsås 10	63	40	14	50	25-50%	4	0-25%	64	50-75%
30241811	Kolsås 11	94	232	104	37	25-50%	3	0-25%	85	75-100%
30241812	Kolsås 12	98	227	101	43	25-50%	5	0-25%	39	25-50%
30241813	Kolsås 13	188	286	125	36	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241814	Kolsås 14	51	87	44	16	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30241815	Kolsås 15	118	159	77	35	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241816	Kolsås 16	401	328	174	27	25-50%	10	0-25%	100	75-100%
30241817	Kolsås 17	0	0	0	0	0-25%	0	0-25%	0	0-25%
30241818	Kolsås 18	108	150	62	40	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30241819	Kolsås 19	99	269	154	8	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241820	Kolsås 20	85	193	107	6	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241821	Kolsås 21	352	142	84	24	0-25%	12	0-25%	100	75-100%
30241822	Kolsås 22	5	0	0	0	0-25%	7	0-25%	0	0-25%
30241901	Rykkinn 01	425	121	33	58	50-75%	9	0-25%	100	75-100%
30241902	Rykkinn 02	109	48	13	23	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241903	Rykkinn 03	79	144	100	14	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241904	Rykkinn 04	133	133	56	20	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241906	Rykkinn 06	69	60	26	0	0-25%	9	0-25%	100	75-100%
30241907	Rykkinn 07	55	89	42	14	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30241908	Rykkinn 08	17	103	38	0	0-25%	1	0-25%	100	75-100%
30241909	Rykkinn 09	43	20	4	100	75-100%	4	0-25%	100	75-100%
30241910	Rykkinn 10	46	12	4	100	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
30241911	Rykkinn 11	19	16	4	0	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30241912	Rykkinn 12	45	138	56	4	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30241913	Rykkinn 13	180	279	114	10	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30241915	Rykkinn 15	42	25	5	60	50-75%	7	0-25%	100	75-100%
30241916	Rykkinn 16	35	13	3	100	75-100%	3	0-25%	100	75-100%

30241917	Rykkinn 17	211	23	4	100	75-100%	24	0-25%	100	75-100%
30241918	Rykkinn 18	43	19	3	100	75-100%	9	0-25%	100	75-100%
30241919	Rykkinn 19	21	18	3	100	75-100%	7	0-25%	100	75-100%
30241920	Rykkinn 20	141	163	48	23	0-25%	12	0-25%	100	75-100%
30241921	Rykkinn 21	279	227	85	47	25-50%	13	0-25%	100	75-100%
30241922	Rykkinn 22	41	120	43	26	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30241923	Rykkinn 23	119	165	52	21	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30241924	Rykkinn 24	81	109	42	12	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30241925	Rykkinn 25	341	371	145	59	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30241926	Rykkinn 26	284	293	113	38	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30241927	Rykkinn 27	2338	483	180	41	25-50%	13	0-25%	100	75-100%
30241928	Rykkinn28	888	111	23	48	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30241929	Rykkinn 29	347	766	321	37	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30241930	Rykkinn 30	257	33	3	100	75-100%	6	0-25%	100	75-100%
30241932	Rykkinn 32	143	228	99	28	25-50%	4	0-25%	100	75-100%
30241933	Rykkinn 33	186	63	25	44	25-50%	8	0-25%	100	75-100%
30241934	Rykkinn 34	353	63	18	61	50-75%	5	0-25%	100	75-100%
30241935	Rykkinn 35	396	82	13	54	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30242001	Kirkerud - Sollihøgda 01	184	261	138	7	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30242002	Kirkerud - Sollihøgda 02	45	141	74	30	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30242003	Kirkerud - Sollihøgda 03	57	88	35	34	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30242004	Kirkerud - Sollihøgda 04	44	130	79	6	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30242005	Kirkerud - Sollihøgda 05	99	183	86	22	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30242007	Kirkerud - Sollihøgda 07	54	172	77	9	0-25%	4	0-25%	100	75-100%
30242008	Kirkerud - Sollihøgda 08	151	199	73	12	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30242009	Kirkerud - Sollihøgda 09	149	74	8	50	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30242010	Kirkerud - Sollihøgda 10	350	344	126	54	50-75%	10	0-25%	100	75-100%
30242011	Kirkerud - Sollihøgda 11	42	75	47	36	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30242012	Kirkerud - Sollihøgda 12	215	356	134	25	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30242013	Kirkerud - Sollihøgda 13	273	216	69	36	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30242014	Kirkerud - Sollihøgda 14	6014	379	89	54	50-75%	13	0-25%	100	75-100%
30242015	Kirkerud - Sollihøgda 15	1590	94	13	46	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30242016	Kirkerud - Sollihøgda 16	32196	392	73	68	50-75%	43	25-50%	99	75-100%
30242017	Kirkerud - Sollihøgda 17	3108	148	37	51	50-75%	19	0-25%	100	75-100%
30242019	Kirkerud - Sollihøgda 19	395	20	5	40	25-50%	16	0-25%	100	75-100%
30242020	Kirkerud - Sollihøgda 18 Vest	76	135	54	35	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30242021	Kirkerud - Sollihøgda 18 Øst	26	69	29	31	25-50%	3	0-25%	100	75-100%
30242101	Bærums Verk 01	2572	201	47	28	25-50%	11	0-25%	100	75-100%
30242106	Bærums Verk 06	85	8	6	67	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30242107	Bærums Verk 07	117	198	93	12	0-25%	7	0-25%	100	75-100%
30242108	Bærums Verk 08	189	357	197	22	0-25%	6	0-25%	100	75-100%
30242109	Bærums Verk 09	297	125	52	65	50-75%	14	0-25%	100	75-100%
30242110	Bærums Verk 10	95	108	47	28	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30242111	Bærums Verk 11	212	113	56	32	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30242112	Bærums Verk 12	97	56	13	62	50-75%	5	0-25%	100	75-100%
30242113	Bærums Verk 13	119	250	143	23	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30242114	Bærums Verk 14	169	381	237	22	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30242115	Bærums Verk 15	345	69	16	50	25-50%	7	0-25%	100	75-100%

NINA Rapport 2391

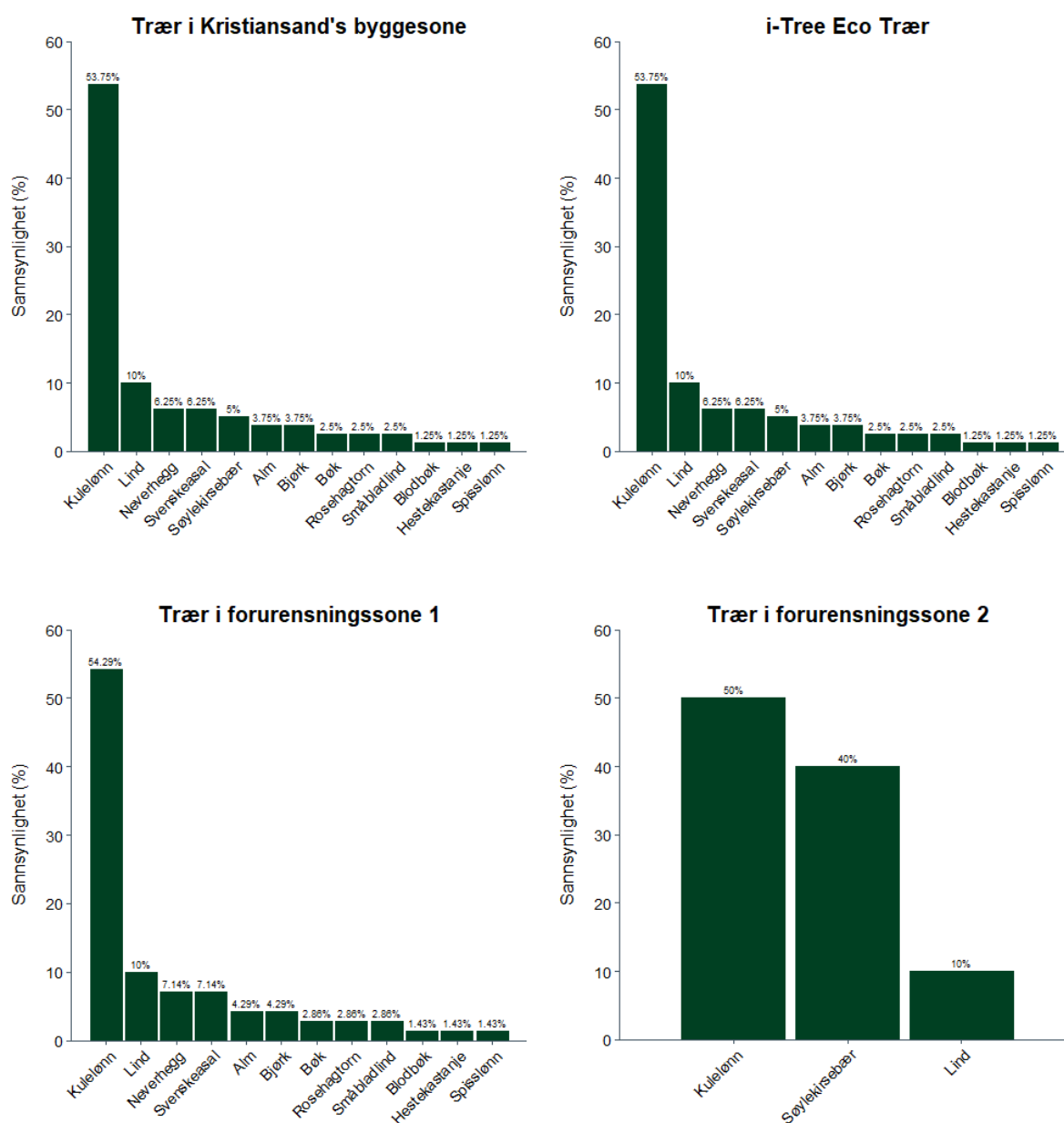
30242116	Bærums Verk 16	1446	226	57	25	0-25%	9	0-25%	100	75-100%
30242117	Bærums Verk 17	338	223	116	25	0-25%	9	0-25%	100	75-100%
30242118	Bærums Verk 18	120	159	71	25	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
30242119	Bærums Verk 19	222	227	104	40	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30242120	Bærums Verk 20	197	171	61	36	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30242121	Bærums Verk 21	278	205	100	33	25-50%	9	0-25%	100	75-100%
30242122	Bærums Verk 22	602	125	52	23	0-25%	23	0-25%	100	75-100%
30242123	Bærums Verk 23	691	180	67	30	25-50%	10	0-25%	100	75-100%
30242124	Bærums Verk 24	274	0	0	0	0-25%	15	0-25%	0	0-25%
30242201	Lommedalen 01	1040	90	21	48	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30242202	Lommedalen 02	325	406	172	40	25-50%	5	0-25%	100	75-100%
30242203	Lommedalen 03	463	199	82	63	50-75%	8	0-25%	100	75-100%
30242204	Lommedalen 04	209	251	112	8	0-25%	3	0-25%	100	75-100%
30242206	Lommedalen 06	1238	173	49	41	25-50%	6	0-25%	100	75-100%
30242207	Lommedalen 07	5869	412	94	39	25-50%	13	0-25%	100	75-100%
30242209	Lommedalen 09	2375	347	120	28	25-50%	7	0-25%	100	75-100%
30242210	Lommedalen 10	367	238	93	55	50-75%	6	0-25%	100	75-100%
30242211	Lommedalen 11	1828	775	288	23	0-25%	10	0-25%	100	75-100%
30242212	Lommedalen 12	352	597	255	15	0-25%	5	0-25%	100	75-100%
	Bærums byggesone	218 700	66 904	26 954	49	25-50%	12	0-25%	94	75-100%

10.3 Kristiansand

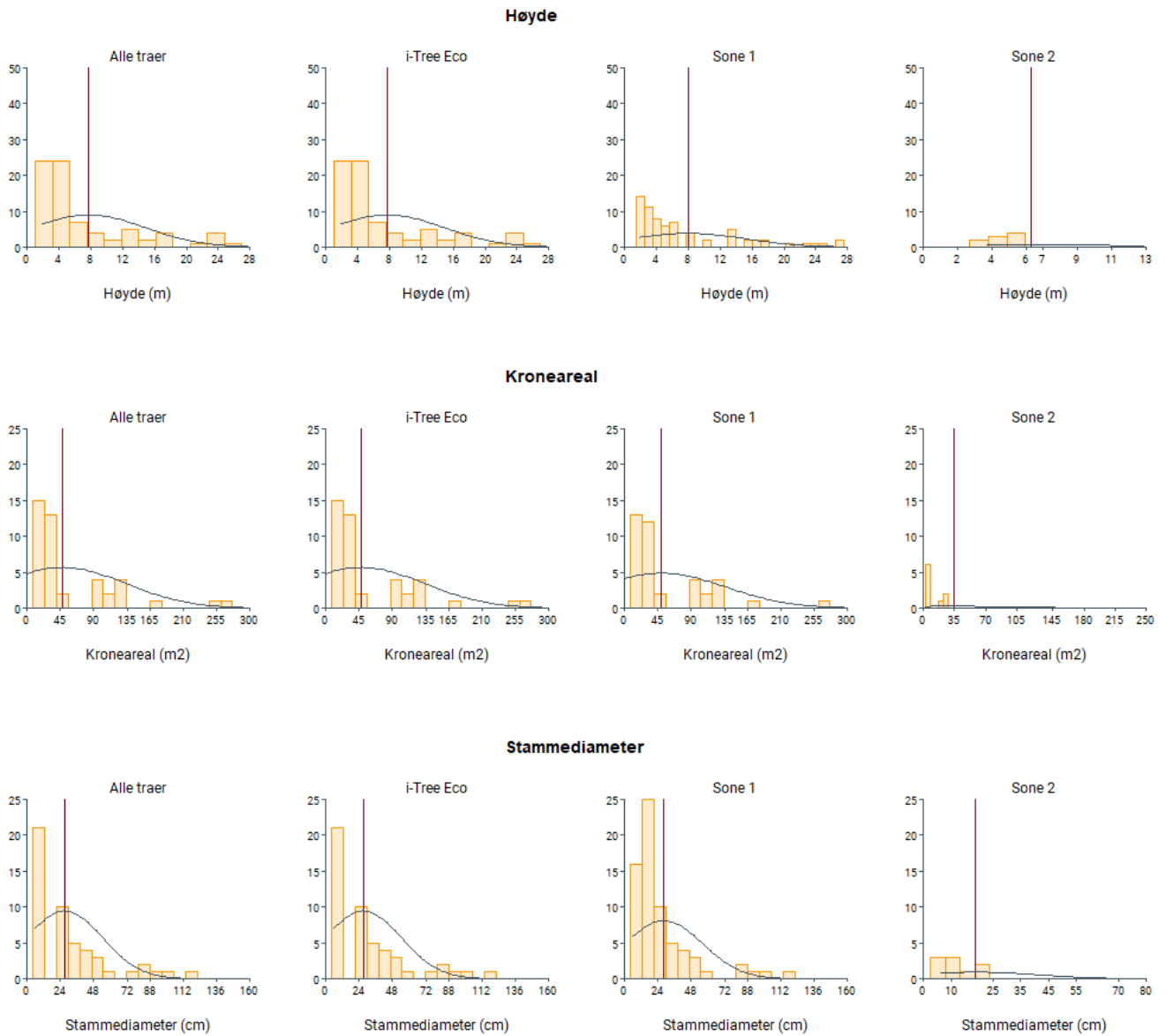
10.3.1 Treets egenskaper

Tabell S13: Antall registrerte og kartlagte trær i Kristiansand.

Navn	Beskrivelse	Antall
Total registrerte trær	Totalt antall registrerte trær i Kristiansand	80
i-Tree Eco	Totalt antall trær brukt i i-Tree Eco	70
Sone 1	Trær i forurensnings sone 1 (grønn)	70
Sone 2	Trær i forurensnings sone 2 (gull)	10
Sone 3	Trær i forurensnings sone 3 (rød)	0
Total trebestand	Totalt antall trær i bestanden (basert på laserdata)	11 079



Figur S9: Treslagsfordeling i Kristiansand. Trær som har en samnsynlighet på mindre enn 3% er klassifisert som "Andre Treslag".

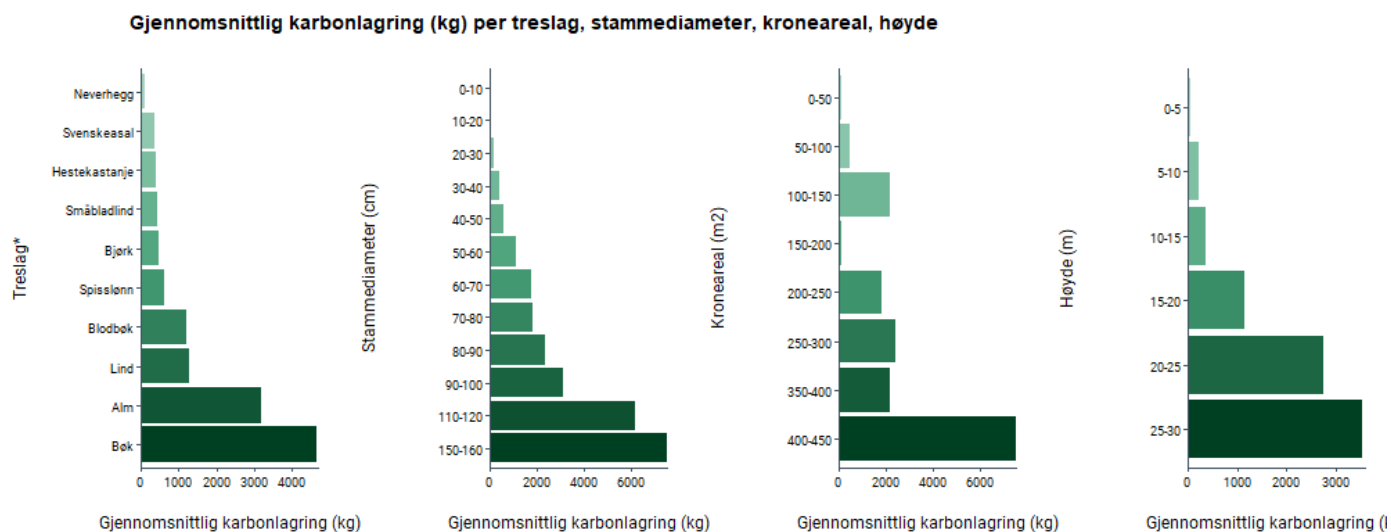


Figur S10: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) for de 80 trærne som er registrert i Kristiansand. Normalfordelingen (svart linje) og gjennomsnittet (rød linje) er synlige.

Tabell S14: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) per treslag for de 80 trærne som er registrert i Kristiansand.

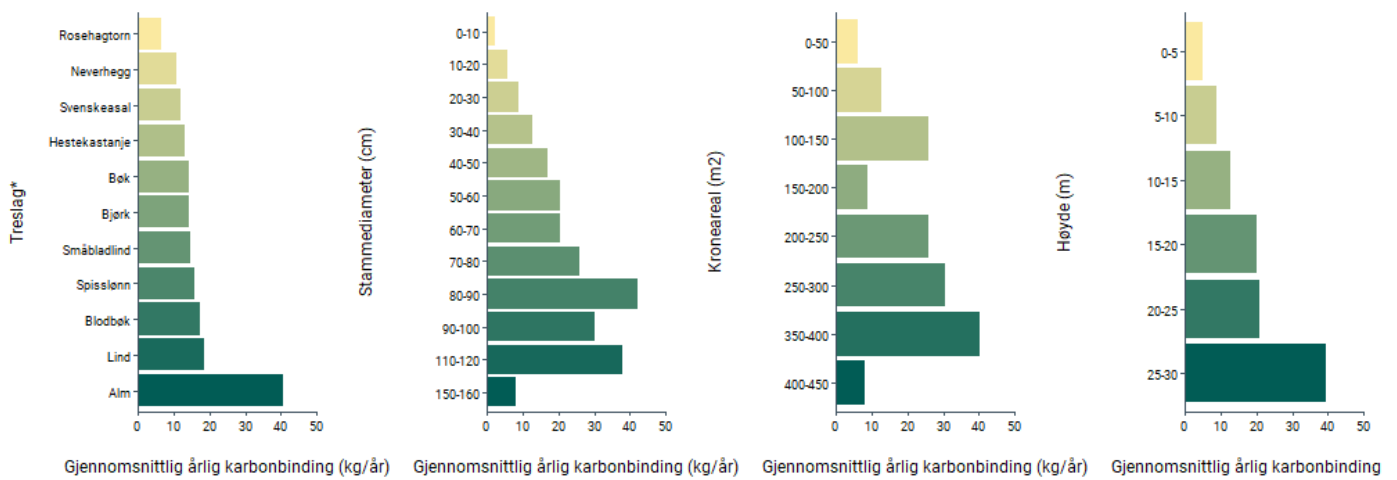
Nr.	Treslag	Antall Trær	Kroneareal (m ²)	Høyde (m)	Stammediameter (cm)
1	Alm	3	199.79	25.04	83.34
2	Bjørk	3	29.89	11.26	34.26
3	Blodbøk	1	94.11	23.16	53.15
4	Bøk	2	397.34	25.92	109.2
5	Hestekastanje	1	53.49	13.98	35.13
6	Kulelønn	43	16.45	3.99	13.64
7	Lind	8	120.85	14.61	58.52
8	Neverhegg	5	20.29	5.49	17.93
9	Rosehagtorn	2	28.18	5.33	18.3
10	Småbladlind	2	55.14	13.72	41.38
11	Spisslønn	1	108.79	17.35	41.94
12	Svenskeasal	5	31.02	6.86	33.42
13	Søylekirsebær	4	3.14	5	10.9
Totalt registrerte trær		80			

10.3.2 Økosystemtjenester for registrerte trær beregnet med i-Tree Eco

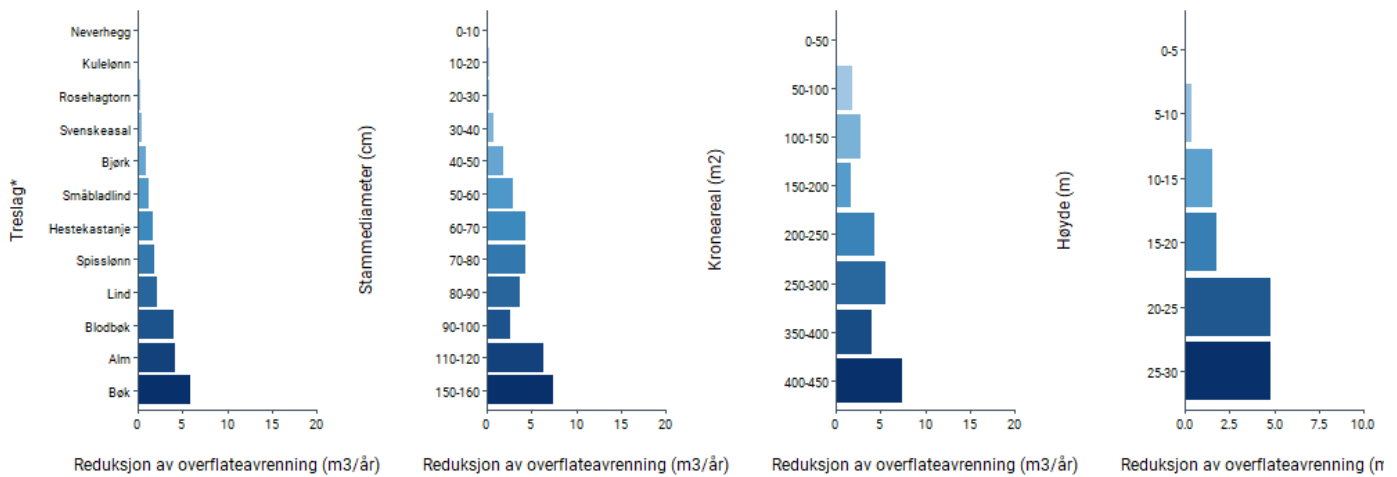


Figur S11: Gjennomsnittlig karbonlagring (kg) per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 70 i-Tree Eco trær registrert i Kristiansand. Gjennomsnittlig karbonlagring (kg) per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 70 i-Tree Eco trærne registrert i Kristiansand.

