

2212

NINA Rapport

Kunnskapsgrunnlag for nordeuropeiske urbane økosystemer – Biologisk mangfold, tilstand og forventet utvikling

Bart Immerzeel & Yennie K. Bredin



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.

Kunnskapsgrunnlag for nordeuropeiske urbane økosystemer – Biologisk mangfold, tilstand og forventet utvikling

Bart Immerzeel
Yennie K. Bredin

Immerzeel, B. & Bredin, Y.K. 2022. Kunnskapsgrunnlag for nordeuropeiske urbane økosystemer – Biologisk mangfold, tilstand og forventet utvikling. NINA Rapport 2212. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, november 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5007-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

David N. Barton

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2401|2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Steinulf Hoel

FORSIDEBILDE

St. Hanshaugen, Oslo © Bart Immerzeel

NØKKEWORD

- urbane økosystemer
- biologisk mangfold
- økologisk tilstand
- litteraturstudie
- Norge
- Nord-Europa

KEY WORDS

- urban ecosystems
- biodiversity
- ecological condition
- literature study
- Norway
- Northern Europe

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

Immerzeel, B. & Bredin, Y.K. 2022. Kunnskapsgrunnlag for nordeuropeiske urbane økosystemer – Biologisk mangfold, tilstand og forventet utvikling. NINA Rapport 2212. Norsk institutt for naturforskning.

Denne rapporten gir en oversikt over dagens kunnskapsgrunnlag om typologier for å beskrive urbane økosystem, indikatorer og status for urbant biologisk mangfold og økologisk tilstand, trusler, påvirkningsfaktorer og forventet fremtidig utvikling. Fokus var på litteratur om Norge supplert med litteratur om Sverige, Finland, Danmark, Tyskland, Storbritannia og Sveits. Litteraturstudiet er ikke fullstendig uttømmende. Basert på informasjonen vi fant, definerer vi kunnskapshull og behov for videre forskning.

Litteraturstudiet startet med et nøkkelordsøk i Scopus og Web of Science. Der fant vi 8,115 mulig relevante fagfelleverderte dokumenter. Disse dokumentene ble videre filtrert på tematisk og geografisk relevans gjennom nøkkelord-søk i sammendragene og ved å lese disse. Det mindre utvalget ble videre sortert på relevans. De 52 mest aktuelle dokumentene ble lest nøye og inkludert i syntesen. Dette utvalget ble videre supplert med 14 dokumenter fra grålitteraturen og fagfelleverderte artikler som ikke ble fanget opp i første runde. Totalt ble 66 dokumenter gjennomlest og inkludert i syntesen.

Rapporten er organisert rundt tre hovedtemaer: (1) Typologier som beskriver urbane økosystemer og omfang av urbant biologisk mangfold, (2) urban økosystemtilstand, og (3) forventet fremtidig utvikling.

Urbane miljøer er konstruerte av og for mennesker. Til tross for at mange urbane grønne arealer og vann er konstruerte med sikte på menneskelig bruk, og til tross for at økosystemer bare kan ses på som urbane hvis de ligger i byer eller tettsteder, beskriver litteraturen om biologisk mangfold de urbane økosystemene som små lommer eller rester av natur i en urban matrise. Det er med bakgrunn i denne litteraturen vi beskriver urbane økosystemer, deres biologiske mangfold, økologiske tilstand og forventede fremtidige utvikling.

Typologier som beskriver urbane økosystemer varierer i detaljnivå basert på informasjonsbehovet som de skal dekke. Noen typologier bygger på fin romlig oppløsning som inkluderer informasjon om arter og økosystemfunksjon, andre er mindre detaljerte. Indikatorer for biologisk mangfold inkluderer variabler som artsrikdom, abundans, tilstedeværelse av spesielle indikatorarter og indekser basert på flere variabler.