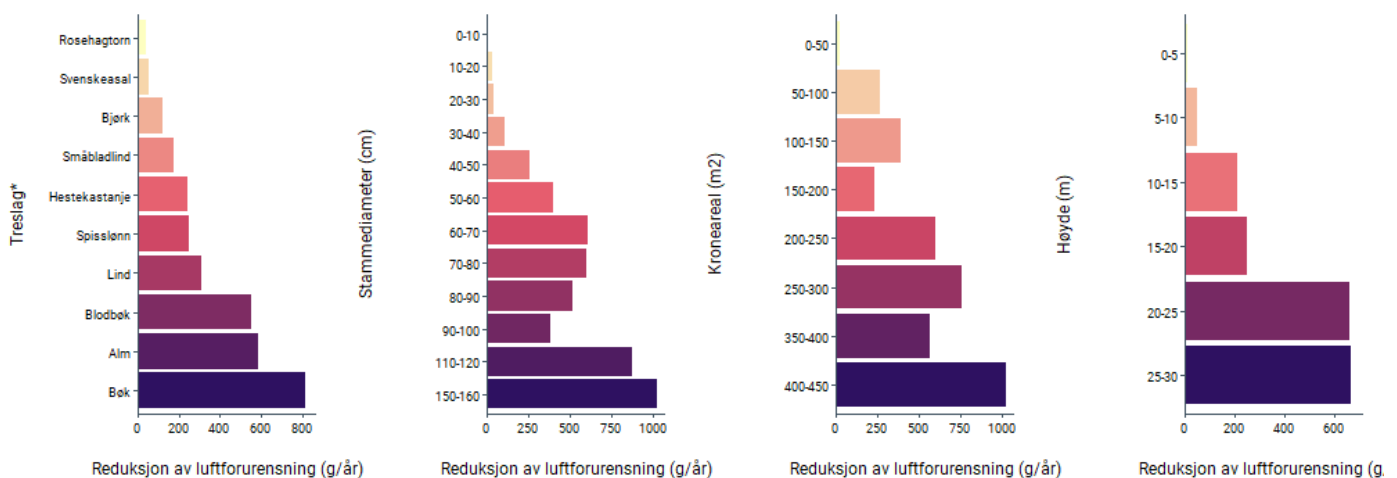
Gjennomsnittlig årlig karbonbinding (kg/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



Reduksjon av overflateavrenning (m³/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



Reduksjon av luftforurensning (g/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



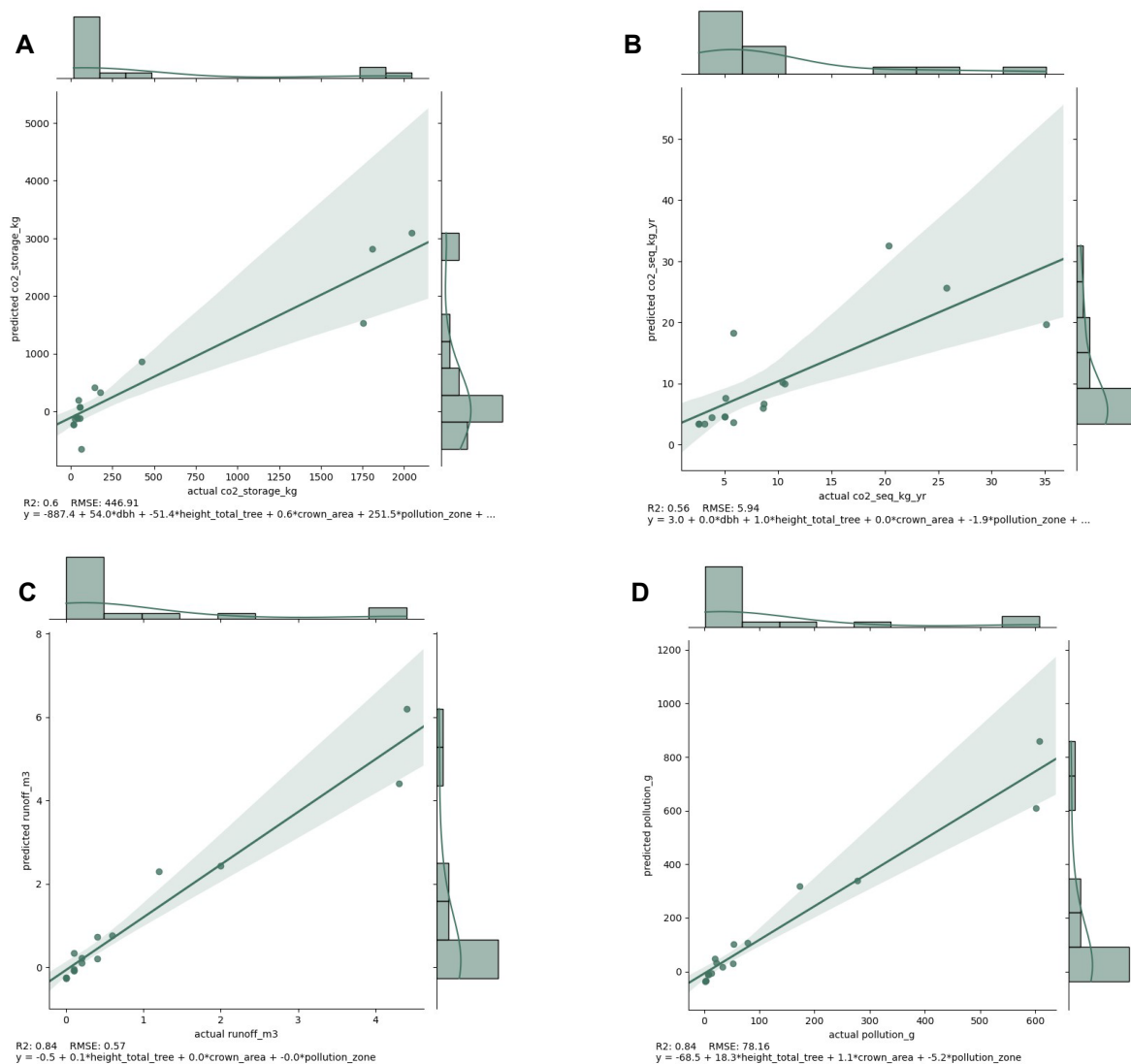
Figur S12: Gjennomsnittlig karbonbinding, reduksjon av overflateavrenning og reduksjon av forurensning per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 70 i-Tree Eco trærne registrert i Kristiansand.

Tabell S15: Gjennomsnittlig økosystemtjenester per kronestørrelse beregnet for de 70 i-Tree Eco trærne registrert i Kristiansand.

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Karbonlagring	Årlig karbonbinding
0-50	63	(kg)	(kg/År)
50-100	5	105.13	6.27
100-150	6	465.4	12.58
150-200	1	2201.28	25.73
200-250	1	89.5	8.8
250-300	1	1810	25.8
350-400	2	2433.2	30.5
400-450	1	2199.25	40.35

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Reduksjon av overflateavrenning (m ³ /År)	Reduksjon av luftforurensing (g/År)
0-50	63	0.19	26.82
50-100	5	1.92	269
100-150	6	2.85	396.42
150-200	1	1.7	231.9
200-250	1	4.3	601.9
250-300	1	5.5	763.6
350-400	2	4.1	564.2
400-450	1	7.4	1025.2

10.3.3 Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone



Figur S13: Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone. Regresjonsplott for de trente Li-near Regression modeller som viser resultatene av å bruke disse modellene på testsettet, som er 20 % av det totale i-Tree Eco datasettet. På Y-aksen ser vi de predikerte verdiene og deres fordeling, og på X-aksen ser vi de faktiske verdiene og deres fordeling. R2- og RMSE-verdier er nevnt under plottene. **A.** Regresjonsplott for karbonlagring (kg). **B.** Regresjonsplott for årlig karbonbinding (kg/år). **C.** Regresjonsplott for reduksjon av overflateavrenning (m3/år). **D.** Regresjonsplott for reduksjon av luftforurensing (m3/år). Metoder og valg av modeller er beskrevet i kapittel «metoder» på dokumentasjons nettsiden: <https://ninanor.github.io/trekroner-docs>.

Tabell S16: Evalueringsresultater til regresjonsmodeller basert på Kristiansands i-Tree Eco resultater.

Modell	tren:test	Ekstern evaluering på testdatasettet			
		R2	RMSE	MSE	MAE
Karbonlagring $y = -887.4 + 54.0 \cdot dbh + -51.4 \cdot \text{høyde} + 0.6 \cdot \text{kroneareal} + 251.5 \cdot \text{luftzone}$	80:20	0.6	446.91	199732.06	321.19
Karbonbinding $y = 3.0 + 0.0 \cdot dbh + 1.0 \cdot \text{høyde} + 0.0 \cdot \text{kroneareal} + -1.9 \cdot \text{luftzone}$	80:20	0.56	5.94	35.27	3.36
Reduksjon av overflateavrenning $y = -0.5 + 0.1 \cdot \text{høyde} + 0.0 \cdot \text{kroneareal} + -0.0 \cdot \text{luftzone}$	80:20	0.84	0.57	0.32	0.36
Reduksjon av luftforurensing $y = -68.5 + 18.3 \cdot \text{høyde} + 1.1 \cdot \text{kroneareal} + -5.2 \cdot \text{luftzone}$	80:20	0.84	78.16	6109.48	49.05
Totalverdi av Økosystemtjenester Totalverdi ØT = $y = 0.4 + 3.1 \cdot dbh + 8.4 \cdot \text{høyde} + 0.1 \cdot \text{kroneareal} + -1.4 \cdot \text{luftzone} + \text{treslag}$	80:20	0.72	118.11	13949.65	66.22

Tabell S17: Fysiske totalverdier for økosystemtjenestene i Kristiansands byggesone. Beregnet ved å ekstrapolere i-Tree Eco resultatene til alle trekronene detektert i Kristiansands byggesone ved å bruke de Linear Regression regresjonsmodellene som er visualisert i figur S12.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum
Karbonlagring	kg	11081	714.7	1722.60	-648.9	-259.4	149.2	1019.20	32042.6	149.2	7919704
Årlig karbonbinding	kg/år	11081	9.1	10.10	-1.3	3.4	5.7	10.90	193.6	5.7	100619.9
Reduksjon av overflateavrenning	m3/år	11081	0.9	1.50	-0.4	-0.1	0.4	1.20	26.6	0.4	9541.3
Reduksjon av luftforurensing	g/år	11081	119.4	214	-58.5	-7.7	49.8	164.9	3698	49.8	1322640.4

Tabell S18: Økonomiske totalverdier for økosystemtjenestene i Kristiansands byggesone.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum	Sum i million Nkr
Årlig karbonbinding	Nkr/år	11081	17.1	19.10	-2.5	6.3	10.8	20.50	364.6	10.8	189467.2	0.19
Reduksjon av overflateavrenning	Nkr/år	11081	6.7	12.00	-3.3	-0.5	2.8	9.30	207.8	2.8	74441.5	0.07
Reduksjon av luftforurensing	Nkr/år	11081	76	136.30	-37.3	-4.9	31.7	105.00	2355.6	31.7	842522	0.84
Totalverdi økosystemtjenester	Nkr/år	11081	99.8	167.40	-40.9	1	45.7	135.10	2928	45.7	1106430.8	1.11
Totalverdi økosystemtjenester per trekroneareal	Nkr/år	11081	0.8	1.40	-23.7	0	0.9	1.70	14.6	0.9	8754.1	0.01

Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå

Tabell S19: 3-30-300-«regelen» statistikk på grunnkrets nivå i Bodø kommune Indikator til regel 3: andel boligbygg nær trær (15 m). Indikator til regel 30: kronedekningsgrad (minst 30 %). Indikator til regel 300: andel boligbygg nært grøntområder (300 m). Merk at det ikke har vært mulig å beregne avstand til trær og grøntområder fra individuelle boliger, men fra hele boligbygg. Ett boligbygg kan inneholde flere boliger.

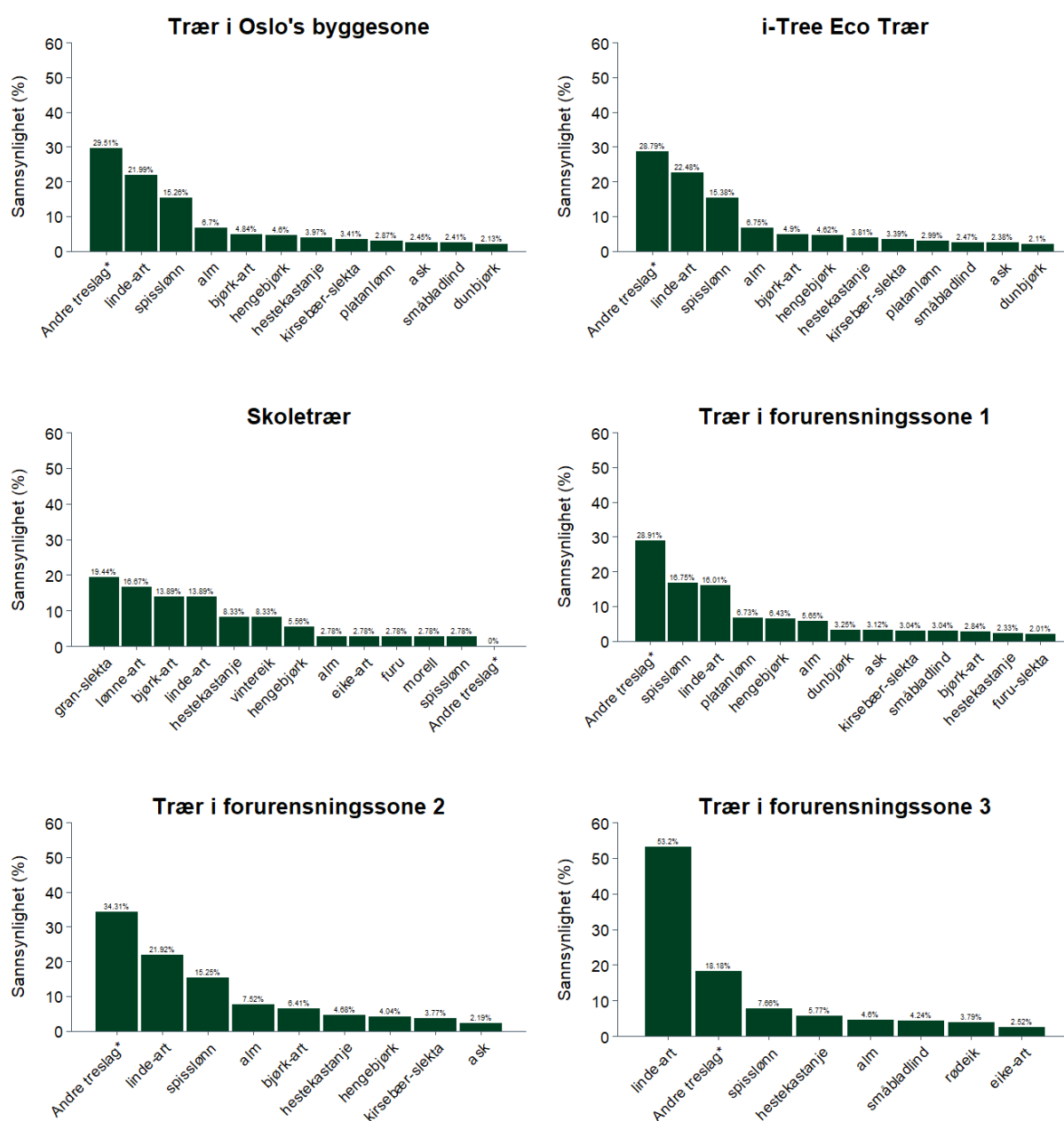
Grunnkrets nummer	Grunnkrets navn	Antall trær	Antall bygninger	Antall boligbygg	Andel boligbygg nær trær (15 m)		Kronedekningsgrad		Andel boligbygg nær grøntområder (300m)	
					%	klasse	%	klasse	%	klasse
42040701	Grim - Dueknipen	298	204	87	68	50-75%	15.4	0-25%	70	50-75%
42040702	Grimsmyra	632	609	310	72	50-75%	15.43	0-25%	92	75-100%
42040704	Møllevannet - Klappane	154	82	40	82	75-100%	13.43	0-25%	100	75-100%
42040705	Enrum - Paradis	433	190	78	67	50-75%	32.06	25-50%	99	75-100%
42040801	Kvadraturen Sørvest	440	307	72	46	25-50%	5.59	0-25%	0	0-25%
42040802	Kvadraturen Nordvest	439	416	104	22	0-25%	9.6	0-25%	0	0-25%
42040803	Kvadraturen Sørøst	432	375	170	38	25-50%	4.59	0-25%	8	0-25%
42040804	Kvadraturen Nordøst	216	695	382	27	25-50%	3.26	0-25%	14	0-25%
42040806	Eg	366	86	32	88	75-100%	24.93	0-25%	100	75-100%
42040807	Sykehuset	1291	99	1	100	75-100%	24.05	0-25%	100	75-100%
42040901	Galgeberg	333	285	129	55	50-75%	6.06	0-25%	100	75-100%
42040902	Hamreheia	481	564	250	71	50-75%	8.18	0-25%	99	75-100%
42040903	Kuholmen	332	395	160	59	50-75%	5.34	0-25%	100	75-100%
42040904	Valhalla SÅ_r	128	241	124	54	50-75%	4.88	0-25%	92	75-100%
42040905	Valhalla Midt	276	499	261	51	50-75%	7.35	0-25%	31	25-50%
42040907	Valhalla Nord - Kongsgård	439	303	155	80	75-100%	12.04	0-25%	100	75-100%
42040908	Solbygg	122	98	50	58	50-75%	6.78	0-25%	100	75-100%
42040909	Kjempegravane	47	132	61	30	25-50%	5.22	0-25%	100	75-100%
42040910	Tobienborg	381	302	148	49	25-50%	12.4	0-25%	100	75-100%
42040911	Nedre Lund	402	526	187	65	50-75%	6.46	0-25%	95	75-100%
42040912	Oddemarka	118	108	31	48	25-50%	10.27	0-25%	100	75-100%
42040913	Flaten	103	162	80	65	50-75%	8.09	0-25%	100	75-100%
42040915	Gimlemoen - Jegersberg	580	40	1	100	75-100%	21.19	0-25%	100	75-100%
42040918	Gimlevang	34	42	19	42	25-50%	4.09	0-25%	100	75-100%
42040919	Gimle	1175	21	2	50	25-50%	48.56	25-50%	100	75-100%
42040920	Marviksletta	48	6	0	0	ingen boligbygg	18.12	0-25%	0	ingen boligbygg
42040921	Lund Industriområde	40	9	0	0	ingen boligbygg	8.89	0-25%	0	ingen boligbygg
42041101	Nedre Kongsgård	1008	390	29	72	50-75%	18.42	0-25%	100	75-100%
42041102	Kongsgard 1 - Vige	166	9	0			49.82	25-50%	0	no data
42041103	Bjørndalsheia	129	38	12	100	75-100%	17.37	0-25%	100	75-100%
42041104	Vestre Bjørndalen	36	20	2	50	25-50%	2.24	0-25%	100	75-100%
Kristiansands byggesone		11079	7253	2977	55	50-75%	12	0-25%	69	50-75%

10.4 Oslo

10.4.1 Treets egenskaper

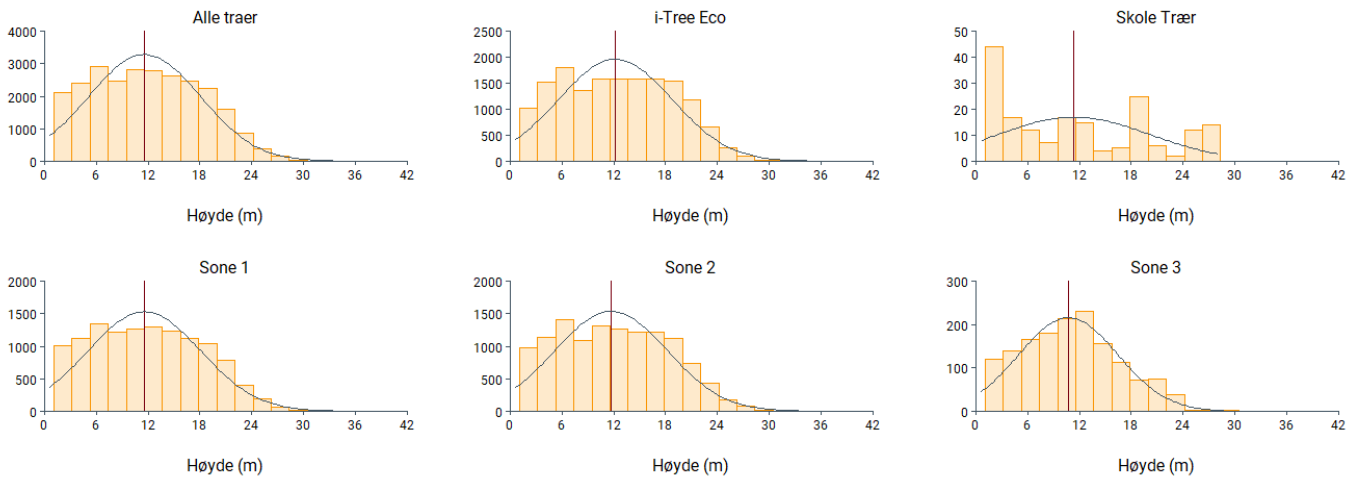
Tabell S20: Antall kartlagte trær i Oslo.

Navn	Beskrivelse	Antall
Total registrerte trær	Totalt antall registrerte trær i Oslo	29 928
i-Tree Eco	Totalt antall trær brukt i i-Tree Eco	16 198
Skoletrær	Totalt antall trær plassert i undervisningsområde	221 (i-Tree = 27)
Sone 1	Trær i forurensnings sone 1 (grønn)	14 339
Sone 2	Trær i forurensnings sone 2 (gull)	13 929
Sone 3	Trær i forurensnings sone 3 (rød)	1 772
Total trebestand	Totalt antall trær i bestanden (basert på laserdata)	632 915

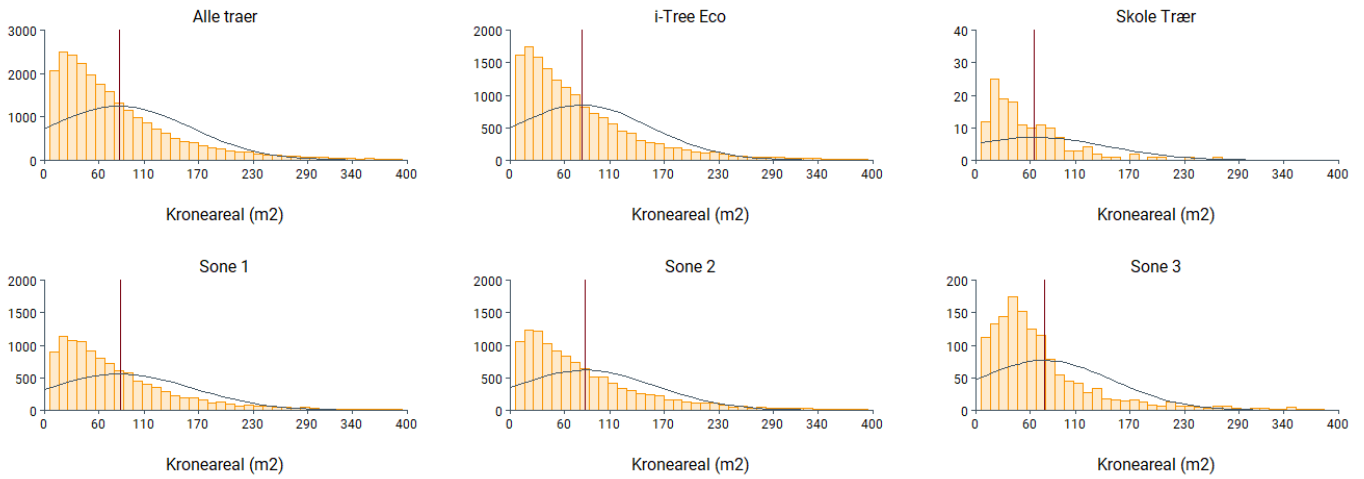


Figur S14: Treslagsfordeling i Oslo. Trær som har en sannsynlighet på mindre enn 3% er klassifisert som "Andre Treslag".

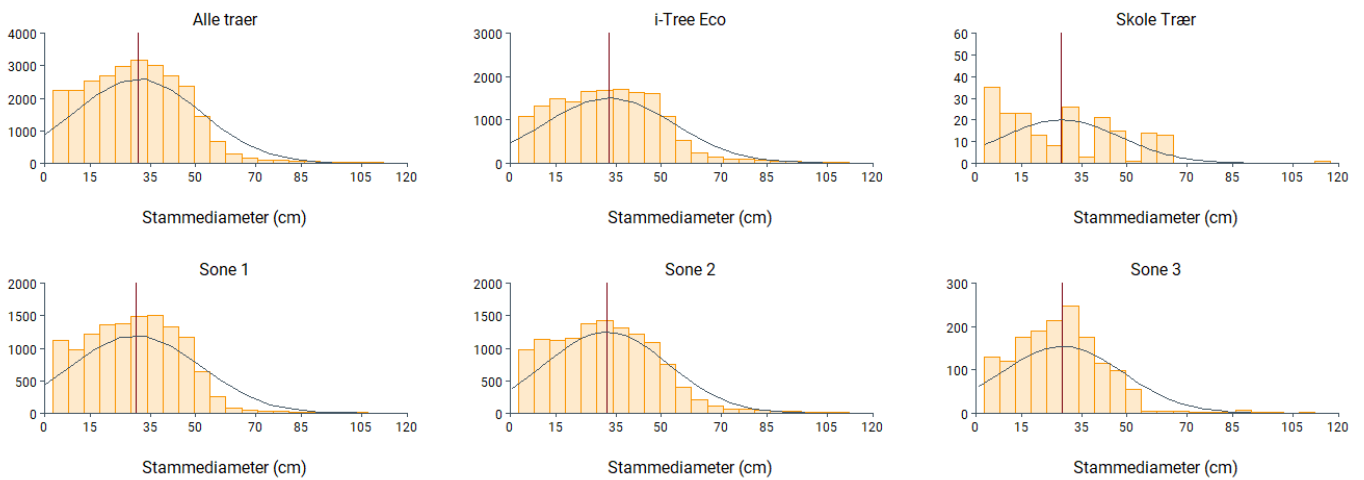
Høyde



Kroneareal



Stammediameter



Figur S15: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) for de 16 198 i-Tree Eco trærne som er registrert i Oslo. Normalfordelingen (svart linje) og gjennomsnittet (rød linje) er synlige.

Tabell S21: Fordeling av kroneareal (m²), høyde (m) og stammediameter (cm) per treslag for de 16 198 i-Tree Eco trærne registrert i Oslo.

Nr.	Treslag	Antall Trær	Kroneareal (m ²)	Høyde (m)	Stammediameter (cm)
1	agnbøk	31	41.36	6.59	19.02
2	alm	1092	130	16.13	48.9
3	alm-art	171	91.75	13.57	43.98
4	amurkorktre	6	26.13	4.91	14.86
5	ask	385	127.85	15.13	43.15
6	asklønn	2	113.41	6.81	25.2
7	balsampoppel	4	147.23	21.53	49.97
8	barlind	1	232.35	9.16	24.84
9	barlind-art	1	10.47	1.17	18.46
10	bjørk-art	792	78.63	14.46	35.59
11	bjørkekirsebær	3	31.12	2.66	5.52
12	blodbøk	3	127.9	10.9	27.75
13	blodlønn	6	65.92	11.98	30.09
14	blodlønn crimson king	16	27.1	6.38	18.14
15	blågran	27	60.78	12.09	29.95
16	bøk	98	109.38	15.75	39.16
17	douglasgran	2	57.7	20.02	46
18	duetre	2	407.26	15.15	77.96
19	dunbjørk	339	69.85	14.95	35.4
20	dvergfuru	1	122.66	44.77	91.24
21	edelgran	5	59.9	13.06	33.1
22	edelgran-art	1	11.95	4.94	13.37
23	edelkastanje	1	14.78	5.11	15.38
24	eike-art	113	68.07	9.87	25.34
25	einer	1	54.03	12.4	28.24
26	ekte valnøtt	10	99.63	8.43	21.46
27	eple 'alexander'	1	31.24	3.91	12.35
28	eple 'aroma'	5	10.51	4.14	0.95
29	eple 'beauty of bath'	11	29.53	4.5	13.74
30	eple 'charlamovsky'	2	22.81	6.25	17.95
31	eple 'charles ross'	1	13.9	2.95	9.82
32	eple 'cox's pomona'	1	185.36	13.42	33.97
33	eple 'fuhr'	1	29.03	3.84	12.17
34	eple 'gravenstein'	27	36.71	5.21	15.39
35	eple 'gul richard'	1	13.47	2.19	7.69
36	eple 'haugmann'	1	64.07	5.47	16.29
37	eple 'hvit astrakan'	2	30.58	6.3	18.08
38	eple 'ingrid marie'	2	35.13	3.13	10.16
39	eple 'james grieve'	9	13.94	3.8	11.6
40	eple 'july red'	2	8.3	3	5.42
41	eple 'kaniker'	2	30.4	6.83	18.82
42	eple 'karin schneider'	1	17.52	2.14	7.54
43	eple 'katinka'	4	4.81	2.88	1.99
44	eple 'lobo'	2	34.4	7.63	21.13
45	eple 'ribston'	3	11.92	4.97	14.55
46	eple 'rød gravenstein'	21	30.27	4.34	12.9
47	eple 'rød ribston'	1	14.64	2.41	8.3
48	eple 'rød sævstaholm'	19	26.57	4.81	14.38
49	eple 'rød torstein'	2	36.84	9.19	24.89

50	eple 'signe tillisch'	2	47.18	4.09	12.58
51	eple 'summerred'	8	14.05	4	8.14
52	eple 'sævestaholm'	18	33.31	4.68	14.13
53	eple 'torstein'	1	22.95	6.79	19.42
54	eple 'transparente blanche'	31	19.97	3.47	10.08
55	eple 'worcester pearmain'	1	3.16	0.77	3.26
56	eple 'åkerø'	39	38.92	4.38	13.44
57	eple-art	180	40.95	5.68	17.07
58	fuglekirsebær	87	51.67	7.28	20.03
59	furu	78	65.49	10.49	28.12
60	furu-slekta	161	54.72	10.76	27.97
61	gran	40	57.26	13.84	34.4
62	gran-slekta	103	53.83	10.91	27.93
63	gråor	58	51.06	7.2	16.15
64	gråpoppe	23	27.5	3.3	5.61
65	gudetre	1	123.75	9.24	25.02
66	gullpil	1	5.27	3.43	5.73
67	gullregn	1	65.43	7.38	20.79
68	gullregn-art	13	85.88	6.23	22.83
69	hagtorn	2	81.08	4.3	12.65
70	hagtorn-art	72	34.61	7.64	20.94
71	hassel	4	23.08	4.42	13.64
72	hassel-art	1	136.27	9.04	24.57
73	hegg	10	58.28	9	24.55
74	hemlokk-art	4	63.42	3.06	9.6
75	hengealm	3	131.51	11.86	26.63
76	hengebjørk	747	74.9	12.74	31.77
77	hengeblodbøk	2	18.25	6.76	8.75
78	hengebøk	3	57.62	5	15.42
79	hestekastanje	616	117.82	13.6	40.99
80	hestekastanje-art	2	75.45	8.78	17.49
81	himalayabjørk	2	5.91	5.8	4.46
82	hertetre	49	51.89	7.08	16.66
83	hvitpil	27	120.88	13.66	46.79
84	japankirsebær	12	20.77	4.55	8.56
85	japankisebær	28	12.85	3.65	9.54
86	japanrogn	47	37.27	4.59	11.22
87	kirsebær	34	40.24	7.08	19.06
88	kirsebær-slekta	548	52.61	8.15	22.41
89	kirsebærbladet hagtorn	1	37.02	4.87	14.8
90	koloradoedelgran	14	41.49	8.84	21.8
91	koreaedelgran	4	44.98	9.7	26.01
92	krimlind	7	98.99	10.45	27.41
93	kulekirsebær	36	31.43	4.56	18.81
94	kulelønn	44	94.29	12.68	31.63
95	kystdoglas	48	62.78	17.12	40.97
96	lerk	13	61.94	12.53	42.48
97	lerke-art	81	103.68	16.38	41.25
98	ligustersyrin	4	150.26	2.89	115.33
99	linde-art	3636	65.05	11.88	32.49
100	londonplatan	4	33.42	6.92	19.61
101	lundalm	15	123.65	16.76	41.31
102	lønn	1	15.5	3.37	10.95
103	lønne-art	163	64.21	11.01	25.94

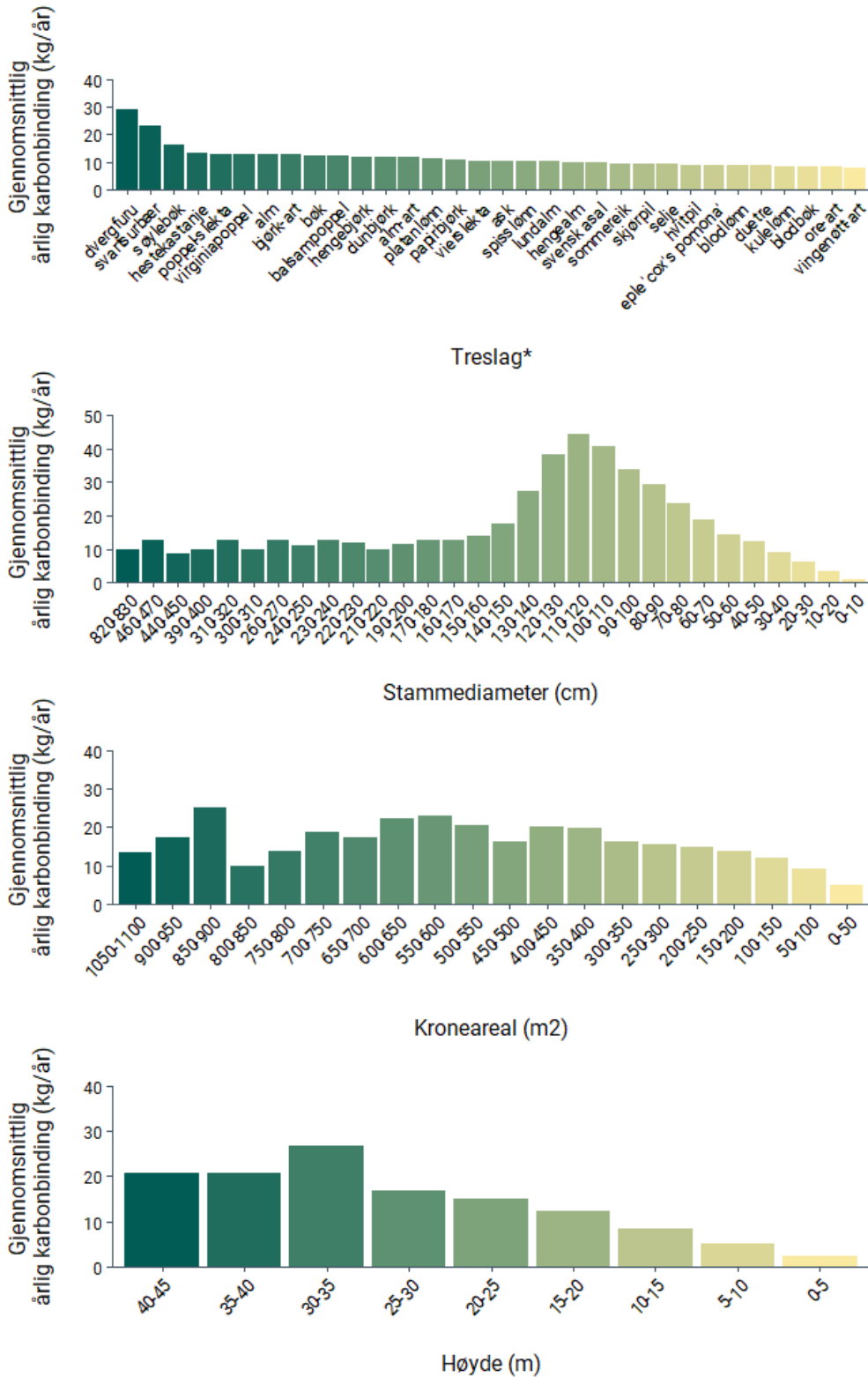
104	magnolia-art	13	27.84	3.66	10.48
105	mannaask	4	23.06	10.22	16.25
106	morell	191	45.85	6.83	18.26
107	naverlønn	34	44.57	8.36	22.85
108	neverhegg	2	12.03	3.96	9.5
109	nordmannsedelgran	7	60.51	13.56	33.12
110	ore-art	56	74.91	12.2	30.68
111	oregoneik	4	19.72	2.91	9.64
112	ornÅsbjørk	31	8.49	3.13	3.76
113	osp	27	51.16	11.83	21.89
114	papirbjørk	3	117.81	10.85	27.91
115	parkhagtorn	25	18.82	4.64	14.21
116	parklind	103	37.2	8.92	15.66
117	platanlønn	484	100.38	16.82	41.77
118	plomme	1	8.96	2.42	8.33
119	plomme 'althans'	9	23.44	5.86	16.95
120	plomme 'opal'	13	14.36	2.21	4.3
121	plomme 'reine claudes d'oullins'	13	24.25	4.75	13.24
122	plomme 'reine claudes grønne'	1	84.17	4.66	14.27
123	plomme 'victoria'	21	18.07	4.68	10.64
124	plomme-art	7	22.03	6.56	16.3
125	poppel-slekta	127	103.76	16.42	43.28
126	prydeple	15	14.81	3.72	10.66
127	pære	3	52.77	8.75	21.34
128	pære 'anna'	4	39.1	12.46	0.95
129	pære 'bergamott'	1	78.17	8.31	22.94
130	pære 'clapps favorite'	1	38.38	7.44	20.94
131	pære 'clara frijs'	5	21.47	2.68	4.39
132	pære 'esperens herrepære'	2	30.93	6.69	18.92
133	pære 'gråpære'	5	57.33	7.24	20.38
134	pære 'herzogin elsa'	1	4.59	2.59	8.82
135	pære 'ingeborg'	1	10.03	3.7	0.95
136	pære 'moltke'	6	34.93	3.6	11.43
137	pære-art	47	51.96	6.79	17.66
138	rogn	52	31.33	7	19.02
139	rognasal	35	34.85	5.64	15.19
140	rogne-art	118	40.2	6.12	17.13
141	rød hestekastanje	7	57.18	9.23	20.53
142	rødbøk	2	20.74	2.99	9.92
143	rødeik	104	50.96	9.71	24.97
144	sargentkirsebær	7	48.95	7.58	7.96
145	selje	41	66.61	12.18	34.18
146	sembrafuru	1	1.23	0.66	2.87
147	serbergran	2	16.53	6.6	18.77
148	sibirlerk	2	93.44	18.81	44.72
149	sibirlønn	19	41.4	4.86	14.07
150	silkefuru	11	34.96	7.74	21.26
151	silkepil	2	13.06	3.89	12.3
152	sitkagran	1	36.23	16.53	40.3
153	skarlageneik	2	7.68	1.66	5.98
154	skjørpil	5	87.14	13.8	34.62
155	småbladlind	399	70.43	13.81	36.2
156	smørvalnøtt	2	6.89	2.56	4.09
157	snømagnolia	25	19.6	5.57	12.7

NINA Rapport 2391

158	sommereik	176	92.29	11.28	29.68
159	spisslønn	2488	103.16	14.27	37.12
160	storbladlind	5	108.98	12.87	34.65
161	storrobinia	8	49.98	11.24	26.7
162	sukkerlønn	1	71.64	4.61	7.96
163	sumpeik	14	16.93	3.19	10.23
164	surkirsebær	1	4.78	1.01	4.09
165	svartfuru	5	29.7	14.32	35.81
166	svartor	161	35.8	6.45	13.85
167	svartsurbær	1	70.63	17.3	51.59
168	svartvalnøtt	1	78.34	9.97	26.63
169	svensk asal	198	56.36	9.95	33.6
170	syrin-art	12	48.13	6.67	19.07
171	sølvasal	10	102.42	9.56	25.06
172	sølvedelgran	1	58.64	15.85	38.93
173	søvlind	2	58.69	6.51	22.5
174	søvlønn	13	158.51	14.12	34.65
175	sørgjepil	1	12.25	3.83	12.14
176	søtkirsebær	15	39.41	6.29	17.67
177	søyleagnbøk	34	32.16	6.31	15.68
178	søylebøk	2	176.92	20.31	47.71
179	søyleeik	90	29.67	6.77	16.38
180	søyleosp	86	36.54	7.32	16.26
181	søylesvartor	8	67.64	3	4.3
182	tempeltre	12	12.75	3.2	6.04
183	tokyokirsebær	40	13.88	4.54	10.59
184	tulipantre	8	39.01	11	23.65
185	tyrkisk hassel	21	38.7	5.71	15.99
186	tysk asal	1	61.92	4.75	14.5
187	ungarsk syrin	2	5.6	3.4	11.01
188	urtidstre	7	61.78	10.84	23.74
189	valnøtt-art	22	80.54	10.78	28.08
190	vierslekta	174	114.79	12.38	42.91
191	vingenøtt	1	18.98	6.4	18.51
192	vingenøtt-art	3	93.86	10.38	31.83
193	vintereik	52	27.13	5.26	12.6
194	virginiapoppelÅ	1	82.17	16.23	39.7
195	vripil	1	193.76	9.18	24.88
196	weymouthfuru	20	62.54	12.27	30.88
197	østamerikansk thuja	6	34.57	11.22	33.14
198	treslag ikke registrert	26			
Oslos byggesone		16198			

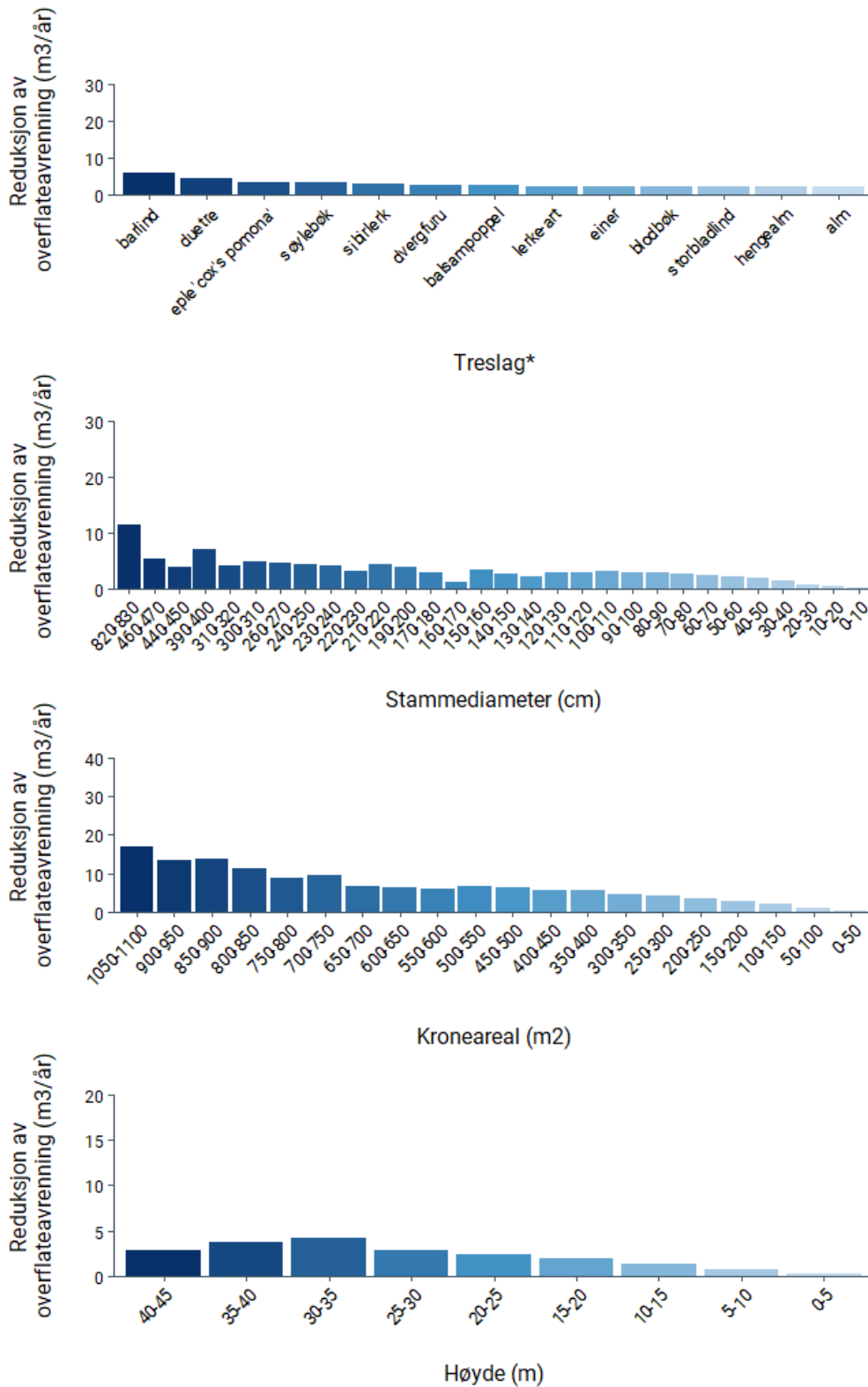
10.4.2 Økosystemtjenester for i-Tree Eco trærne

Gjennomsnittlig årlig karbonbinding (kg/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



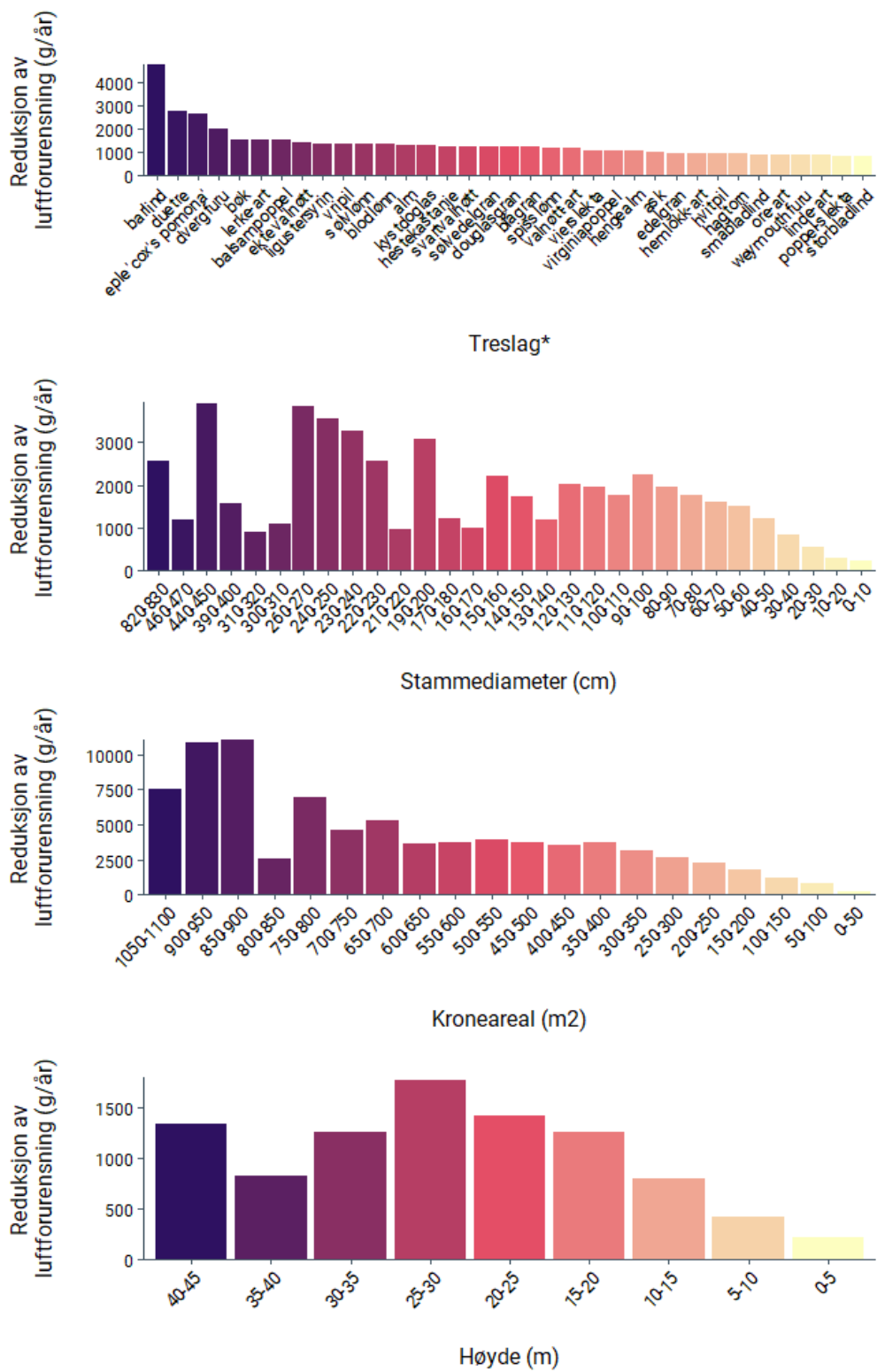
Figur S16: Gjennomsnittlig årlig karbonbinding per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 16198 i-Tree Eco trærne som er registrert i Oslo.