Omfanget av det urbane artsmangfoldet, sammenlignet med lignende ikke-urbane økosystemer, kjennetegnes ved et lavere antall stedegne arter som over tid blir færre, og et stort og voksende antall fremmede arter. Urbane økosystemer er også kjent for å fungere som refugier for ulike arter og for eksklusive urbane habitater, slik som for eksempel brownspace (tidligere utbygd areal som ikke er i bruk i dag), noe som bidrar positivt til det totale artsmangfoldet. I tillegg bidrar urbane miljøer med viktige habitater for urbane spesialistarter.

Økologisk tilstand i urbane grøntområder kjennetegnes ved homogeniserte artssamfunn, et økende antall fremmede arter, lav grad av konektivitet og et høyt press fra menneskelig aktivitet, for eksempel i form av lyd og lysforurensing samt bruk av grøntareal. Urbane elver og bekker har i Norge vært mer påvirket av forurensing nedstrøms enn oppstrøms. Over tid har den økologiske tilstanden blitt bedre og i dag er den relativt god i norske urbane vann.

De mest siterte truslene og påvirkningene på urbant biologisk mangfold er fortetting, fragmentering av habitater, forvaltningsintensitet, introduksjon av fremmede arter og klimaendringer. Kunnskapsmangler er knyttet til effektene av disse truslene på jordhelse, økosystemfunksjoner samt de komplekse interaksjonene mellom arter.

Det var lite relevant vitenskapelig litteratur om forventet fremtidig utvikling av urbane økosystemer ut ifra en bestemt referansetilstand. De fleste forvalterne av urbane grøntarealer i nordiske byer forventet en økning i fremtidig antall og areal av grøntarealer. De forventet ikke økte budsjetter. Basert på pågående trender innen urbanisering og klima, vil presset på urbane grøntarealer trolig øke. Kunnskap mangler om hva effektene av disse endringene vil bety for urbant biologisk mangfold og økosystemtilstand.

Bart Immerzeel (bart.immerzeel@nina.no) & Yennie K. Bredin, NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo.

Abstract

Immerzeel, B. & Bredin, Y.K. 2022. Knowledge base for northern European urban ecosystems - Biological diversity, ecosystem condition and expected developments. NINA Report 2212. Norwegian Institute for Nature Research.

This report presents an overview over the current knowledge base on typologies used for classifying urban ecosystems, indicators and status of urban biodiversity and ecosystem condition, threats, pressures, and expected future developments. Focus was on Norwegian literature complimented with information from Sweden, Finland, Denmark, Germany, the United Kingdom, and Switzerland. While this study is not fully comprehensive, it aims to identify knowledge gaps and needs for further research.

Point of departure for the literature review was a keyword search within Scopus and Web of Science, yielding 8,115 potentially relevant peer-reviewed documents. This batch of literature was filtered on thematic and geographic relevance using further keyword searches and abstract reading. The narrower selection was grouped by relevance. The 52 most relevant documents were selected for close reading and synthesis. These were supplemented with 14 additional grey literature and peer-reviewed documents, found through complimentary searches. In total 66 documents were used for the synthesis.

The report is organised around three main themes: (1) Typologies for urban ecosystems and extent of urban biodiversity, (2) Urban ecosystem condition, and (3) Expected future developments.

Urban environments are engineered by humans for humans. Despite many urban green areas, waterways and waterbodies being designed for human use, and even though ecosystems only could be urban if they form part of cities or towns, the biodiversity literature predominantly describes urban ecosystems as pockets or remnants of nature within an urban matrix. Based on this literature we describe urban ecosystems, their biodiversity, ecological condition, and expected future development.

Typologies for urban ecosystems vary based on information need. Some have high spatial resolution and include information on potential biodiversity and ecosystem function while others are less detailed and exclude species information. Indicators for biodiversity include variables such as species richness, species abundance, the occurrence of specific indicator species, and indices based on multiple variables.

The state of urban biodiversity is, compared to similar but non-urban ecosystems, typified by a lower and decreasing number of species, and a high fraction of alien species. However, urban ecosystems are also known to provide refugia and exclusively urban habitats, such as brown fields, that make important contributions to overall species diversity. Moreover, to urban specialists, urban ecosystems provide key habitats.