Reduksjon av overflateavrenning (m³/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



Figur S17: Gjennomsnittlig reduksjon av overflateavrenning per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 16198 i-Tree Eco trærne som er registrert i Oslo.

Reduksjon av luftforurensing (g/år) per treslag, stammediameter, kroneareal, høyde



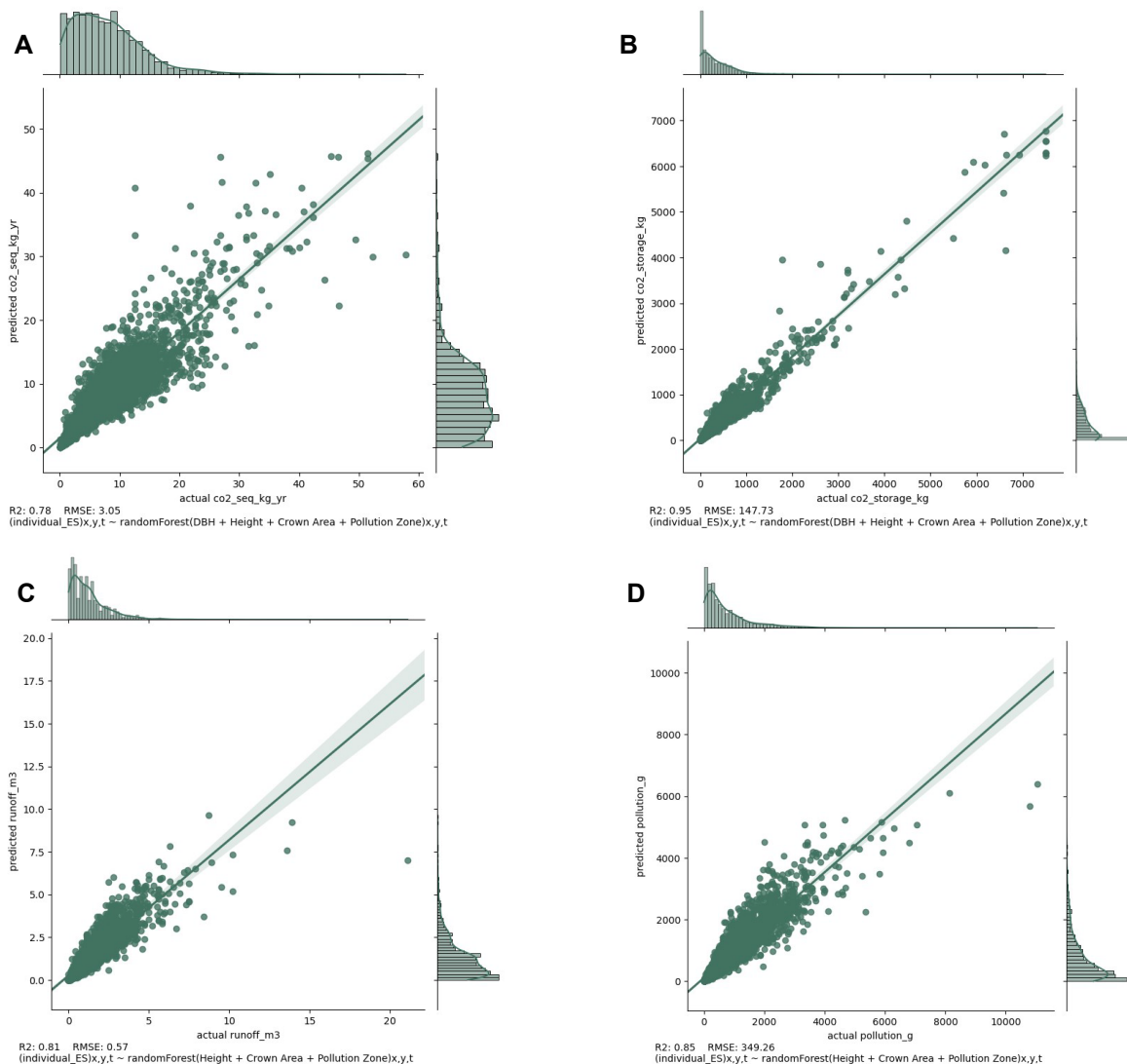
Figur S18: Gjennomsnittlig reduksjon av luftforurensing per treslag, stammediameter (cm), kroneareal (m²) og høyde (m) for de 16198 i-Tree Eco trærne som er registrert i Oslo.

Tabell S22: Gjennomsnittlig økosystemtjenester per kronestørrelse beregnet for de 70 i-Tree Eco trærne registrert i Oslo.

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Karbonlagring (kg)	Årlig karbonbinding (kg/År)
0-50	7284	163.02	4.94
50-100	4562	411.61	9.12
100-150	2242	610.71	11.97
150-200	1032	775.03	13.94
200-250	523	865.38	15.04
250-300	242	908.63	15.73
300-350	141	856.29	16.15
350-400	63	1498.42	19.66
400-450	47	1173.3	20.33
450-500	18	1275.44	16.15
500-550	16	984.01	20.47
550-600	10	1082.05	23.14
600-650	4	1029.88	22.28
650-700	3	551.93	17.23
700-750	4	731.15	18.73
750-800	2	327.35	13.8
800-850	1	6000	10
850-900	1	2162.4	25.2
900-950	1	625.5	17.5
1050-1100	2	514.75	13.6

Kroneareal (m ²)	Antall trær	Reduksjon av overflateavrenning (m ³ /År)	Reduksjon av luftforurensing (g/År)
0-50	7284	0.43	263.75
50-100	4562	1.3	773.56
100-150	2242	2.08	1232.9
150-200	1032	2.83	1808.41
200-250	523	3.53	2286.8
250-300	242	4.13	2655.6
300-350	141	4.73	3103.68
350-400	63	5.66	3741.26
400-450	47	5.57	3561.87
450-500	18	6.48	3749.24
500-550	16	6.89	3929.96
550-600	10	6.24	3680.9
600-650	4	6.3	3626.93
650-700	3	6.7	5312.57
700-750	4	9.62	4624.52
750-800	2	8.75	6923.25
800-850	1	11.5	2543.7
850-900	1	13.9	11034.7
900-950	1	13.6	10803.8
1050-1100	2	17.05	7488.25

10.4.3 Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone



Figur S19: Økosystemtjenester for alle trær innenfor kommunens byggesone. Regresjonsplott for de trente Lineær Regression modeller som viser resultatene av å bruke disse modellene på testsettet, som er 20 % av det totale i-Tree Eco datasettet. På Y-aksen ser vi de predikerte verdiene og deres fordeling, og på X-aksen ser vi de faktiske verdiene og deres fordeling. R2- og RMSE-verdier er nevnt under plottene. **A.** Regresjonsplott for karbonlagring (kg). **B.** Regresjonsplott for årlig karbonbinding (kg/år). **C.** Regresjonsplott for reduksjon av overflateavrenning (m³/år). **D.** Regresjonsplott for reduksjon av luftforurensing (m³/år). Metoder og valg av modeller er beskrevet i kapittel «metoder» på dokumentasjons nettsiden: <https://ninanor.github.io/trekroner-docs>.

Tabell S23: Evalueringsresultater til regresjonsmodeller laget basert på Oslos i-Tree Eco resultater.

Modell	tren:test	Max featur- res	N estimators	Intern evaluering		Ekstern evaluering av best selektert modell			
				Gjenn. R2	metode	R2	RMSE	MSE	MAE
Karbonlagring (karbonlagring)x,y,t ~ randomForest(DBH + høyde + kroneareal+ luftsonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	39	0.94	10-fold cross- validation	0.95	147.73	21825.28	72.89
Karbonbinding (karbonbinding)x,y,t ~ randomForest(DBH + høyde + kroneareal+ luftsonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	35	0.78	10-fold cross- validation	0.78	3.05	9.32	1.93
Reduksjon av overflateavrenning (Reduksjon av overflateavrenning)x,y,t ~ randomForest(høyde + kroneareal+ luft- sonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	38	0.83	10-fold cross- validation	0.81	0.57	0.33	0.31
Reduksjon av NO2 (Reduksjon av overflateavrenning)x,y,t ~ randomForest(høyde + kroneareal+ luft- sonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	39	0.87	10-fold cross- validation	0.86	97.27	9461.42	51.91
Reduksjon av PM2.5 (Reduksjon av overflateavrenning)x,y,t ~ randomForest(høyde + kroneareal+ luft- sonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	39	0.87	10-fold cross- validation	0.86	9.87	97.41	5.32
Reduksjon av SO2 (Reduksjon av overflateavrenning)x,y,t ~ randomForest(høyde + kroneareal+ luft- sonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	38	0.86	10-fold cross- validation	0.85	54.75	7.4	3.87
Reduksjon av luftforurensing (Reduksjon av overflateavrenning)x,y,t ~ randomForest(høyde + kroneareal+ luft- sonex,y,t	80:20	Sqrt = 2	39	0.86	10-fold cross- validation	0.85	349.26	121982.24	186.06

*Max features (mtry) = antall trær brukt i random forest modellen.

** N estimators (ntree) = antall features som skal vurderes på hver node

Tabell S24: Fysiske totalverdier for økosystemtjenestene i Oslos byggesone. Beregnet ved å ekstrapolere i-Tree Eco resultatene til alle trekronene detektert i Oslos byggesone ved å bruke de Random Forest regresjonsmodellene som er visualisert i Figur S18.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum
Karbonlagring	kg	632915	385.46	317.53	339.17	0.05	74.26	317.53	628.07	7293.77	243963114
Årlig karbonbinding	kg/år	632915	8.82	8.94	4.9	0.07	4.47	8.94	12.33	56.55	5585102
Reduksjon av overflateavrenning	m3/år	632915	1.6	1.33	1.15	0	0.76	1.33	2.15	11.23	1013303
Reduksjon av NO2	g/år	632915	143.77	94.09	162.87	0.48	55.95	94.09	169.81	2578.6	90993892
Reduksjon av PM2.5	g/år	632915	14.76	9.82	16.52	0.01	5.76	9.82	17.45	249.72	9342834
Reduksjon av SO2	g/år	632915	10.59	6.96	12	0.01	4.13	6.96	12.56	182.25	6703500
Reduksjon av luftforurensing	g/år	632915	508.6	331.57	574.94	1.68	195.6	331.57	597.76	9162.89	321898948

Tabell S25: Økonomiske totalverdier for økosystemtjenestene i Oslos byggesone.

		Antall	Gjenn.	Median	Std	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Sum	Sum i million Nkr
Årlig karbonbinding	Nkr/år	632915	16.6	9.20	0.1	8.4	16.8	23.20	106.5	16.8	10516745.2	10.52
Reduksjon av overflateavrenning	Nkr/år	632915	12.5	9.00	0	5.9	10.4	16.80	87.6	10.4	7905813	7.91
Reduksjon av luftforurensing	Nkr/år	632915	324	366.20	1.1	125	211.2	380.80	5836.8	211.2	205049626.3	205.05
Totalverdi økosystemtjenester	Nkr/år	632915	353.1	376.90	2.1	144	239.6	421.90	5952.9	239.6	223472173.8	223.47
Totalverdi økosystemtjenester per trekroneareal	Nkr/år	632915	3.7	2.70	0.8	2.3	3.1	3.80	748.8	3.1	2355827.4	2.36

10.4.4 Resultater fra beregning av 3-30-300-«regelen» på grunnkrets nivå

Tabell S26: 3-30-300-«regelen» statistikk på grunnkrets nivå i Oslo kommune Indikator til regel 3: andel boligbygg nær trær (15 m). Indikator til regel 30: kronedekningsgrad (minst 30%). Indikator til regel 300: andel boligbygg nært grøntområder (300 m). Merk at det ikke har vært mulig å beregne avstand til trær og grøntområder fra individuelle boliger, men fra hele boligbygg. Ett boligbygg kan inneholde flere boliger.

Grunnkretsnummer	Grunnkretsnavn	Antall trær	Antall bygninger	Antall boligbygg	Andel boligbygg nær trær (15 m)		Kronedekningsgrad		Andel boligbygg nært grøntområder	
					%	klasse	%	klasse	%	klasse
3010101	Sentrum 1 - Rode 1	542	161	0	0	0-25%	8	0-25%	0	0-25%
3010102	Sentrum 1 - Rode 2	111	154	7	29	25-50%	6	0-25%	57	50-75%
3010103	Sentrum 1 - Rode 3	67	130	1	0	0-25%	4	0-25%	0	0-25%
3010104	Sentrum 1 - Rode 4	255	150	6	33	25-50%	4	0-25%	0	0-25%
3010105	Sentrum 1 - Rode 5	293	120	8	62	50-75%	7	0-25%	12	0-25%
3010201	Sentrum 2 - Rode 1	69	114	16	19	0-25%	7	0-25%	0	0-25%
3010202	Sentrum 2 - Rode 2	25	56	29	62	50-75%	8	0-25%	0	0-25%
3010204	Sentrum 2 - Rode 4	125	172	79	68	50-75%	17	0-25%	0	0-25%
3010205	Sentrum 2 - Rode 5	151	194	6	0	0-25%	5	0-25%	0	0-25%
3010206	Sentrum 2 - Rode 6	75	63	50	82	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3010207	Sentrum 2 - Rode 7	91	91	39	90	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
3010208	Sentrum 2 - Rode 8	45	64	22	68	50-75%	8	0-25%	0	0-25%
3010209	Sentrum 2 - Rode 9	18	122	48	15	0-25%	2	0-25%	0	0-25%
3010210	Sentrum 2 - Rode 10	323	152	38	82	75-100%	23	0-25%	0	0-25%
3010211	Sentrum 2 - Rode 11	155	82	2	0	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
3010212	Sentrum 2 - Rode 12	282	90	23	100	75-100%	30	25-50%	0	0-25%
3010213	Sentrum 2 - Rode 13	74	87	60	88	75-100%	18	0-25%	0	0-25%
3010301	Sentrum 3 - Rode 1	99	72	46	89	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3010302	Sentrum 3 - Rode 2	104	81	40	72	50-75%	17	0-25%	0	0-25%
3010303	Sentrum 3 - Rode 3	92	67	26	81	75-100%	11	0-25%	0	0-25%
3010304	Sentrum 3 - Rode 4	123	74	7	86	75-100%	2	0-25%	0	0-25%
3010305	Sentrum 3 - Rode 5	57	19	0	0	0-25%	7	0-25%	0	0-25%
3010306	Sentrum 3 - Rode 6	494	156	0	0	0-25%	12	0-25%	0	0-25%
3010307	Sentrum 3 - Rode 7	57	74	4	25	0-25%	6	0-25%	0	0-25%
3010308	Sentrum 3 - Rode 8	55	78	35	23	0-25%	10	0-25%	0	0-25%
3010309	Sentrum 3 - Rode 9	802	32	2	100	75-100%	60	50-75%	0	0-25%
3010310	Sentrum 3 - Rode 10	26	33	0	0	0-25%	4	0-25%	0	0-25%
3010401	Filipstad	322	180	18	83	75-100%	2	0-25%	0	0-25%
3010501	Skillebekk Rode 1	119	85	58	88	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3010502	Skillebekk Rode 2	331	120	51	100	75-100%	35	25-50%	0	0-25%
3010503	Skillebekk Rode 3	76	51	32	78	75-100%	16	0-25%	0	0-25%
3010504	Skillebekk Rode 4	470	166	63	98	75-100%	34	25-50%	0	0-25%
3010601	Frogner Rode 1	534	172	86	100	75-100%	35	25-50%	41	25-50%
3010602	Frogner Rode 2	519	174	79	100	75-100%	45	25-50%	68	50-75%
3010603	Frogner Rode 3	1201	361	121	100	75-100%	26	25-50%	8	0-25%
3010604	Frogner Rode 4	294	114	62	98	75-100%	40	25-50%	0	0-25%
3010605	Frogner Rode 5	54	51	35	94	75-100%	16	0-25%	46	25-50%

3010606	Frogner Rode 6	122	85	50	92	75-100%	19	0-25%	100	75-100%
3010607	Frogner Rode 7	54	72	52	88	75-100%	11	0-25%	38	25-50%
3010608	Frogner Rode 8	103	74	43	95	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3010609	Frogner Rode 9	411	147	62	98	75-100%	42	25-50%	0	0-25%
3010610	Frogner Rode 10	82	40	25	96	75-100%	26	25-50%	0	0-25%
3010611	Frogner Rode 11	162	99	60	98	75-100%	28	25-50%	0	0-25%
3010612	Frogner Rode 12	396	78	52	100	75-100%	33	25-50%	0	0-25%
3010613	Frogner Rode 13	616	275	117	100	75-100%	41	25-50%	18	0-25%
3010614	Frogner Rode 14	1112	50	2	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3010701	Uranienborg Rode 1	206	120	53	92	75-100%	36	25-50%	0	0-25%
3010702	Uranienborg Rode 2	219	124	59	92	75-100%	31	25-50%	0	0-25%
3010703	Uranienborg Rode 3	218	131	74	95	75-100%	33	25-50%	0	0-25%
3010704	Uranienborg Rode 4	238	83	43	100	75-100%	27	25-50%	0	0-25%
3010705	Uranienborg Rode 5	40	37	28	54	50-75%	10	0-25%	0	0-25%
3010706	Uranienborg Rode 6	64	25	16	100	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3010707	Uranienborg Rode 7	313	130	53	98	75-100%	39	25-50%	0	0-25%
3010708	Uranienborg Rode 8	56	31	14	100	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3010709	Uranienborg Rode 9	108	69	29	100	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3010710	Uranienborg Rode 10	12	24	7	57	50-75%	8	0-25%	0	0-25%
3010801	Homansbyen Rode 1	233	140	62	98	75-100%	32	25-50%	0	0-25%
3010802	Homansbyen Rode 2	39	59	34	62	50-75%	10	0-25%	0	0-25%
3010803	Homansbyen Rode 3	166	81	36	94	75-100%	33	25-50%	0	0-25%
3010804	Homansbyen Rode 4	38	62	43	79	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
3010805	Homansbyen Rode 5	57	62	47	79	75-100%	17	0-25%	0	0-25%
3010806	Homansbyen Rode 6	172	122	48	88	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3010807	Homansbyen Rode 7	198	72	35	97	75-100%	46	25-50%	0	0-25%
3010808	Homansbyen Rode 8	127	80	45	93	75-100%	24	0-25%	0	0-25%
3010809	Homansbyen Rode 9	55	58	41	95	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3010901	Majorstuen Rode 1	114	70	44	91	75-100%	27	25-50%	0	0-25%
3010902	Majorstuen Rode 2	35	41	26	96	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
3010903	Majorstuen Rode 3	76	48	30	90	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3010904	Majorstuen Rode 4	64	48	31	74	50-75%	10	0-25%	0	0-25%
3010905	Majorstuen Rode 5	63	57	27	89	75-100%	25	0-25%	0	0-25%
3010906	Majorstuen Rode 6	56	86	57	72	50-75%	15	0-25%	0	0-25%
3010907	Majorstuen Rode 7	93	73	38	89	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3010908	Majorstuen Rode 8	126	64	22	77	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
3010909	Majorstuen Rode 9	328	137	18	94	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
3010910	Majorstuen Rode 10	216	82	16	100	75-100%	19	0-25%	56	50-75%
3010911	Majorstuen Rode 11	241	48	22	100	75-100%	30	25-50%	0	0-25%
3010912	Majorstuen Rode 12	130	43	34	100	75-100%	31	25-50%	0	0-25%
3010913	Majorstuen Rode 13	77	52	37	84	75-100%	23	0-25%	0	0-25%
3011001	Marienlyst	1015	180	21	100	75-100%	38	25-50%	0	0-25%
3011101	Fagerborg Rode 1	292	60	35	86	75-100%	44	25-50%	0	0-25%
3011102	Fagerborg Rode 2	452	158	78	100	75-100%	43	25-50%	0	0-25%
3011103	Fagerborg Rode 3	155	58	44	100	75-100%	34	25-50%	0	0-25%
3011104	Fagerborg Rode 4	91	33	23	100	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3011105	Fagerborg Rode 5	124	66	39	97	75-100%	35	25-50%	0	0-25%
3011106	Fagerborg Rode 6	67	52	31	100	75-100%	22	0-25%	0	0-25%

3011201	St.hanshaugen Rode 1	85	83	56	84	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3011202	St.hanshaugen Rode 2	45	54	37	86	75-100%	12	0-25%	0	0-25%
3011203	St.hanshaugen Rode 3	58	45	35	94	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
3011204	St.hanshaugen Rode 4	172	119	59	83	75-100%	13	0-25%	0	0-25%
3011205	St.hanshaugen Rode 5	63	41	32	94	75-100%	22	0-25%	0	0-25%
3011206	St.hanshaugen Rode 6	35	55	34	62	50-75%	13	0-25%	0	0-25%
3011207	St.hanshaugen Rode 7	76	50	39	100	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3011208	St.hanshaugen Rode 8	274	128	66	100	75-100%	36	25-50%	0	0-25%
3011209	St.hanshaugen Rode 9	484	190	103	98	75-100%	41	25-50%	0	0-25%
3011210	St.hanshaugen Rode 10	707	17	0	0	0-25%	67	50-75%	0	0-25%
3011211	St.hanshaugen Rode 11	34	34	24	96	75-100%	23	0-25%	0	0-25%
3011301	Gamle Aker Rode 1	787	109	31	100	75-100%	51	50-75%	0	0-25%
3011302	Gamle Aker Rode 2	64	73	49	73	50-75%	16	0-25%	0	0-25%
3011303	Gamle Aker Rode 3	102	69	37	89	75-100%	18	0-25%	0	0-25%
3011304	Gamle Aker Rode 4	28	53	39	77	75-100%	12	0-25%	0	0-25%
3011305	Gamle Aker Rode 5	420	82	33	82	75-100%	30	25-50%	0	0-25%
3011401	Ila Rode 1	123	60	34	100	75-100%	28	25-50%	65	50-75%
3011402	Ila Rode 2	87	47	30	97	75-100%	24	0-25%	0	0-25%
3011403	Ila Rode 3	319	119	81	96	75-100%	41	25-50%	35	25-50%
3011404	Ila Rode 4	199	22	11	100	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3011405	Ila Rode 5	149	78	42	90	75-100%	19	0-25%	100	75-100%
3011406	Ila Rode 6	245	193	89	85	75-100%	26	25-50%	99	75-100%
3011501	Lindern Rode 1	337	93	34	100	75-100%	29	25-50%	0	0-25%
3011502	Lindern Rode 2	565	135	56	100	75-100%	39	25-50%	0	0-25%
3011503	Lindern Rode 3	406	146	33	100	75-100%	31	25-50%	15	0-25%
3011504	Lindern Rode 4	2405	299	18	100	75-100%	39	25-50%	0	0-25%
3011601	Sagene Rode 1	93	33	21	100	75-100%	38	25-50%	43	25-50%
3011602	Sagene Rode 2	141	24	10	100	75-100%	32	25-50%	20	0-25%
3011603	Sagene Rode 3	56	13	6	100	75-100%	26	25-50%	50	25-50%
3011604	Sagene Rode 4	66	38	17	100	75-100%	18	0-25%	65	50-75%
3011605	Sagene Rode 5	150	88	44	80	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3011606	Sagene Rode 6	173	89	51	100	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3011607	Sagene Rode 7	450	118	71	94	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3011701	Bjølsten Rode 1	136	45	6	83	75-100%	6	0-25%	67	50-75%
3011702	Bjølsten Rode 2	588	248	49	100	75-100%	40	25-50%	20	0-25%
3011703	Bjølsten Rode 3	79	47	27	93	75-100%	27	25-50%	74	50-75%
3011704	Bjølsten Rode 4	125	53	22	86	75-100%	16	0-25%	95	75-100%
3011705	Bjølsten Rode 5	205	34	9	100	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3011706	Bjølsten Rode 6	223	62	22	95	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3011707	Bjølsten Rode 7	180	27	14	93	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3011708	Bjølsten Rode 8	162	40	19	100	75-100%	29	25-50%	100	75-100%
3011709	Bjølsten Rode 9	74	51	10	100	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3011801	Sandaker Rode 1	269	150	60	80	75-100%	22	0-25%	78	75-100%
3011803	Sandaker Rode 3	151	96	22	86	75-100%	9	0-25%	14	0-25%
3011804	Sandaker Rode 4	311	117	23	91	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
3011901	Åsen Rode 1	90	46	39	100	75-100%	19	0-25%	23	0-25%
3011902	Åsen Rode 2	518	158	56	84	75-100%	27	25-50%	98	75-100%
3011903	Åsen Rode 3	47	55	43	79	75-100%	15	0-25%	98	75-100%

3011904	Åsen Rode 4	97	85	45	84	75-100%	14	0-25%	44	25-50%
3011906	Åsen Rode 6	77	49	43	98	75-100%	14	0-25%	100	75-100%
3011907	Åsen Rode 7	83	61	52	79	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
3011908	Åsen Rode 8	87	57	45	96	75-100%	25	0-25%	80	75-100%
3011909	Åsen Rode 9	133	59	19	84	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3011910	Åsen Rode 10	171	155	29	72	50-75%	11	0-25%	34	25-50%
3012001	Torshov Rode 1	275	93	31	90	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3012002	Torshov Rode 2	269	184	91	86	75-100%	17	0-25%	97	75-100%
3012003	Torshov Rode 3	86	62	31	94	75-100%	17	0-25%	13	0-25%
3012004	Torshov Rode 4	115	47	42	98	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3012005	Torshov Rode 5	68	50	33	97	75-100%	19	0-25%	36	25-50%
3012006	Torshov Rode 6	123	86	42	57	50-75%	26	25-50%	100	75-100%
3012007	Torshov Rode 7	264	76	47	98	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3012008	Torshov Rode 8	54	20	11	55	50-75%	20	0-25%	100	75-100%
3012009	Torshov Rode 9	117	50	27	100	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3012010	Torshov Rode 10	289	89	46	100	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3012011	Torshov Rode 11	359	5	0	0	0-25%	54	50-75%	0	0-25%
3012012	Torshov Rode 12	58	24	4	100	75-100%	24	0-25%	100	75-100%
3012101	Sinsen Rode 1	191	119	48	94	75-100%	21	0-25%	67	50-75%
3012102	Sinsen Rode 2	609	36	6	83	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
3012103	Sinsen Rode 3	169	37	13	100	75-100%	29	25-50%	85	75-100%
3012104	Sinsen Rode 4	68	6	6	100	75-100%	34	25-50%	100	75-100%
3012105	Sinsen Rode 5	65	17	10	100	75-100%	25	0-25%	30	25-50%
3012106	Sinsen Rode 6	184	28	10	100	75-100%	27	25-50%	0	0-25%
3012107	Sinsen Rode 7	158	13	8	100	75-100%	43	25-50%	0	0-25%
3012108	Sinsen Rode 8	429	195	75	99	75-100%	34	25-50%	76	75-100%
3012109	Sinsen Rode 9	71	36	21	95	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
3012201	Rodeløkka Rode 1	134	104	60	75	50-75%	14	0-25%	0	0-25%
3012202	Rodeløkka Rode 2	86	62	42	62	50-75%	18	0-25%	100	75-100%
3012203	Rodeløkka Rode 3	75	43	21	81	75-100%	18	0-25%	14	0-25%
3012204	Rodeløkka Rode 4	52	22	14	93	75-100%	29	25-50%	14	0-25%
3012205	Rodeløkka Rode 5	593	286	28	100	75-100%	41	25-50%	14	0-25%
3012206	Rodeløkka Rode 6	128	72	62	89	75-100%	17	0-25%	21	0-25%
3012207	Rodeløkka Rode 7	127	221	98	86	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
3012208	Rodeløkka Rode 8	230	328	173	95	75-100%	25	0-25%	17	0-25%
3012209	Rodeløkka Rode 9	404	46	0	0	0-25%	55	50-75%	0	0-25%
3012301	Grünerløkka Rode 1	306	81	39	64	50-75%	27	25-50%	0	0-25%
3012302	Grünerløkka Rode 2	123	66	48	83	75-100%	26	25-50%	0	0-25%
3012303	Grünerløkka Rode 3	223	82	42	93	75-100%	26	25-50%	0	0-25%
3012304	Grünerløkka Rode 4	58	56	41	93	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3012305	Grünerløkka Rode 5	115	117	63	65	50-75%	25	0-25%	0	0-25%
3012306	Grünerløkka Rode 6	225	128	68	96	75-100%	24	0-25%	0	0-25%
3012307	Grünerløkka Rode 7	52	44	33	79	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
3012308	Grünerløkka Rode 8	90	45	32	100	75-100%	20	0-25%	0	0-25%
3012309	Grünerløkka Rode 9	59	49	38	95	75-100%	25	0-25%	0	0-25%
3012310	Grünerløkka Rode 10	51	71	42	93	75-100%	13	0-25%	0	0-25%
3012311	Grünerløkka Rode 11	49	67	36	97	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3012312	Grünerløkka Rode 12	211	99	62	85	75-100%	26	25-50%	8	0-25%

3012313	Grünerløkka Rode 13	41	67	47	77	75-100%	13	0-25%	38	25-50%
3012401	Tøyen Rode 1	167	105	42	95	75-100%	25	0-25%	0	0-25%
3012402	Tøyen Rode 2	81	45	29	100	75-100%	23	0-25%	0	0-25%
3012403	Tøyen Rode 3	117	37	13	100	75-100%	36	25-50%	0	0-25%
3012404	Tøyen Rode 4	117	36	21	90	75-100%	17	0-25%	5	0-25%
3012405	Tøyen Rode 5	151	27	16	100	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
3012406	Tøyen Rode 6	209	65	23	100	75-100%	19	0-25%	100	75-100%
3012407	Tøyen Rode 7	739	30	0	0	0-25%	55	50-75%	0	0-25%
3012408	Tøyen Rode 8	75	52	36	92	75-100%	14	0-25%	3	0-25%
3012409	Tøyen Rode 9	164	32	11	91	75-100%	28	25-50%	55	50-75%
3012410	Tøyen Rode 10	841	35	1	100	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3012502	Grønland Rode 2	244	59	17	65	50-75%	27	25-50%	0	0-25%
3012503	Grønland Rode 3	109	64	29	79	75-100%	17	0-25%	0	0-25%
3012504	Grønland Rode 4	94	71	36	92	75-100%	18	0-25%	0	0-25%
3012505	Grønland Rode 5	432	108	27	96	75-100%	28	25-50%	0	0-25%
3012506	Grønland Rode 6	130	50	21	100	75-100%	34	25-50%	0	0-25%
3012507	Grønland Rode 7	26	51	17	71	50-75%	6	0-25%	0	0-25%
3012508	Grønland Rode 8	115	32	4	100	75-100%	17	0-25%	0	0-25%
3012509	Grønland Rode 9	79	57	31	97	75-100%	14	0-25%	0	0-25%
3012601	Kampen Rode 1	69	63	36	94	75-100%	16	0-25%	0	0-25%
3012602	Kampen Rode 2	108	46	20	90	75-100%	25	0-25%	15	0-25%
3012603	Kampen Rode 3	139	106	50	98	75-100%	19	0-25%	64	50-75%
3012604	Kampen Rode 4	84	35	24	88	75-100%	27	25-50%	4	0-25%
3012605	Kampen Rode 5	68	57	37	95	75-100%	15	0-25%	0	0-25%
3012606	Kampen Rode 6	98	34	16	100	75-100%	30	25-50%	0	0-25%
3012607	Kampen Rode 7	175	222	123	90	75-100%	23	0-25%	0	0-25%
3012608	Kampen Rode 8	268	98	53	83	75-100%	41	25-50%	47	25-50%
3012609	Kampen Rode 9	63	65	47	100	75-100%	24	0-25%	47	25-50%
3012610	Kampen Rode 10	82	44	30	97	75-100%	28	25-50%	53	50-75%
3012701	Vålerenga Rode 1	207	36	15	87	75-100%	24	0-25%	7	0-25%
3012702	Vålerenga Rode 2	141	97	55	98	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3012703	Vålerenga Rode 3	474	235	106	98	75-100%	22	0-25%	0	0-25%
3012704	Vålerenga Rode 4	134	237	132	79	75-100%	19	0-25%	0	0-25%
3012705	Vålerenga Rode 5	400	195	89	90	75-100%	35	25-50%	45	25-50%
3012706	Vålerenga Rode 6	259	139	13	92	75-100%	43	25-50%	31	25-50%
3012801	Gamlebyen Rode 1	630	137	28	93	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3012802	Gamlebyen Rode 2	301	127	43	88	75-100%	27	25-50%	5	0-25%
3012803	Gamlebyen Rode 3	173	49	34	97	75-100%	40	25-50%	0	0-25%
3012804	Gamlebyen Rode 4	310	80	42	98	75-100%	37	25-50%	0	0-25%
3012805	Gamlebyen Rode 5	579	397	210	100	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3012902	Loenga Sør	479	86	18	89	75-100%	4	0-25%	22	0-25%
3012903	Loenga Nord	381	149	24	88	75-100%	6	0-25%	0	0-25%
3013001	Grønlia	1386	49	14	100	75-100%	55	50-75%	100	75-100%
3013002	Sjursøya	111	107	0	0	0-25%	0	0-25%	0	0-25%
3013003	Ekeberg	5322	329	110	100	75-100%	51	50-75%	100	75-100%
3013004	Ormsund	1453	460	106	100	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
3013005	Nedre Bekkelaget	4885	760	284	100	75-100%	62	50-75%	100	75-100%
3013006	Ulvøya	7132	1671	473	100	75-100%	11	0-25%	95	75-100%

3013007	Sørli	1437	833	364	98	75-100%	35	25-50%	56	50-75%
3013008	Bekkelagshøgda	1085	677	287	99	75-100%	37	25-50%	51	50-75%
3013009	Holtet	1779	1165	378	98	75-100%	30	25-50%	72	50-75%
3013010	Brannfjell	5565	1194	502	94	75-100%	53	50-75%	38	25-50%
3013011	Kastellet	752	396	161	98	75-100%	40	25-50%	68	50-75%
3013012	Seterhøgda	1804	1037	449	95	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3013101	Nedre Nordstrand	3012	1236	430	100	75-100%	22	0-25%	87	75-100%
3013102	Midtåsen	3434	1411	545	99	75-100%	45	25-50%	75	50-75%
3013104	Nordstrandshøgda	2469	1649	705	98	75-100%	32	25-50%	50	25-50%
3013105	Bråten	1348	732	306	99	75-100%	36	25-50%	25	0-25%
3013106	Nordseter	834	574	242	98	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3013107	Søndre Hellerud	126	95	37	100	75-100%	31	25-50%	16	0-25%
3013108	Ljabru Nord	1713	1011	442	97	75-100%	37	25-50%	31	25-50%
3013109	Ljabru Sør	2233	754	283	99	75-100%	54	50-75%	90	75-100%
3013201	Ljan	5194	1563	572	100	75-100%	14	0-25%	97	75-100%
3013202	Øvre Ljanskollen	1471	519	191	99	75-100%	57	50-75%	100	75-100%
3013203	Skovbakken	2227	511	194	95	75-100%	58	50-75%	100	75-100%
3013204	Holmlia Senter	960	151	9	100	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3013205	Holmlia	1926	427	232	99	75-100%	51	50-75%	100	75-100%
3013206	Nedre Prinsdal	1687	1207	495	95	75-100%	37	25-50%	100	75-100%
3013207	Asperud	2236	432	212	99	75-100%	59	50-75%	100	75-100%
3013208	Hauketo	1780	804	327	99	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
3013209	Ravnåsen	1782	628	360	97	75-100%	44	25-50%	100	75-100%
3013210	Nordre Ås	1386	847	426	98	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3013211	Åsbråten	2731	530	198	98	75-100%	63	50-75%	100	75-100%
3013212	Hvervenbukta	8392	64	5	80	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
3013213	Sloreåsen	1642	257	145	99	75-100%	71	50-75%	100	75-100%
3013214	Rosenholm	1680	125	6	83	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3013215	Øvre Prinsdal	2069	914	394	97	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3013301	Bjørnerud	3161	472	240	98	75-100%	53	50-75%	100	75-100%
3013302	Sværsvann	5860	197	28	100	75-100%	78	75-100%	100	75-100%
3013303	Godheim	8448	487	154	77	75-100%	67	50-75%	100	75-100%
3013304	Brenna	3771	734	283	100	75-100%	53	50-75%	100	75-100%
3013305	Dal	5980	683	286	99	75-100%	61	50-75%	100	75-100%
3013306	Munkerud	2821	1191	538	98	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3013307	Mortensrud	2485	810	410	94	75-100%	52	50-75%	100	75-100%
3013308	Grønliåsen	25140	28	3	100	75-100%	92	75-100%	100	75-100%
3013311	Gjersrud	3555	87	18	94	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3013312	Stensrudåsen	12717	130	4	100	75-100%	82	75-100%	100	75-100%
3013313	Lofsrud	2665	194	17	82	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3013314	Tangen	3317	462	200	84	75-100%	66	50-75%	100	75-100%
3013315	Steinbråten	2577	460	228	86	75-100%	60	50-75%	100	75-100%
3013316	Brunåsen	2293	977	431	97	75-100%	37	25-50%	100	75-100%
3013318	Gjersrudhøgda	3834	76	6	100	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3013319	Bjørnåsen Nord	2620	830	333	85	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
3013320	Bjørnåsen Sør	657	308	134	83	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3013321	Meklenborg Nord	1730	607	241	97	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3013322	Meklenborg Sør	570	546	295	95	75-100%	28	25-50%	100	75-100%

3013323	Rudshøgda Sør	1131	280	134	99	75-100%	65	50-75%	100	75-100%
3013324	Rudshøgda Nord	488	212	95	92	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
3013325	Rudshøgda Vest	472	120	57	100	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3013401	Hellinga	860	591	246	100	75-100%	36	25-50%	34	25-50%
3013402	Lambertseter Sentrum	484	223	25	96	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3013403	Marmorberget	1449	272	69	99	75-100%	50	25-50%	100	75-100%
3013404	Lille Langerud	2618	539	188	96	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3013405	Nylænde	1686	333	65	100	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3013406	Karlsrud	327	218	31	100	75-100%	19	0-25%	81	75-100%
3013407	Munkelia Sør	797	594	260	95	75-100%	33	25-50%	98	75-100%
3013409	Bergkrystallen	2886	491	67	99	75-100%	58	50-75%	100	75-100%
3013411	Rustad	705	318	114	94	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
3013412	Løvsetdalen	1185	428	165	100	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3013413	Bogerud	2199	550	185	96	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3013414	Bølerlia	1683	313	31	97	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3013415	Haraløkkka	1646	465	199	99	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3013416	Munkelia Nord	292	181	85	98	75-100%	36	25-50%	61	50-75%
3013417	Stallerud	394	188	51	100	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
3013418	Blåfjellet Vest	1848	163	31	100	75-100%	69	50-75%	100	75-100%
3013419	Blåfjellet Nord	376	229	78	99	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3013420	Blåfjellet Øst	441	200	60	45	25-50%	31	25-50%	100	75-100%
3013421	Skullerud Nord	1634	424	173	93	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013422	Skullerud Øst	640	461	184	89	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3013423	Skullerud Sør	480	45	10	100	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3013502	Lille Ekeberg	1681	692	276	99	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
3013503	Simensbråten	2356	1485	628	97	75-100%	34	25-50%	91	75-100%
3013504	Brattlikollen	2494	648	276	99	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3013505	Østerli	2876	1697	754	97	75-100%	37	25-50%	64	50-75%
3013506	Abildsø	1328	560	245	92	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
3013507	Søndre Manglerud	942	579	266	88	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
3013508	Vestre Manglerud	611	201	58	98	75-100%	20	0-25%	100	75-100%
3013509	Ryen	1190	266	91	99	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3013510	Søndre Ryen	223	37	0	0	0-25%	13	0-25%	0	0-25%
3013511	Høgda	874	563	277	96	75-100%	35	25-50%	99	75-100%
3013512	Svartdal	1061	496	172	98	75-100%	28	25-50%	95	75-100%
3013513	Ryenberget	549	231	137	99	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3013514	Nygårdskollen	191	11	3	100	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
3013515	Kværner Nord	226	51	29	100	75-100%	22	0-25%	97	75-100%
3013516	Kværner Øst	577	126	57	100	75-100%	53	50-75%	100	75-100%
3013517	Kværner Sør	156	38	17	88	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
3013601	Fagerlia	2531	1663	649	97	75-100%	34	25-50%	89	75-100%
3013602	Nordre Manglerud	357	147	24	96	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3013603	Østre Manglerud	2879	193	58	81	75-100%	54	50-75%	100	75-100%
3013604	Rognerud	746	471	183	97	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3013605	Brynslia	387	90	35	97	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3013607	Oppsal	1901	422	161	98	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
3013609	Krinskollen	1146	876	356	93	75-100%	33	25-50%	98	75-100%
3013610	Bølersletta	953	548	270	84	75-100%	38	25-50%	100	75-100%

3013611	Tveteråsen	741	695	256	97	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3013612	Godlia	985	581	245	99	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3013613	Skøyenåsen	1280	639	236	98	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013614	Oppsaltoppen	685	323	59	100	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
3013616	Bryn	500	132	1	100	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
3013617	Ulsrud	1076	829	325	97	75-100%	31	25-50%	66	50-75%
3013618	Søndre Trasop	159	152	60	98	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3013619	Høyenhall Sør	1950	960	334	96	75-100%	36	25-50%	98	75-100%
3013620	Høyenhall Nord	1731	716	278	99	75-100%	39	25-50%	96	75-100%
3013621	Eftasåsen Øst	1468	768	353	93	75-100%	33	25-50%	99	75-100%
3013622	Eftasåsen Vest	664	446	172	95	75-100%	26	25-50%	90	75-100%
3013623	Vetland Vest	555	265	31	97	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3013624	Vetland Øst	329	175	23	96	75-100%	29	25-50%	100	75-100%
3013701	Alfaset	1880	296	3	33	25-50%	12	0-25%	67	50-75%
3013702	Trosterud	612	239	18	100	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
3013703	Tveita	884	348	91	100	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
3013704	Karlstuen	1421	277	98	100	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3013705	Haugerud	369	306	39	100	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
3013706	Stordam	374	198	80	100	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3013707	Nordre Trasop	1062	744	299	95	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3013708	Hellerud	1297	885	379	97	75-100%	31	25-50%	75	50-75%
3013709	Tørtberg	781	49	8	100	75-100%	53	50-75%	100	75-100%
3013710	Lutvann	1166	69	2	100	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3013711	Østre Trasop	73	57	19	100	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
3013712	Stubberud	619	154	5	100	75-100%	16	0-25%	0	0-25%
3013713	Trosterudlia	813	246	80	71	50-75%	42	25-50%	100	75-100%
3013714	Østre Trosterud	456	217	30	97	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3013715	Haukåsen	1005	502	175	97	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3013716	Solfjellet	553	20	9	100	75-100%	58	50-75%	100	75-100%
3013717	Larsbråten	610	592	245	100	75-100%	40	25-50%	93	75-100%
3013718	Trolldalen	1198	639	290	97	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3013719	Smalvoll	1814	66	0	0	0-25%	60	50-75%	0	0-25%
3013720	Lohøgda	472	281	74	100	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
3013721	Tveita Senter	254	138	10	70	50-75%	12	0-25%	100	75-100%
3013801	Nyland	3167	367	7	86	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
3013802	Lindberglia	312	88	32	100	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3013803	Søndre Lindberg	611	297	144	98	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3013804	Lindebergåsen	943	491	91	91	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3013805	Nordre Lindberg	991	258	85	100	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3013806	Nordre Furuset	1213	643	266	98	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013807	Søndre Furuset	286	130	6	100	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
3013808	Sørliløkka	1166	635	302	94	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3013809	Gransdalen	236	212	30	73	50-75%	16	0-25%	100	75-100%
3013810	Sletten	910	44	8	100	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3013811	Bakås	989	293	149	93	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
3013812	Ellingsrud	790	568	295	83	75-100%	21	0-25%	100	75-100%
3013813	Ellingsrudåsen	1994	296	38	100	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3013814	Furuset Stadion	1215	65	2	100	75-100%	26	25-50%	100	75-100%

3013815	Haugen	666	226	35	100	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3013816	Kløftehagen	976	438	237	94	75-100%	30	25-50%	100	75-100%
3013817	Skjønnhaug	854	363	122	97	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3013818	Gran	652	247	48	79	75-100%	26	25-50%	100	75-100%
3013819	Vestre Furuset	269	305	90	93	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
3013820	Bjørkheim	1244	108	16	69	50-75%	33	25-50%	100	75-100%
3013821	Skansen	1179	104	29	93	75-100%	50	25-50%	100	75-100%
3013901	Østre Romsås	2040	40	11	100	75-100%	79	75-100%	100	75-100%
3013902	Øvre Rommen	2009	313	109	99	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
3013903	Tokerud	686	218	83	90	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3013904	Vestli	2420	286	145	98	75-100%	64	50-75%	100	75-100%
3013905	Bånkall	7860	95	9	100	75-100%	71	50-75%	100	75-100%
3013906	Nedre Fossum	633	240	23	100	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3013907	Stig	1290	115	16	100	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3013908	Stovnerskogen	1567	857	445	96	75-100%	38	25-50%	99	75-100%
3013909	Øvre Stovner	2257	897	405	93	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3013910	Vestre Høybråten	1598	1081	446	95	75-100%	26	25-50%	89	75-100%
3013911	Karihaugen	1526	985	468	91	75-100%	30	25-50%	84	75-100%
3013912	Lundås	1909	320	111	97	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3013913	Østre Høybråten	2351	1721	730	92	75-100%	29	25-50%	75	50-75%
3013914	Smedstua	1070	475	178	99	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
3013915	Tangerud	1301	393	157	94	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3013916	Vestlidalen	3155	113	62	100	75-100%	75	50-75%	100	75-100%
3013917	Stovner Senter	604	63	15	87	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
3013918	Øvre Fossum	303	425	179	91	75-100%	18	0-25%	100	75-100%
3013919	Vestliberget	444	29	14	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013920	Vestliskogen	395	72	24	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013921	Forsheimer	1623	150	46	98	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3013922	Stasjonsfjellet	1494	808	354	97	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3013923	Stigenga	576	239	144	100	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3014001	Rødvet	642	207	50	96	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
3014002	Ammerudskogen	2244	1295	520	96	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3014003	Ammerud	661	159	12	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3014004	Øvre Kaldbakken	428	328	110	93	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
3014005	Nedre Kaldbakken	1003	275	12	100	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
3014006	Flaen	653	412	135	98	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3014007	Nedre Grorud	2513	1247	461	97	75-100%	34	25-50%	100	75-100%
3014008	Nedre Rommen	1934	272	13	85	75-100%	23	0-25%	100	75-100%
3014009	Øvre Grorud	2884	577	201	97	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3014010	Vestre Romsås	1306	310	21	100	75-100%	52	50-75%	100	75-100%
3014011	Vestre Rommen	515	69	24	92	75-100%	70	50-75%	100	75-100%
3014012	Bjøråsen	947	222	26	92	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3014013	Svarttjern	1921	301	25	100	75-100%	55	50-75%	100	75-100%
3014014	Apalløkka	1060	662	247	98	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3014015	Ammerudgrenda	1152	677	371	98	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3014016	Ammerudkollen	1432	150	29	93	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3014017	Nordtvet	340	87	21	100	75-100%	19	0-25%	100	75-100%
3014018	Grønlund	609	264	67	100	75-100%	33	25-50%	100	75-100%