The ecological condition of urban green spaces is characterized by homogenised communities, increasing numbers of alien species, low connectivity and high pressure from human activity, such as sound and noise pollution, as well as human use of greenspace. In Norway, downstream areas of urban rivers and streams have been more heavily affected by anthropogenic pollution than upstream areas. Over time the ecological condition has improved. Today urban aquatic environments are in relatively good condition.

The most cited pressures and threats to urban biodiversity are densification, habitat fragmentation, intensive management, introduction of invasive species and climate change. Key knowledge gaps relate to the effects of these pressures on soil health, ecosystem function, and the complex interactions among species.

The literature did not provide clear answers on future developments of urban biodiversity and ecosystem condition. Most managers of urban green spaces in the Nordic countries seem to expect an increase in future number and total area of green spaces. Conversely, they do not expect more funding. Based on current trends in urbanization and climate change, pressures on green areas are likely to increase. A knowledge gap exists in relation to what the effect of these pressures will be on urban biodiversity and ecosystem condition.

Bart Immerzeel (bart.immerzeel@nina.no) & Yennie K. Bredin (yennie.bredin@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Formål.....	9
2 Metodikk	10
2.1 Litteraturinnsamling.....	10
2.2 Informasjonsutvalg fra litteraturen.....	10
2.3 Syntese av funn fra utvalgte publikasjoner.....	12
3 Kunnskapsgrunnlag	13
3.1 Hovedområde 1: Oversikt over tilgjengelig kunnskap om urbane økosystemer og omfanget av biologisk mangfold i byer og tettsteder.....	13
Kunnskap om typologi.....	13
Kunnskap om indikatorer for biologisk mangfold.....	15
Oversikt over omfanget av biologisk mangfold i de ulike typene av urbane økosystemer i Norge og et utvalg Europeiske land.....	16
3.2 Hovedområde 2: Oversikt over tilgjengelig kunnskap om tilstanden i urbane økosystemer.....	18
Kunnskap om indikatorer for økosystemtilstand.....	18
Kunnskap om relevante trusler og belastninger på ulike urbane økosystemtyper.....	19
Kunnskap om økologisk tilstand i urbane økosystemer.....	21
3.3 Hovedområde 3: Forventet utvikling av urbane økosystemer.....	22
Kunnskap om forventet utvikling i Nordeuropeiske byer.....	22
Kunnskap om forventet utvikling i Nordeuropeiske tettsteder.....	23
4 Diskusjon og anbefalinger	24
5 Referanser	28
Vedlegg 1 – Nøkkelord	34
Vedlegg 2 – Oversikt over litteratur i syntesen	39

Forord

Denne rapporten er gjort på oppdrag fra Miljødirektoratet med sikte på å gi en oversikt over eksisterende vitenskapelig kunnskap om omfanget, biologisk mangfold og tilstanden til urbane økosystemer. Den er basert på en litteraturgjennomgang med søkelys på norske og nordiske urbane økosystemer, av Yennie Katarina Bredin og Bart Immerzeel ved Norsk institutt for naturforskning (NINA). Datainnsamlingen, dataanalysen og rapportskrivningen ble gjort over en 6-måneders periode (juni 2022 – november 2022) i Oslo.

Vi takker vår bibliotekar, Frode Thomassen Singsaas, for hjelpen med innsamling av relevant litteratur. Vi vil også takke David Barton og Kristin Thorsrud Teien for bidraget med deres ekspertise til rapporten.

Vi er takknemlige til Steinulf Hoel, Toril Grønningsæter og Silje-Karine Reisz fra Miljødirektoratet for god og konstruktive kontakt, og for å gi gode råd for å forbedre gjennomgangen og rapporten. De var alltid villige til å møtes og diskutere fremdriften i forskningen.

Vi takker for oppdraget og støtte fra Miljødirektoratet og håper arbeidet kommer til nytte.

Oslo, 