3014101	Øvre Disen	1009	745	334	97	75-100%	30	25-50%	98	75-100%
3014102	Tonsen	740	284	105	97	75-100%	22	0-25%	100	75-100%
3014103	Tonsenhagen	1038	158	55	98	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3014104	Årvoll	1918	377	174	93	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3014105	Bjerkebanen	240	33	1	100	75-100%	13	0-25%	0	0-25%
3014107	Økern	1532	1111	462	97	75-100%	29	25-50%	94	75-100%
3014108	Risløkka	1591	991	433	97	75-100%	26	25-50%	64	50-75%
3014109	Borrebekken	545	341	181	97	75-100%	20	0-25%	61	50-75%
3014111	Linderud	575	102	12	75	50-75%	24	0-25%	100	75-100%
3014112	Veitvet	105	98	13	85	75-100%	12	0-25%	100	75-100%
3014113	Sletteløkka	1129	152	38	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3014114	Sandås	523	375	151	98	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
3014115	Brobekk	619	232	67	100	75-100%	33	25-50%	100	75-100%
3014116	Kolsåslia	442	226	82	91	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3014117	Ymers Vei	80	68	27	96	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3014118	Sandbakken	540	204	69	86	75-100%	40	25-50%	100	75-100%
3014119	Nedre Linderud	672	107	13	100	75-100%	15	0-25%	100	75-100%
3014120	Veitvet Vest	279	120	13	100	75-100%	16	0-25%	100	75-100%
3014121	Veitvet Senter	593	573	332	95	75-100%	27	25-50%	100	75-100%
3014122	Bredtvet	1192	77	7	100	75-100%	39	25-50%	100	75-100%
3014123	Refstad Sør	767	206	58	95	75-100%	16	0-25%	98	75-100%
3014124	Refstad Nord	1057	620	290	98	75-100%	32	25-50%	100	75-100%
3014125	Vollebekk Sør	556	215	77	53	50-75%	16	0-25%	78	75-100%
3014126	Vollebekk Nord	624	247	96	98	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3014202	Valle	821	386	65	95	75-100%	17	0-25%	65	50-75%
3014203	Etterstad	709	157	59	97	75-100%	20	0-25%	39	25-50%
3014204	Helsfyr	812	110	2	100	75-100%	26	25-50%	50	25-50%
3014205	Teisen	987	195	67	100	75-100%	31	25-50%	4	0-25%
3014206	Søndre Fjellhus	1341	707	238	98	75-100%	20	0-25%	36	25-50%
3014207	Alnabru	1175	309	75	100	75-100%	24	0-25%	100	75-100%
3014208	Nordre Fjellhus	1202	156	35	94	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3014209	Nordre Hovin	1604	489	14	64	50-75%	9	0-25%	0	0-25%
3014210	Brynseng	1004	140	29	100	75-100%	38	25-50%	93	75-100%
3014211	Ensjø Øst	312	202	24	96	75-100%	10	0-25%	42	25-50%
3014212	Ensjø Vest	244	81	22	68	50-75%	15	0-25%	0	0-25%
3014213	Ensjø Nord	401	176	62	90	75-100%	11	0-25%	11	0-25%
3014214	Ensjø Sør	511	234	77	96	75-100%	27	25-50%	0	0-25%
3014301	Aker Sykehus	1097	545	226	96	75-100%	28	25-50%	66	50-75%
3014304	Søndre Hovin	737	352	31	97	75-100%	17	0-25%	100	75-100%
3014306	Nordre Sinsen	714	244	96	100	75-100%	33	25-50%	26	25-50%
3014307	Økern Senter	202	67	0	0	0-25%	11	0-25%	0	0-25%
3014308	Løren Øst	275	214	46	100	75-100%	8	0-25%	0	0-25%
3014309	Løren Vest	170	115	29	79	75-100%	12	0-25%	0	0-25%
3014310	Frydenberg Øst	404	80	31	77	75-100%	11	0-25%	0	0-25%
3014311	Frydenberg Nord	434	254	75	99	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3014312	Frydenberg Vest	914	516	210	100	75-100%	36	25-50%	29	25-50%
3014313	Lille Tøyen Nord	484	120	59	100	75-100%	30	25-50%	83	75-100%
3014314	Lille Tøyen Vest	534	190	60	100	75-100%	37	25-50%	47	25-50%

3014315	Lille Tøyen Øst	300	151	52	79	75-100%	21	0-25%	29	25-50%
3014401	Frysja	765	232	89	94	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3014402	Kjelsås	1768	983	441	97	75-100%	32	25-50%	93	75-100%
3014403	Grefsenplataet	3403	1493	552	99	75-100%	37	25-50%	56	50-75%
3014405	Lillo Terrasse	409	195	52	98	75-100%	25	0-25%	50	25-50%
3014406	Grefsen	1146	694	292	99	75-100%	29	25-50%	36	25-50%
3014407	Disen	1065	712	351	98	75-100%	34	25-50%	99	75-100%
3014408	Lofthus	1206	740	295	99	75-100%	36	25-50%	87	75-100%
3014409	Myrer	813	676	281	95	75-100%	24	0-25%	65	50-75%
3014410	Rønningen	618	565	220	90	75-100%	28	25-50%	100	75-100%
3014411	Brekke	990	472	216	95	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3014412	Nordre Åsen	298	80	11	91	75-100%	14	0-25%	73	50-75%
3014413	Brekkestranda	1636	296	145	99	75-100%	56	50-75%	100	75-100%
3014414	Nordre Grefsen	871	521	224	100	75-100%	30	25-50%	12	0-25%
3014415	Storo	1132	636	233	99	75-100%	29	25-50%	65	50-75%
3014416	Akebakkeskogen	826	665	222	100	75-100%	35	25-50%	87	75-100%
3014417	Grefsenlia	1004	397	156	97	75-100%	38	25-50%	96	75-100%
3014418	Myrerskog	1210	657	262	97	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3014419	Nydalen Vest	1129	320	75	99	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3014420	Nydalen Øst	508	223	85	99	75-100%	23	0-25%	7	0-25%
3014501	Kringsjø	1369	476	205	99	75-100%	41	25-50%	100	75-100%
3014502	Langmyr	2792	1042	455	100	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3014503	Sogn	1304	649	267	100	75-100%	40	25-50%	92	75-100%
3014504	Nordberg	1555	657	260	100	75-100%	44	25-50%	93	75-100%
3014505	Ullevål Hageby	2546	1037	403	100	75-100%	42	25-50%	55	50-75%
3014506	Berg	1309	561	221	100	75-100%	41	25-50%	87	75-100%
3014507	Nygård	2038	915	371	100	75-100%	39	25-50%	98	75-100%
3014508	Havnajordet	1922	691	309	99	75-100%	51	50-75%	100	75-100%
3014509	Korsvoll	1859	1259	532	98	75-100%	31	25-50%	99	75-100%
3014510	Nordre Ullevål	754	440	118	100	75-100%	41	25-50%	55	50-75%
3014511	Ullevål Stadion	1206	449	188	99	75-100%	32	25-50%	81	75-100%
3014512	Tåsen	1005	440	165	100	75-100%	41	25-50%	57	50-75%
3014513	Bakke	910	240	78	99	75-100%	38	25-50%	92	75-100%
3014601	Vettakollen	3105	1265	537	98	75-100%	45	25-50%	100	75-100%
3014602	Slemdal	4477	1171	569	98	75-100%	56	50-75%	76	75-100%
3014603	Risbakken	2579	1033	430	100	75-100%	48	25-50%	4	0-25%
3014604	Vindern	1150	418	141	99	75-100%	32	25-50%	52	50-75%
3014605	Blindern	1956	557	28	100	75-100%	33	25-50%	75	50-75%
3014606	Vestgrenda	1866	769	291	100	75-100%	44	25-50%	51	50-75%
3014607	Solvang	2292	1079	120	93	75-100%	34	25-50%	95	75-100%
3014608	Sognsvann	1908	175	37	95	75-100%	35	25-50%	100	75-100%
3014609	Gaustad	2427	473	100	100	75-100%	37	25-50%	100	75-100%
3014610	Vestre Solvang	395	156	100	98	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3014611	Gråkammen	2287	868	350	100	75-100%	45	25-50%	99	75-100%
3014701	Frøen	1843	798	317	100	75-100%	49	25-50%	60	50-75%
3014702	Heggeli	1838	867	377	100	75-100%	46	25-50%	0	0-25%
3014703	Smestad	2741	698	272	99	75-100%	47	25-50%	37	25-50%
3014704	Volvat	1530	544	204	99	75-100%	41	25-50%	0	0-25%

3014705	Grimelund	1566	731	322	99	75-100%	46	25-50%	49	25-50%
3014706	Nordre Skøyen	1657	759	331	100	75-100%	46	25-50%	87	75-100%
3014801	Persbråten	1662	520	222	97	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3014802	Husebyskogen	3135	62	4	100	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3014803	Husebybakken	2293	669	278	99	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3014804	Montebello	2158	601	221	100	75-100%	44	25-50%	100	75-100%
3014805	Smestaddammen	1683	545	237	100	75-100%	49	25-50%	97	75-100%
3014806	Abbedikollen	1219	443	179	100	75-100%	56	50-75%	83	75-100%
3014901	Hovseter	789	122	32	100	75-100%	47	25-50%	100	75-100%
3014902	Holmensletta	483	138	50	100	75-100%	38	25-50%	100	75-100%
3014903	Vestre Holmen	2151	1166	534	98	75-100%	42	25-50%	77	75-100%
3014904	Østre Holmen	2516	1179	486	100	75-100%	41	25-50%	36	25-50%
3014905	Svenstua	2577	1008	465	99	75-100%	49	25-50%	60	50-75%
3014906	Løkkaskogen	2312	855	407	98	75-100%	43	25-50%	97	75-100%
3014907	Lybekk	1515	637	306	99	75-100%	44	25-50%	100	75-100%
3014908	Gressbanen	442	203	68	100	75-100%	33	25-50%	0	0-25%
3014909	Holmenbekken	136	56	27	100	75-100%	50	25-50%	96	75-100%
3014910	Hamborg	267	100	10	100	75-100%	29	25-50%	100	75-100%
3014911	Jarbakken	1188	276	46	100	75-100%	44	25-50%	100	75-100%
3014912	Arnebråten	1655	656	283	96	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3015001	Lillevann	4921	1034	462	91	75-100%	50	25-50%	100	75-100%
3015002	Østre Liaskogen	708	190	85	100	75-100%	52	50-75%	100	75-100%
3015003	Besserud	4370	1307	536	99	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3015004	Voksenåsen	9145	754	347	79	75-100%	64	50-75%	100	75-100%
3015005	Vestre Liaskogen	1831	728	308	100	75-100%	44	25-50%	100	75-100%
3015006	Bogstad	1899	112	4	100	75-100%	25	0-25%	100	75-100%
3015007	Skogen	264	199	16	100	75-100%	42	25-50%	100	75-100%
3015008	Grindbakken	1598	195	83	99	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3015103	Sørkedalen Øst	269	1	0	0	0-25%	41	25-50%	0	0-25%
3015201	Voksen	2656	717	337	99	75-100%	52	50-75%	100	75-100%
3015202	Sørsletta	1885	1161	468	100	75-100%	39	25-50%	95	75-100%
3015203	Røahagan	1448	862	350	98	75-100%	33	25-50%	99	75-100%
3015204	Røa	2126	1037	401	100	75-100%	46	25-50%	100	75-100%
3015206	Rolighet	1475	792	299	96	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3015207	Ullertoppen	1271	150	76	99	75-100%	55	50-75%	100	75-100%
3015208	Ullernåsen	1722	689	309	99	75-100%	47	25-50%	83	75-100%
3015209	Myrhaugen	701	136	50	100	75-100%	51	50-75%	100	75-100%
3015210	Åsjordet	1502	383	174	99	75-100%	43	25-50%	100	75-100%
3015211	Mosekollen Vest	952	774	344	99	75-100%	31	25-50%	100	75-100%
3015212	Mosekollen Øst	944	194	82	100	75-100%	48	25-50%	100	75-100%
3015301	Lysehagan	1576	574	227	100	75-100%	51	50-75%	98	75-100%
3015302	Øraker	1960	1014	421	99	75-100%	42	25-50%	58	50-75%
3015303	Lysaker	1638	757	288	99	75-100%	32	25-50%	56	50-75%
3015401	Bjørnsletta	1567	475	202	100	75-100%	44	25-50%	96	75-100%
3015402	Furulund	2383	958	405	100	75-100%	45	25-50%	47	25-50%
3015403	Sollerud	1755	972	493	100	75-100%	45	25-50%	7	0-25%
3015405	Bestum	1555	757	387	99	75-100%	39	25-50%	73	50-75%
3015406	Vækerø	969	165	13	100	75-100%	18	0-25%	54	50-75%

3015407	Hoff Sør	897	356	106	100	75-100%	21	0-25%	0	0-25%
3015408	Hoff Nord	1160	607	186	100	75-100%	32	25-50%	30	25-50%
3015501	Amalienborg	556	224	77	100	75-100%	36	25-50%	100	75-100%
3015502	Madserud	2418	349	128	100	75-100%	46	25-50%	71	50-75%
3015503	Søndre Skøyen	1166	270	64	100	75-100%	49	25-50%	100	75-100%
3015504	Sjølyst	735	348	93	100	75-100%	19	0-25%	98	75-100%
3015601	Kongsgården	13608	567	62	98	75-100%	34	25-50%	100	75-100%
3015602	Grande	2667	1127	436	100	75-100%	13	0-25%	100	75-100%
3015603	Fredriksborg	3254	1402	506	99	75-100%	18	0-25%	67	50-75%
3015701	Øyene	7757	1130	6	100	75-100%	8	0-25%	100	75-100%
3015801	Nordre Østmarka	1735	11	0	0	0-25%	87	75-100%	0	0-25%
3015802	Østmarksetra	368	5	0	0	0-25%	87	75-100%	0	0-25%
3015804	Rustadsaga	468	7	1	100	75-100%	65	50-75%	100	75-100%
3015805	Søndre Østmarka	683	3	0	0	0-25%	38	75-100%	0	0-25%
3015901	Solemskogen	741	10	0	0	0-25%	79	75-100%	0	0-25%
3015902	Alnsjøen	2853	22	4	100	75-100%	83	75-100%	100	75-100%
3016001	Tryvann	1200	11	0	0	0-25%	73	50-75%	0	0-25%
3016002	Maridalen	456	13	0	0	0-25%	58	50-75%	0	0-25%
Oslos byggesone		632915	189028	72389	96	75-100%	34	25-50%	77	75-100%

11 Metodevedlegg – Laserdata

11.1 Sjekkliste for laserdatabestilling

11.1.1 Utarbeidet av Plan og Bygningsetaten (PBE), Oslo Kommune

Denne sjekklisten ble utarbeidet av Webjørn Finsland og Mario Heriberto Gil Sanchez (PBE) på oppfordring fra deltagerkommunene etter et foredrag om PBEs bestilling og kvalitetssikring av laserdata på Fagdag i Trekroneprosjektet.

11.1.2 Før bestilling - dialog med leverandøren

Oslo kommune hadde stor nytte av dialog/markedsundersøkelse med de ulike leverandørene i forkant av bestillingen. Her ble det avdekket hvilke teknologiske muligheter som finnes og hva som er fordeler og ulemper med de ulike alternativene. Det er viktig å forklare hvilke oppgaver som skal løses, hva som er målet med anskaffelsen og hvilke produkter som er brukt tidligere.

Aktuelle produkter for kartlegging av vegetasjon og trær:

- Ortofoto med IR
 - Leveranse
 - 2 separate bilder RGB og CIR – best for visualisering
 - 4 kanals bilde – best for analyse
 - Oppløsning
 - Overlapp både sideveis og i lengderetning har mye å si for hvor godt innsyn man får
 - Fargekalibrering
 - Vurdere om det kan brukes plater med kjent farge for harmonisering av bilder fra forskjellige år
 - True ortofoto
 - Vurdere bestilling av true ortofoto fra tett bildematching i stedet for tradisjonelt ortofoto. Med dette unngår man radiell forskyving av høye trær noe som letter endringsanalyser
- Laserdata
- Ønsket punktetthet
 - Hvor mange punkt som skal til for ulik bruk, blir mer magesfølelse enn sikker vitenskap da man alltid kan fylle ut med interpolering. Men vår erfaring er at det går en grense et sted mellom 5 og 10 pk/m² og en annen et sted mellom 30 og 100
 - Ved mindre enn 5-10 pkt kan bli lite bakkepunkter og behov for interpolasjon
 - Fra 5-10 pkt får man mulighet for å bruke punktene direkte og lage statistikk på dem også med et rutenett på 50cm. De kan da også brukes direkte til visualisering av f.eks vegetasjon.
 - Det er også en øvre grense for hvor mange punkter man klarer å utnytte og hvor det overskytende bare blir diskfyll og gjør filene tunge å jobbe med. Denne ligger trolig et sted mellom 30 og 100 pkt
 - Flymønster har mye å si for dekningen spesielt i tett by hvor laseren ikke kommer ned mellom husene pga geometrien. Dette bedres betydelig ved å fly i kryss
 - Løv på trær gir tydeligere vegetasjon, men mindre bakkepunkter. Skal man ha god kartlegging av bakken for f.eks kartlegging av kulturminner som ofte er groper og hauger kan nok datasamling om våren være gunstig.
 - Kvalitet på klassifiseringen har veldig mye å si for videre bruk. Det er viktig at flest mulig punkter er riktig klassifisert og at uklassifisert er så liten som mulig. Det er svært sjelden vi bruker hele punktskyen uten først å filtrere på klasser

- Samtidig datafangst
 - Ulike datasett innsamlet samtidig eller med få dagers mellomrom er en fordel da informasjonen utfyller hverandre. Vegetasjon kan kartlegges både med IR-ortofoto og med laser. IR-ortofoto er enkelt å bruke, men avhenger av gode lysforhold og gir lite informasjon i skygge. Laser kan være vanskeligere å tolke og er mer avhengig av geometrisk form på det som skal kartlegges.
 - Samtidig datafangst kan gi utfordringer i forhold til flyhøyde og flymønster, så viktig å diskutere fordeler og ulemper
 - Samtidig datafangst kan også bidra til mindre flygning
 - I Oslo sin bestilling ble det lagt opp til samtidig datafangst av laser, 4 kanals ortofoto og skråbilder

11.1.3 Ved leveranse

Det er viktig å bruke tid på å sjekke kvalitet på leveranse og gi tilbakemelding til leverandøren for eventuelle utbedringer før endelig leveranse. Dette kan også beskrives i anskaffelsesprotokollen.

Vi anbefaler å sjekke følgende innhold:

1. Klassifisering:
 - a. sjekk alle klassene i ulike områder med spesielt fokus på feilklassifisering. Vår erfaring er at det er bedre med litt færre punkter i en klasse enn at det er feil i klassifiseringen.
 - b. Vær spesielt oppmerksom på vertikale objekter som lyktestolper, skilt, murer, gjerder osv som kan komme i vegetasjonsklassen
 - c. Sjekk fordeling av punktene i de ulike klassene og at spesielt at klassen uklassifisert ikke er veldig stor.
2. Punkttetthet:
 - a. Sjekk at det er jevn punkttetthet over hele området
3. Kontrollere RGB verdi på punktene i ulike klasser

11.2 Sammenligning av Oslo og Bærums trekronekartprodukt

Tabell S27 viser laserdataene tilgjengelige for modellering av trekroner i de fire 'Trekrone' kommunene. Det går frem av tabellen at dataene har ulike punktsky-oppløsning, varierende detaljeringsgrad i klassifisering av vegetasjon, og at data er innhentet på ulike tidspunkter på året i forhold til vegetasjonsdekket. Data for Oslo har høyest kvalitet, og for Bodø lavest kvalitet i forhold til formålet om kartlegging av trekroner. Disse forskjellene i kvalitet på inndata vil gjenspeiles i trekronekartleggingen.

Sammenligner man bytreAtlas for Oslo og Bærum ser man en relativt tettere trekrone modellert for Oslo, selv om punktskytettheten og klassifisering er tilnærmet lik. Noen forklaringer kan være som følger:

Datainnsamlingsdato: Bærums laserskanning tokter med fly gikk på våren og forsommeren, med flest bilder tatt i april. Oslo's flys i juli. Det er mulig at løvdekket er noe mindre i målingene tatt i april enn juli. For Bærum var bildene tatt i april ikke vurdert som tilstrekkelig til å klassifisere lav vegetasjon med høy nøyaktighet. Dokumentasjonen for Bærums data nevner ikke om dette også påvirker middels/høy vegetasjon, men det kan tenkes.

Punkttetthet: Oslo har en gjennomsnittlig punkttetthet på $> 10/m^2$. Hvis man ser nærmere på dataene/metadataene er det store områder med en punkttetthet på over 50. Bærum har en gjennomsnittlig punkttetthet på $10/m^2$, men metadataene inneholder ikke en tilsvarende detaljert oversikt over punkttettheten. Det er vanskelig å sammenligne punkttetthetene uten tilgang til Bærums metadata. I samsvar med sjekklisten fra PBE over, kan kommunen ved fremtidige oppdrag be om mer detaljert dokumentasjon av metadata fra leverandøren.

Vegetasjonsmaske: For Oslo og Bærum brukte vi vegetasjonsklassene til å maskere områder uten vegetasjon før vi opprettet kronehøydemodellen (CHM). Hvis vegetasjonsklassene ikke er så nøyaktige på grunn av innsamling av data tidlig i sesongen, bør det velges en annen metode. Man kan kjøre Bærum-segmenteringen på nytt med hele punktskyen, uten å maskere vegetasjonen først.

Usikkerhetsvurdering. Med data vi har brukt i Trekroneprosjektet kan vi bare konstatere at Oslo sannsynligvis har høyere nøyaktighet enn Bærum, som har høyere nøyaktighet enn Kristiansand og Bodø, basert på kunnskap om gjennomsnittlig punkttetthet, klassifisering av vegetasjon og innsamlingsdato for treovervåking. I fremtidige arbeider bør det jobbes med nøyaktighetsvurdering av segmenteringsmetoden for trekroner. Det er behov for å lage et referansedatasett fra bilder eller fra felt som kan brukes til å klassifisere nøyaktigheten til de ulike trekrone-segmenteringsproduktene.

Tabell S27: Egenskaper av laserdata for de fire 'Trekroner' kommunene.

Kommune	Fly måned	Gjenn. Punkt- tetthet	Punktsky klasser	RGB- fargelegging	Koordinat system	Oppdrags- taker	Laserskanning Rapport	Totalt Areal	LAZ-filer	
									filer	GB
Bodø	Juni - September 2017	2 pkt/m2	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 7 - Støy 17 - Bru 24 - Snø	Nei	Euref 89 UTM 33 NN2000 Href2018B	Terratec AS	NDH Bodø 2pkt 2017	880 km2	2762	21.3
Bærum	April - Juni 2022	10 pkt/m2	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 3 - Lav vegetasjon (0,3-2 m) 4 - Medium vegetasjon (2 -5 m) 5 - Høy vegetasjon (> 5 m) 6 - Bygning 7 - Støy 17 - Bru 23 - Gress (0,0 - 0,3 m) 41 - Vann	Ja	Euref 89 UTM 32 NN2000 Href2018B	Terratec AS	Viken Laser Vest 10pkt 2022	840.1 km2	487	41.8
Kristian- sand	Juni 2020	5 pkt/m2	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 7 - Støy 17 - Bru	Nei	Euref 89 UTM 32 NN2000 Href2018B	Terratec AS	Kristiansand 2020	644 km2	1862	41.4
Oslo	Juli 2021	> 10 pkt/m2	1 - Uklassifisert 2 - Terreng 3 - Lav vegetasjon (0,3-2 m) 4 - Medium vegetasjon (2-5 m) 5 - Høy vegetasjon (> 5 m) 6 - Bygning 7 - Støy 9 - Vann 13 - Kraftledning 15 - Mast 17 - Bru 19 - Veldig lav vegetasjon	Ja	Euref 89 UTM 32 NN2000 Href2018B	Terratec AS	Kristiansand 2020	231.1 km2	913	234

12 Metodevedlegg - QGIS App for feltregistrering av trær

QField Treregisteringsapp er NINAs feltregisteringsverktøy til bruk i treregistering etter feltmetoder for i-Tree Eco og Verdssetting av Trær (VAT). QField Treregisteringsappen er utviklet av NINA i 2021⁴⁰ og oppdatert under Trekrone-prosjektet i 2023.

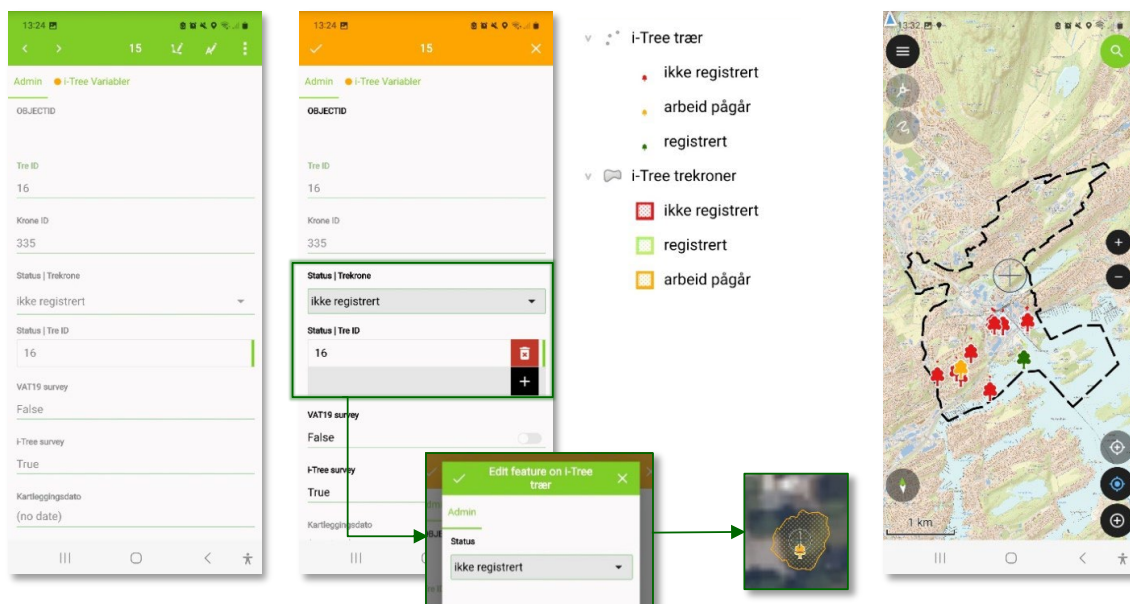
Appen er koblet til et kartgrensesnitt i kommunen og en tilhørende database i QGIS. Dette gjør at man slipper å bruke papirskjema i felt, taste inn data i Excel og laste dem opp til GIS-programvare. I stedet hentes dataene direkte ut i i-Tree-format. Dette reduserer ressursbruken for kommunens feltarbeidere og risikoen for feil ved dataoverføring.

Appen brukes til å innhente bakkeedata som ikke er tilgjengelige fra trekrone kartlegging eller i kommunenes tredatabaser. Dette gjelder spesielt data om treslag, stammeomkrets, trekrone høyde over bakken og træs tilsands variabler. I tillegg er det mulig å registrere data som brukes til i Verdssetting av Trær (VAT). VAT samler inn tilleggsdata som kan brukes til å vurdere treets helse-tilstand, som anslått alder og betydning som biotop for andre arter. Dette er variabler som er til vurdering i en standardisering av Standard Norge.

NINAs QField Treregisteringsapp er offentlig tilgjengelig på GitHub og kan brukes på både Apple og Android-nettbrett og -telefoner. Vi har testet QField appen på Android nettbrett i prosjektet. Detaljerte instruksjoner for hvordan man bruker appen fra felt-til-GIS er tilgjengelige på GitHub. I tillegg finnes det informasjon om hvordan man oppretter et nytt prosjekt med samme mal for å kartlegge et nytt område i kommunen.

Mer informasjon finnes på dokumentasjonsnettsiden under «Instruks – Qfield Treregisteringsapp»: <https://ninanor.github.io/trekrone-docs>.

Last ned QField Treregisteringsapp her: <https://github.com/NINAnor/QGIS-treregistrering>



Figur S20: Skjerm bilde fra QField-appen for Sandvika i Bærum. Bildene viser hvordan status for et tre endres fra "ikke registrert" (rødt), til "arbeid pågår" (oransje), til "ferdig registrert" (grønt) når feltarbeideren oppdaterer treets attributter.

13 Metodevedlegg – Bytreatlas i ArcGIS Online

Bytreatlasen viser kartresultatene fra trekroneprosjektet (**Figur S21**). Det er en innsynsløsning med to faner: innsynskart og registrerte trær.

Innsynskart

Formålet med fanen "Innsynskart" er å vise trekronearealet for kommunens byggesone, samt de fysiske reguleringsseffektene av økosystemtjenester. I tillegg vises kartlag for trekroneareal og kartlag for regulering av lokal temperatur. Kartlaget for regulering av lokal temperatur viser den varmeste sommeren hittil registrert i kommunene, som er 2018 for Bærum, Oslo og Kristiansand og 2023 for Bodø- samt et scenario uten trær. Dette er en enkel visualisering av hvordan trær påvirker bakketemperaturen. Du kan klikke på og av forskjellige kartlag, zoome inn på kartet og bruke en «slider» til å sammenligne forskjellige lag.

Registrerte trær

Formålet med fanen "Registrerte trær" er å vise trærne som er registrert i kommunes bytreregister. Bytreregisteret inneholder trær som forvaltes av kommunen, og eventuelt trær på privat eiendom som er registrert av spesielle naturhensyn. Hvert tre er synlig med et tre-ikon som du kan klikke på for å se treslag, stammediameter, høyde, kroneareal, samt beregnede fysiske og økonomiske økosystemtjenesteverdier. De registrerte trærne er også tilgjengelige som en tabell som kan eksporteres til Excel. Videre viser statistiske grafer fordelingen av trekroneareal og det totale økonomiske verdien av økosystemtjenester for de registrerte trærne i byen per treslag.

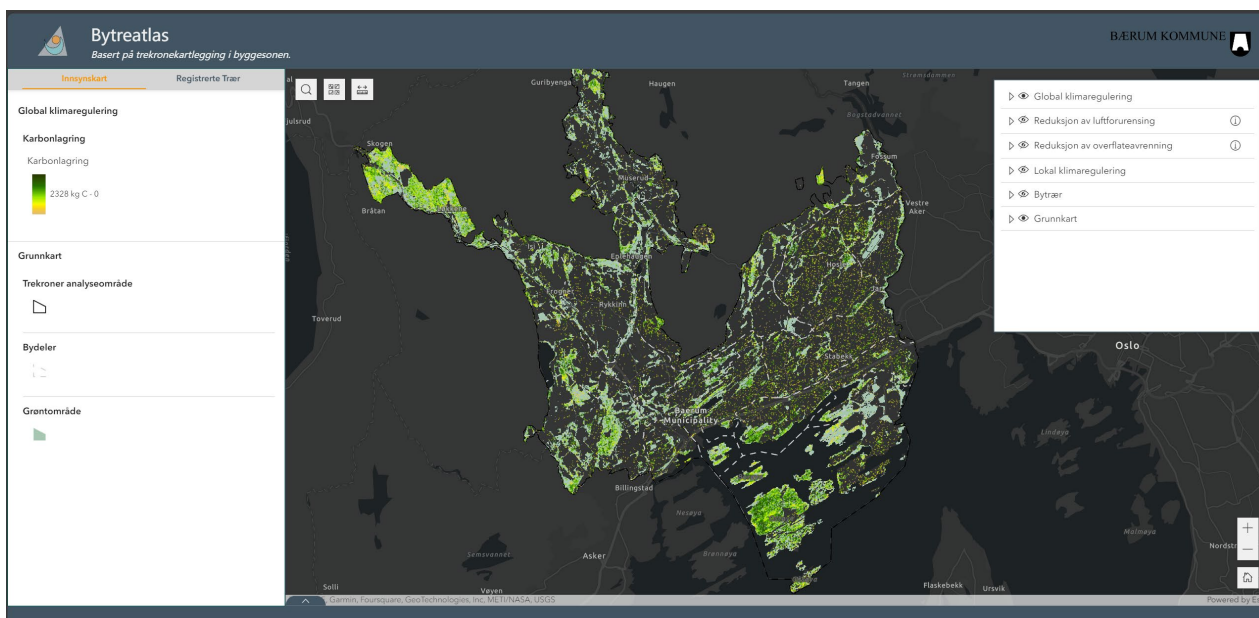
Instruks finnes på dokumentasjonsnettsiden under «Instruks – Bytreatlas»: <https://ninanor.github.io/trekrone-docs>. Lenker til Bytreatlas Online-apper finnes nedenfor:

Bodø: <https://experience.arcgis.com/experience/5191adc2c4b34658aea227c9853c6ebb>

Bærum: <https://experience.arcgis.com/experience/8e112760eff34fd5b9176cefb7d31eb3>

Kristiansand: <https://experience.arcgis.com/experience/6e047c5432e64b3f9abb1592d7907ff6>

Oslo: <https://experience.arcgis.com/experience/aa5030c8735946949086e4ee3dd7638b>



Figur S21: Skjerm bilde av bytreatlasen for Bærum. Bildet viser innsynskartfanen med karbonlagringslaget aktivert. På høyre side ser du kartlagslisten og på venstre side ser du tegnforklaringen.

14 Metodevedlegg – i-Tree Eco

I-Tree Eco er den største programvaren til United States Forest Services i-Tree-programvarepakke. All i-tree-programvare er tilgjengelig via www.i-treetools.org. I-Tree Eco inneholder modeller for vurdering av skogstruktur, helse, trusler og økosystemtjenester (inkludert pengeverdi) for en trebestand. Data generert av i-Tree Eco er:

- Diameterfordeling
- Artsmangfold
- Potensiell skadedyrrisiko
- Invasive arter
- **Fjerning av luftforurensning og relaterte helseeffekter**
- **Karbonlagring og -binding**
- **Reduksjon av avrenning av overflatevann**
- VOC-utslipp
- **Effekter på bygningers energibruk**

For vårt prosjekt brukte vi i-Tree Eco (versjon 6.0.32) spesifikt for å vurdere tilbudet av økosystemtjenestene uthevet med fet tekst i listen ovenfor fra urbane trær i Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo. I dette tekniske tillegget vil vi derfor beskrive metodene i-Tree Eco bruker for disse fire økosystemtjenestene. For mer informasjon om de andre funksjonene til i-Tree Eco, se Nowak et al. (2021)⁶².

14.1 Programvareoversikt og inndata

14.1.1 Tredata

Når du setter opp et prosjekt i i-Tree Eco, er det første trinnet å velge om du vil lage en full inventering av trær eller et tilfeldig fordelt utvalg, som deretter ekstrapoleres til hele populasjonen. Siden vi brukte trekronesegmentering basert på fjernmålingsdata, hadde vi tilgang til en full oversikt over trær, så dette er metoden vi brukte. **Tabell S28**: Trevariablene i i-Tree Eco, deres status i vår analyse og kildene vi brukte for å generere dem. **Tabell S29** nedenfor beskriver hvilke variabler i-Tree Eco kan bruke i sine økosystemtjenesteberegninger, hvilke vi inkluderte, og hvilke datakilder vi brukte for dem. Metodene er konsistente på tvers av alle de fire kommunene. For flere detaljer om variablene og deres relasjoner til økosystemtjenestemodeller, se Nowak (2021).

Tabell S28: Trevariablene i i-Tree Eco, deres status i vår analyse og kildene vi brukte for å generere dem.

Variabel-navn i i-Tree Eco	Inkludert	Kilde
Species*	Ja	Feltregistrering levert av kommuner
DBH*	Ja	Feltregistrering levert av kommuner
Tree address	Nei	-
Land use	Ja	Kartlagt trekoordinater til SSB arealbruksdata og konvertert til i-Tree arealbruksklasser
Strata/Area	Ikke relevant	-
Status (planted or self-seeded)	Nei	-
Street tree/non-street tree	Ja	Kartlagte trekoordinater til veinettdata
Map (GPS) coordinates	Ja	Treinventar levert av kommuner
Public/private	Ja	Kartlagte trekoordinater til SSB arealbruksdata og konvertert til offentlig eller privat grunn
Total tree height	Ja	Kombinasjon av feltregistrering av kommuner og laserdata

Crown size (volume)	Ja	Kombinasjon av feltregistrering av kommuner og laserdata
Crown health (dieback)	Ja	Standardverdi (1 % - 5 %)
Crown light exposure	Ja	Laserdata
Energy (distance to buildings)	Ja	Laserdata
Management variables	Nei	-

14.1.2 Stedsdata (inkludert vær og luftkvalitet)

Neste trinn er å definere selve prosjektet mer detaljert. Viktige input til programvaren er lokasjon av studieområde. Dette gjøres gjennom nedtrekkslister knyttet til i-Tree-databasen. Ved valg av studieområde henter løsningen automatisk frem informasjon om befolkning og befolkningstetthet dersom studieområdet har vært registrert i databasen tidligere. For hver kommune sendte vi inn oppdaterte data til i-Tree-databasen for 2020 (siste år som kan inkluderes i i-Tree Eco). **Tabell S 30, 31, 32 og 33** nedenfor viser verdiene som er sendt til databasen og deres kilder. Listen refererer til i-Tree Eco programvarevariabler, så de er skrevet på engelsk.

Tabell S29: Stedsvariablene i i-Tree Eco, inngangsdata vi brukte for Oslo og datakilder

Attribute (* = required)	Value for Oslo Green = low uncertainty Orange = medium uncertainty Red = high uncertainty	Description from i-Tree Database help (https://www.itreetools.org/database/#/help)	Comment
*Continent	Europe	-	Drop-down list
*Nation	Norway	-	Drop-down list
*State/Province	Norge	-	Drop-down list
*County/District	Oslo	-	Drop-down list
*City	Oslo green zone	-	Addition
*Currency	Norwegian Krone	Primary currency, or monetary unit, used in location	Predefined
*Latitude	59.9065741233942	Latitude, in decimal degrees, of location's center point	Copied from Cimburva & Barton (2020) & Barton (2020)
*Longitude	10.789137998527394	Longitude, in decimal degrees, of location's center point	Copied from Cimburva & Barton (2020)
*Elevation (meters)	53	Elevation, in meters, of location's center point	Copied from Cimburva & Barton (2020)
*Population	693494		07459: Population, by region, contents and year. Statbank Norway (ssb.no) For 2020

*Area (m2)	152895738		Copied from Cimbu- rova & Barton (2020)
*Climate re- gion	North central	U.S. region whose climate is most similar to cli- mate of location	Copied from Cimbu- rova & Barton (2020)
Electricity Emissions (kg CO ₂ /kWh)	0.029	Amount of carbon dioxide (CO ₂), in kilograms, emitted per kWh of electricity used in location. OPTIONAL: If no value entered, the U.S. national average will be used	Live-data: Strøm og CO₂ – Energi og Klima For Southeast Nor- way 2020
Mean Minimum Temperature (Fahrenheit)	39.5	Long-term average daily minimum temperature, in degrees Fahrenheit, observed locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Copied from Cimbu- rova & Barton (2020)
Leaf On Day of Year	123	Day of the year (1-365) in spring when frost ends locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Used prefilled val- ues based on lati- tude and longitude.
Leaf Off Day of Year	272	Day of the year (1-365) in autumn when frost be- gins locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and lon- gitude.	Used prefilled val- ues based on lati- tude and longitude.
GMT Offset (hours)	1	Difference, in hours, between local time and Greenwich Mean Time (GMT). (Daylight savings time not included.) OPTIONAL: If no value en- tered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	-
*Warm Tem- peratures	No	Select Yes if average summer maximum tempera- tures are greater than 25°C	Copied from Cimbu- rova & Barton (2020)
*Abundant Rain	Yes	Select Yes if amount of rainfall is greater than 1,000 millimeters a year	From 2020 precipi- tation data.
*Abundant Vegetation	Yes	Select Yes if vegetation covers 50% or more of the land area	
*Snow	Yes	Select Yes if average snowfall is 10 centimeters or more a year	From 2020 precipi- tation data
*Ozon State	Alaska	U.S. state whose ozone depth is most similar to ozone depth of new location	Copied from Cimbu- rova & Barton (2020)

Tabell S30: Stedsvariablene i i-Tree Eco, inngangsdata vi brukte for Bærum og kildene vi brukte for dem.

Attribute (* = required)	Value for Bærum Green = low uncer- tainty Orange = medium uncertainty Red = high uncer- tainty	Description from i-Tree Database help (https://www.itreetools.org/database/#/help)	Comment
*Continent	Europe	-	Drop-down list

*Nation	Norway	-	Drop-down list
*State/Province	Norge	-	Drop-down list
*County/District	Viken	-	Drop-down list
*City	Bærum green/yellow/red zone	-	Addition
*Currency	Norwegian Krone	Primary currency, or monetary unit, used in location	Predefined
*Latitude	59.91326174073636	Latitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Longitude	10.54139957645931	Longitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Elevation (meters)	103	Elevation, in meters, of location's center point	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Population	127731		07459: Population, by region, contents and year. Statbank Norway (ssb.no) For 2020
*Area (m2)	46820000		09594: Arealbruk og arealressurser (km²), etter arealklasse, statistikkvariabel, år og region. Statistikkbanken (ssb.no) Built zone for 2020
*Climate region	North central	U.S. region whose climate is most similar to climate of location	Copied from Cimburova & Barton (2020)
Electricity Emissions (kg CO ₂ /kWh)	0.029	Amount of carbon dioxide (CO ₂), in kilograms, emitted per kWh of electricity used in location. OPTIONAL: If no value entered, the U.S. national average will be used	Live-data: Strøm og CO₂ – Energi og Klima For Southeast Norway 2020
Mean Minimum Temperature (Fahrenheit)	39.5	Long-term average daily minimum temperature, in degrees Fahrenheit, observed locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Copied from Cimburova & Barton (2020)
Leaf On Day of Year	123	Day of the year (1-365) in spring when frost ends locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Used prefilled values based on latitude and longitude.
Leaf Off Day of Year	272	Day of the year (1-365) in autumn when frost begins locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	Used prefilled values based on latitude and longitude.
GMT Offset (hours)	1	Difference, in hours, between local time and Greenwich Mean Time (GMT). (Daylight savings	-

		time not included.) OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	
*Warm Temperatures	No	Select Yes if average summer maximum temperatures are greater than 25°C	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Abundant Rain	Yes	Select Yes if amount of rainfall is greater than 1,000 millimeters a year	From 2020 precipitation data.
*Abundant Vegetation	Yes	Select Yes if vegetation covers 50% or more of the land area	
*Snow	Yes	Select Yes if average snowfall is 10 centimeters or more a year	From 2020 precipitation data
*Ozon State	Alaska	U.S. state whose ozone depth is most similar to ozone depth of new location	Copied from Cimburova & Barton (2020)

Tabell S31: Stedsvariablene i i-Tree Eco, inngangsdata vi brukte for Kristiansand og datakilder

Attribute (* = required)	Value for Kristiansand Green = low uncertainty Orange = medium uncertainty Red = high uncertainty	Description from i-Tree Database help (https://www.i-Treetools.org/database/#/help)	Comment
*Continent	Europe	-	Drop-down list
*Nation	Norway	-	Drop-down list
*State/Province	Norge	-	Drop-down list
*County/District	Agder	-	Drop-down list
*City	Kristiansand green/yellow/red zone	-	Addition
*Currency	Norwegian Krone	Primary currency, or monetary unit, used in location	Predefined
*Latitude	58.150916056455436	Latitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Longitude	8.00196188732181	Longitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Elevation (meters)	12	Elevation, in meters, of location's center point	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Population	111633		07459: Population, by region, contents

			and year. Statbank Norway (ssb.no) For 2020
*Area (m2)	58890000		09594: Arealbruk og arealressurser (km²), etter arealklasse, statistikkvariabel, år og region. Statistikkbanken (ssb.no) Built zone for 2020
*Climate region	North central	U.S. region whose climate is most similar to climate of location	Copied from Cimburova & Barton (2020)
Electricity Emissions (kg CO ₂ /kWh)	0.027	Amount of carbon dioxide (CO ₂), in kilograms, emitted per kWh of electricity used in location. OPTIONAL: If no value entered, the U.S. national average will be used	Live-data: Strøm og CO₂ – Energi og Klima For Southwest Norway 2020
Mean Minimum Temperature (Fahrenheit)	43	Long-term average daily minimum temperature, in degrees Fahrenheit, observed locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Average temperature in Kristiansand (Vest-Agder), Norway (celsius) (weather-and-climate.com)
Leaf On Day of Year	105	Day of the year (1-365) in spring when frost ends locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Used prefilled values based on latitude and longitude.
Leaf Off Day of Year	287	Day of the year (1-365) in autumn when frost begins locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	Used prefilled values based on latitude and longitude.
GMT Offset (hours)	1	Difference, in hours, between local time and Greenwich Mean Time (GMT). (Daylight savings time not included.) OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	-
*Warm Temperatures	No	Select Yes if average summer maximum temperatures are greater than 25°C	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Abundant Rain	Yes	Select Yes if amount of rainfall is greater than 1,000 millimeters a year	From 2020 precipitation data.
*Abundant Vegetation	Yes	Select Yes if vegetation covers 50% or more of the land area	
*Snow	No	Select Yes if average snowfall is 10 centimeters or more a year	From 2020 precipitation data
*Ozon State	Alaska	U.S. state whose ozone depth is most similar to ozone depth of new location	Copied from Cimburova & Barton (2020)

Tabell S32: Stedsvariablene i i-Tree Eco, inngangsdata vi brukte for Bodø og datakilder.

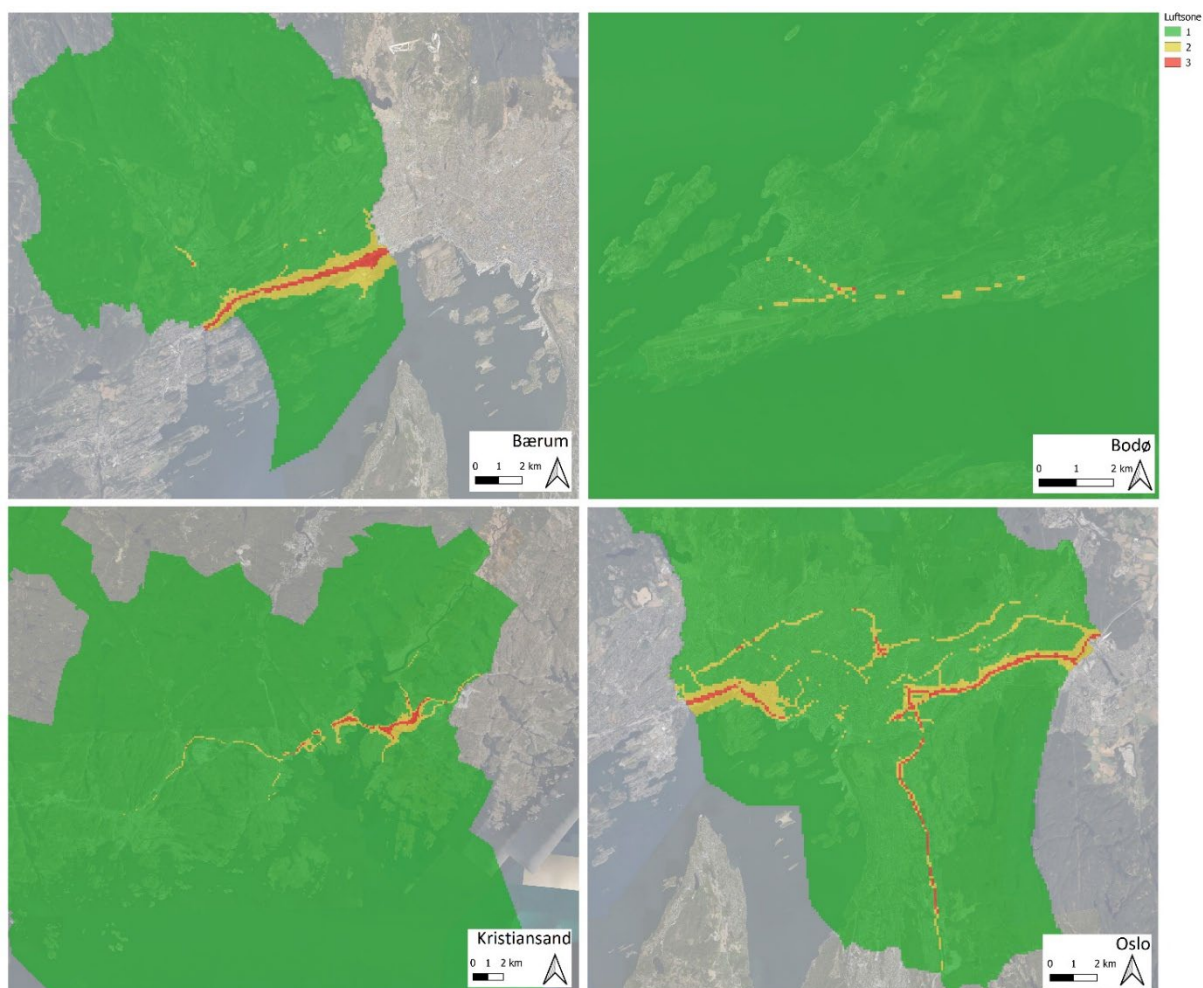
Attribute (* = required)	Value for Bodø Green = low uncertainty Orange = medium uncertainty Red = high uncertainty	Description from i-Tree Database help (https://www.itreetools.org/database/#/help)	Comment
*Continent	Europe	-	Drop-down list
*Nation	Norway	-	Drop-down list
*State/Province	Norge	-	Drop-down list
*County/District	Nordland	-	Drop-down list
*City	Bodø green/yellow/red zone	-	Addition
*Currency	Norwegian Krone	Primary currency, or monetary unit, used in location	Predefined
*Latitude	67.2815010054	Latitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Longitude	14.4435466165	Longitude, in decimal degrees, of location's center point	Selected centroid on map
*Elevation (meters)	37.4139862633	Elevation, in meters, of location's center point	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Population	52357		07459: Population, by region, contents and year. Statbank Norway (ssb.no) For 2020
*Area (m2)	33160000		09594: Arealbruk og arealressurser (km²), etter arealklasse, statistikkvariabel, år og region. Statistikkbanken (ssb.no) Built zone for 2020
*Climate region	Northern tier	U.S. region whose climate is most similar to climate of location	Compared climate zone map Norway and US
Electricity Emissions (kg CO ₂ /kWh)	0.048	Amount of carbon dioxide (CO ₂), in kilograms, emitted per kWh of electricity used in location. OPTIONAL: If no value entered, the U.S. national average will be used	Live-data: Strøm og CO₂ – Energi og Klima For North Norway 2020
Mean Minimum Temperature (Fahrenheit)	30	Long-term average daily minimum temperature, in degrees Fahrenheit, observed locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Average temperature in Kristiansand (Vest-Agder), Norway (celsius) (weather-and-climate.com)

Leaf On Day of Year	105	Day of the year (1-365) in spring when frost ends locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude	Used prefilled values based on latitude and longitude.
Leaf Off Day of Year	296	Day of the year (1-365) in autumn when frost begins locally. OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	Used prefilled values based on latitude and longitude.
GMT Offset (hours)	1	Difference, in hours, between local time and Greenwich Mean Time (GMT). (Daylight savings time not included.) OPTIONAL: If no value entered, a value will be estimated based on latitude and longitude.	-
*Warm Temperatures	No	Select Yes if average summer maximum temperatures are greater than 25°C	Copied from Cimburova & Barton (2020)
*Abundant Rain	Yes	Select Yes if amount of rainfall is greater than 1,000 millimeters a year	From 2020 precipitation data.
*Abundant Vegetation	Yes	Select Yes if vegetation covers 50% or more of the land area	
*Snow	Yes	Select Yes if average snowfall is 10 centimeters or more a year	From 2020 precipitation data
*Ozon State	Alaska	U.S. state whose ozone depth is most similar to ozone depth of new location	Copied from Cimburova & Barton (2020)

Bortsett fra de generiske variablene vist i tabellene ovenfor, inneholder i-Tree-databasen også data om vær og luftforurensning for det valgte stedet for bruk i modellering av økosystemtjenester. For ett prosjekt kan imidlertid bare ett datasett for luftforurensning brukes. Siden våre prosjekter var relativt store og dekket en rekke luftkvalitetsnivåer, ville dette gi oss lokale unøyaktigheter. Vi delte derfor hver av våre kommuner opp i tre ulike luftforurensingssoner, i likhet med Cimburova & Barton (2020)³⁵: en grønn sone, en gul sone og en rød sone. Sonene er hentet fra Miljødirektoratet³⁵, og er basert på forskriften i T-1520 (Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging)³⁶. Kart som viser plasseringen av disse sonene er vist i **Figur S22**.

³⁵ [Fagbrukertjeneste for luftkvalitet - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no)

³⁶ [Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)



Figur S22 Kart over luftkvalitetssonene for Bærum, Bodø, Kristiansand og Oslo. Basert på data fra Miljødirektoratet (Fagbrukstjeneste for luftkvalitet - Miljødirektoratet (miljodirektoratet.no)).

Deretter samlet vi inn overvåkingsdata for luftkvalitet fra alle stasjonene innenfor disse sonene som var tilgjengelige for 2020 fra NILUs overvåkingsdata³⁷. Hvert stasjonsdatasett var knyttet til sonen den befant seg i. Dersom ingen av stasjonene i en sone hadde overvåkingsdata for en av forurensningskategoriene, ble verdier fra nærmeste sone brukt slik at hver sone hadde en så fullstendig dekning som mulig. Siden i-Tree bare tillater ett luftkvalitetsdatasett per studieområde, ble målestasjonene for hver sone deretter slått sammen til en syntetisk stasjon for hver sone ved å beregne gjennomsnittsverdiene deres. Disse luftkvalitetssonene ble deretter sendt til i-Tree-databasen for registrering som nye lokasjoner. Samtidig ble det også sendt inn oppdaterte nedbørsdata fra værstasjonene i nærheten av hver av luftkvalitetssonene til databasen for 2020 (det siste året som kan inkluderes i i-Tree Eco). Disse dataene er samlet inn fra Norsk Klimaservicesenter³⁸, en tjeneste administrert av Meteorologisk institutt.

14.2 Modellering og verdsetting av økosystemtjenester i i-Tree Eco

I de følgende underkapitlene gis en kort beskrivelse av i-Tree Ecos metode for å estimere og verdsette økosystemtjenestene, sammen med en beskrivelse av hvordan verdsettelsesdata ble tilpasset en norsk kontekst. For flere detaljer om i-Tree Ecos metoder, se Nowak (2021)⁶².

³⁷ [Historical data | NILU – Norwegian Institute for Air Research](#)

³⁸ <https://seklima.met.no/>

14.2.1 Fjerning av luftforurensning og relaterte helseeffekter

Anslag for fjerning av luftforurensning i i-Tree Eco er basert på modellering av gassutveksling og partikkelopptak av trær, busker og gress for karbonmonoksid (CO), nitrogendioksid (NO₂), ozon (O₃), partikler mindre enn 10 mikron (PM₁₀), partikler mindre enn 2,5 mikron (PM_{2,5}) og svoveldioksid (SO₂). I-Tree Eco beregner hvert enkelt tres kapasitet til luftrensning, som funksjon av deponeringshastighet og forurensningskonsentrasjon. Deponeringshastighet beregnes som en funksjon av luftmotstand og trekrone-motstand (canopy resistance). For ytterligere detaljer om modellen, dens forutsetninger og dens grunnlag i vitenskapelig litteratur, se Nowak (2021)⁶².

De modellerte fysiske estimatene for fjerning av forurensning konverteres deretter til en pengeverdi ved bruk av kostnadseffektivitetstall for tiltak i norsk energi- og transportsektor med lignende avbøttingseffekt, med samme data som i Cimburova og Barton (2020)³⁵.

14.2.2 Effekter på bygningers energibruk

Om sommeren gir trær nær bygninger skygge og reduserer dermed avkjølingskostnadene for disse byggene. Om vinteren kan den samme skyggeeffekten øke oppvarmingskostnadene, så effekten av trær på bygningens energibruk kan være både negativ og positiv, avhengig av trees plassering og lokalt klima. En tilleggsfaktor som vurderes i modellen er vindskjermeffekten til trær, som har en motsatt effekt av skyggeeffekten.

I i-Tree Eco er effektene på bygningens energiforbruk basert på treslag, trehøyde, kronevolum (inkludert manglete kroneareal), avstand til bygninger og retning til bygning. Det antas at lavere trær (mindre enn 6 meter) eller trær som befinner seg på avstand (mer enn 18 meter) ikke har noen effekt. Modelleringen av energibruken i boligbygg er basert på amerikanske data, noe som betyr at den estimerte energibruken kan være unøyaktig i forhold til egenskaper og standarder for norske boligbygg. For ytterligere detaljer om modellen, dens forutsetninger og dens grunnlag i vitenskapelig litteratur, se Nowak (2021)³¹.

For økonomisk verdsettelse omregnes energibrukseffektene for bygningstemperaturregulering til pengeverdi ved å bruke de samme energiprisene som brukes i Cimburova og Barton (2020)³⁶ og URBANECO (Barton og Venter, 2022)⁷⁷, som består av summen av kostnader for strøm og nettleie.

14.2.3 Karbonlagring og -binding

Trær fjerner karbon fra luften gjennom fotosyntese, som de bruker til biomassevekst. I-Tree Eco estimerer karbonlagring i trær, årlig karbonbinding og utslipp av karbon via nedbrytning. Inndatavariabler er treslag, diameter i brysthøyde, totalhøyde, manglende krone, kronelyseeksponering og frostfrie dager. Årlig karbonbinding er modellert basert på at halvparten av biomassen består av karbon, med vekstverdier hentet fra litteratur og justert med antall frostfrie dager, kronelyseeksponering og andel død trekrone. For ytterligere detaljer om modellen, dens forutsetninger og dens grunnlag i vitenskapelig litteratur, se Nowak (2021)³¹.

For økonomisk verdivurdering kan en egendefinert verdi brukes for verdien av et metrisk tonn karbon. Vi brukte verdiene som ble brukt i URBANECO's økonomiske verdsettning (Barton og Venter, 2022)³². Dette er verdier på 1500 NOK per tonn CO₂ for karbonlagring, basert på samfunnskostnaden for karbon (Jordbakke og Bjerga, 2021)⁷⁸, og 2266 NOK per tonn CO₂ for årlig binding, basert på markedspris for husholdninger (SSB, 2021)³⁹. Veiledning om monetære kontoer (NCAVES og MAIA, 2022)⁷⁹ anbefaler å bruke de sosiale kostnadene ved karbon for karbonlagringstjenester ettersom den er på linje med rammeverket for unngått skade. For karbonbinding anbefales det å bruke den beste tilgjengelige markedsprisen.

14.2.4 Reduksjon av overflateavrenning

Trær påvirker volumet av avrenning ved nedbør ved å fange opp regn, lagre vann i biomassen og evapotranspirasjon. En trebestand kan dermed redusere overvann forårsaket av nedbørshendelser. Denne prosessen er modellert i i-Tree Eco. Inndata som brukes er værdata per time, treslag,

³⁹ [Stor variasjon i effektive karbonpriser – SSB](#)

trehøyde, kronevolum og totalt tredekke. For ytterligere detaljer om modellen, dens forutsetninger og dens grunnlag i vitenskapelig litteratur, se Nowak (2021)³¹.

For økonomisk verdivurdering kan det brukes en egendefinert verdi for unngått avrenning til avløpsnett, per kubikkmeter vann. Vi brukte verdiene som ble brukt i URBANECOs verdsetting (Barton og Venter, 2022)³², basert på rensutgifter for avløpsvann. Disse er utledet fra rensanleggenes regnskaper i Oslo (VEAS, 2017)⁸⁰.

14.3 Diskusjon om usikkerhet

Resultatdataene fra i-Tree Eco har varierende grad av usikkerhet, forårsaket av både antakelsene som ligger til grunn for modellene for kvantifisering, og gyldigheten til dataene som brukes. Vi har forsøkt å minimere usikkerheten ved å bruke oppdaterte data tilpasset lokale forhold så mye som mulig, for eksempel oppdaterte vær- og luftforurensningsdata. Det er imidlertid fortsatt usikkerhet og dette bør tas i betraktning når man vurderer bruk av resultatene. Nedenfor følger en oversikt over noen av de viktigste usikkerhetsmomentene og deres implikasjoner for bruk av resultatene.

14.3.1 Fjerning av luftforurensning og relaterte helseeffekter

Effektene av trær på atmosfæriske forurensningskonsentrasjoner er et resultat av komplekse prosesser. I-Tree Ecos modell fokuserer på fjerning av lokale forurensninger basert på målte konsentrasjoner ved målestasjoner, men tar ikke hensyn til:

- Lokalt samspill mellom trær og bygninger med vind, som kan påvirke lokale forurensningsnivået og dermed mengden av forurensningen som potensielt fjernes.
- Negative helsepåvirkninger på grunn av trepollen.
- Tørkeeffekter: i en tørr periode hemmes gassutvekslingen (siden dette krever tilstrekkelig jordfuktighet). Dette er ikke modellert i i-Tree Eco.

I en nylig publisert artikkel av Venter et al. (2024)¹⁸ ble sammenhengen mellom vegetasjon og luftkvalitet testet ved bruk av satellitt-overvåkning av endringer i urbane grøntområder og luftforurensninger på bakkenivå fra et stort antall overvåkingsstasjoner over hele Europa og USA. Forfatterne fant en svak positiv men variabel statistisk sammenheng mellom økning i lokalt vegetasjonsdekke og reduksjon i luftforurensning over tid¹⁸. Netto-effekten på luftforurensning vil variere med treets plassering i forhold til gatestrukturen¹⁹. Avsetning og opptak av luftforurensning på bladareal kan overstyres på gateplan av treets plassering og effekt på luftsirkulasjon, og av lokalklima på nedbør, luftfuktighet og vind. Lokalt kan effekten av trær på luftforurensning da være negativ¹⁸. Gjennomsnittsberegninger i i-Tree Eco for byer i USA viser små, men positive effekter på total luftkvalitet (<1% reduksjon ift. totale utslipp)²⁰ som er konsistent i gjennomsnitt med nyere beregninger (0.8% reduksjon i luftforurensning tilskrives trær)¹⁸, men som altså ikke tar høyde for overnevnte variasjoner i bystruktur eller lokalklima på gateplan. I vår anvendelse av i-Tree Eco modellen beregner vi gjennomsnittseffekt som tar høyde for variasjon i forurensningssoner i byggesonen, men ikke på gateplan. I tolkning av resultatene fra rapporten ifbm lokale tiltak bør kommuner ta i betraktning usikkerheten rundt våre gjennomsnittsberegninger og planlegge plassering av trær også med tanke på å unngå negative effekter på luftkvalitet¹⁸.

14.3.2 Effekter på bygningers energibruk

Energibrukseffekter av trær nær bygninger er basert på vitenskapelig litteratur som beskrevet i Nowak (2021)³¹. Disse studiene er imidlertid basert på et begrenset antall bygningstyper i USA (basert på bygningsstandarder fra 1999). I-Tree Eco justerer sine estimater for en valgt klimasone, og vi brukte den amerikanske klimasonen nærmest den årlige temperaturvariasjonen som Norge. Det er imidlertid usikkerhet om effektene av varmetap for norske bygg. Derfor bør resultatene tas som en ganske usikker indikasjon på energibrukseffekter.

14.3.3 Karbonlagring og -binding

Modellering av karbonlagring og -binding er basert på modellering av biomassevekst. For dette er empiriske data lett tilgjengelig for et bredt spekter av treslag og vekstforhold. Den største

usikkerheten ved estimering av karbonbinding er i graden av nedbrytning. Netto binding er beregnet som brutto binding minus karbontap på grunn av biomassenedbrytning. Dekomponeringsestimatene beskrives av Nowak (2021)³¹ som ganske forenklete. Men siden dette er et relativt lite element i estimeringen av karbonbinding, vil effektene på validiteten til resultatene sannsynligvis være ganske begrenset.

14.3.4 Reduksjon av overflateavrenning

I-Tree Eco modellerer nedbørfangst av trær basert på modeller med sterk empirisk basis. Graden av redusert overflateavrenning avhenger imidlertid også av miljøet rundt treet. Den største usikkerheten i estimeringen av redusert overflateavrenning ligger i forenklingene av overflate- og grunnforhold i hydrologien i området rundt. Effekter av jordtype er for eksempel ikke inkludert, og det brukes heller ikke kartdata om hvor ikke-permeable overflater forekommer. Verdsettingen antar at alt overflatevann renner til kommunalt avløp og belaster avløpets renskapasitet. Dette betyr at den modellerte effekt på overflateavrenning bør tolkes som en estimat med begrenset sikkerhet.

15 Metodevedlegg – Ressurser for artsbestemmelse av busker og trær i Boreonemoral sone, Norge

Ved feltarbeid med i-Tree Eco metoden er det behov for å bestemme treslag. Dette vedlegget oppgir flere kilder som kan brukes til bestemmelseshjelp i felt.

Botanisk perspektiv

Antall arter karplanter (= karsporeplanter og frøplanter) på kloden er ca. 375 000. Av disse utgjør vedplanter omtrent en tredjedel. Og av disse igjen er rundt 73 000 arter trær – altså planter med tydelig stamme, én eller flere – altså en struktur som løfter blad, blomst og frukt opp mot lyset og gir planten konkurransefordel i kraft av størrelse.

Artsantall for trær avtar sterkt fra Ekvator og mot polene. Det er også stor forskjell i Europa fra mediterrane sone (rundt Middelhavet) og til nemoral sone nord for Alpene. Svært mange frostømfientlige arter slipper taket, og skogen domineres av en håndfull boreonemorale løvtrær som sommerekik *Quercus robur*, bøk *Fagus sylvatica* og agnbøk *Carpinus betulus*, samt bartrærne furu *Pinus sylvestris* coll., gran *Picea abies* coll. og lerk *Larix decidua*. Kommer man videre mot nord avtar igjen disse løvtrærne i frekvens og nordlige treslag som dunbjørk *Betula pubescence* coll. og gråor *Alnus incana* coll. dominerer. Det kommer til gjengjeld inn en del nordboreale lignoser og da mest arter av selje og viere *Salix* sp, samt mer gråor og hegg *Prunus padus* coll. Men likefullt. Flest naturlig viltvoksende lignoser finner man langs kysten fra Oslo nord til Trøndelag.

I tillegg finnes det innen denne sørlige, ganske tett bebygde delen av Norge, et stort antall plantede og delvis forvillede busker og trær – altså arter som er kommet inn som nytteplanter av ulikt slag. Ved lignose-registrering vil man også støte på disse. Til sammen gjør dette at antall busker og trær – selv i Norge – kan bli ganske høyt. Og dermed en utfordring å artsbestemme, jfr. en tredve år gammel inventering av den vestvendte delen av Ekebergplatået, Oslo (Wesenberg et al. 1990) hvor det ble funnet rundt 70 arter av busker og trær. Godt over halvparten av disse var forvillede.

Disse to gruppene av planter – altså de hjemmehørende og de forvillede (av ulike biogeografiske og bevaringsbiologiske kategorier) vil man finne omtalt i nasjonale floraer. Arter som kun er dyrket har ingen interesse i denne sammenheng og er ikke omtalt i en flora.

For Norge er standardverket pr. 2023 Lids flora, nå Norsk flora. Denne boka er kommet i 8 utgaver siden første utgaven i 1944, nå sist i 2022 (Elven et al.). Her er det bestemmelsesnøkler, beskrivelser og strektegninger av alle karplanter – altså både urter, busker og trær som er funnet i Norge, og da av tre ulike kategoriene:

A. Naturlig viltvoksende arter i Norge

B. Forvillende. Arter som ut fra samlet biogeografisk kunnskap er vurdert til ikke å ville ha forekommet i Norge hvis de ikke var tatt til landet i form av nytte- eller prydplanter. Eller arter som ikke er tatt med intensjonelt, men som har spredt seg hit som blindpassasjerer. Som eksempel kan nevnes prydplanteimport hvor det er mye frø i jorda som følger med prydplantene og hvor disse så kan spire og etablere seg eventuelt spre seg videre fra der prydplantene ble plantet. De fleste arter av denne kategori vil være urter, men det kan være en og annen lignose innimellom.

C. Gjenstående arter. Arter som er plantet på et sted, men hvor skjøtsel siden av en eller annen grunn har opphørt og naturen har i større eller mindre grad tatt stedet tilbake.

Hortikulturelt perspektiv

Ved dyrkning av planter er man ikke nødvendigvis like opptatt av opprinnelig utbredelse for en art og eventuelle økologiske problem som kan oppstå ved å flytte arter fra sitt naturlige utbredelsesområde og til nye. Fokus er gjerne artens nytteverdi, klimakrav og dyrkningsegenskaper. Man ønsker også om mulig å krysse frem nye genotyper som kan inneha spesielle egenskaper man ønsker. Tilsammen gjør dette

at antall lignose-taksa som er i kultur innen et avgrenset område (en by, en kommune, et fylke, et land) er mye, mye høyere enn antall viltvoksende, forvillede og gjenstående arter (altså de man finner i en flora). Dette gjør at det for eksempel i Oslo-regionener mer krevende å artsbestemme dyrkede busker og trær enn de naturlig forekommende. Dette gjelder i alle fall hos oss nord for Alpene. I subtropiske til tropiske områder vil det gjerne være motsatt.

Men det skal også sies at selv om det er hundrevis av taksa av busker og trær som er eller har vært dyrket i Oslo-området er det kun et fåtall av disse man treffer på hyppig i by og tettstedeslandskapet rundt Oslofjorden, både som hageplanter og som gate- og parktrær. Dette skyldes delvis hortikulturelle trender. Delvis hvilke arter som gartnere og landskapsarkitekter har vant til å bruke og anbefale, og delvis hva som er tilgjengelig kommersielt.

Bestemmelseshjelp

Vi vil i dette avsnittet gi noen praktiske råd for artsbestemmelse av planter, og mer spesifikt artsbestemmelse av busker og trær. Det er faktum at dette stort sett er enklere enn generell bestemmelse av planter da det er færre av dem. Og det har vært mer interesse for hver enkelt art da lignoser simpelthen ut fra størrelse kan ha større betydning både økologisk, økonomisk og sosiokulturelt. Men samtidig er det ikke til å undervurdere at dette slett ikke er noen absolutt regel. For eksempel er slekta *Salix* sp. vier, selje, pil temmelig vriene å få helt floristisk tak på hos oss i den nordlige boreale sone i Skandinavia det det er mange arter (et tredevetalls) og mange hybridiserer (Elven & Fremstad 2018).

Det er i dag litt flere muligheter for bestemmelse av biologiske arter enn tidligere, den gang man i stor grad var henvist til kun floristisk og faunistisk litteratur samt å besøke museale samlinger hvor man kunne sammenligne eget materiale med de vitenskaplige samlingene – nå enn det var på et zoologisk eller botanisk museum. Nå kommer digitale muligheter i tillegg. Slike blir raskt bedre og bedre, og baserer seg på digitale bildearkiv som ditt innsendte bilde sammenlignes med. I løpet av få år har slike digitale verktøy for bildegjenkjennelse forbedret seg fra sprikende kvalitet til forbløffende treffsikkerhet:

Artsorakelet: <https://orakel.artsdatabanken.no/>

PlantNet, <https://identify.plantnet.org/>

PictureThis <https://www.picturethisai.com/>

For busker og trær fungerer disse digitale hjelpemidlene ganske godt såfremt man laster opp bilder av diagnostiske deler som blomster, frukt, blad / barnåler.

Litteratur

Elven, R., Bjørå, C.S, Fremstad, E., Hegre, H. & Solstad, H. 2022. Norsk flora,. Samlaget, 1500 s.

Elven, R. & Fremstad, E. 2018. *Salix* – vier, selje og pil i Norge. *Gunneria* 82/2018, 715 s.

Wesenberg, J., Often, A. & Stabbetorp, O.-E. 1990. Oslos riviera, Ekebergskråninga. Botanisk rapport utgitt av Norsk botanisk forening, Østlandsavdelingen, 71 s.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5195-2

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger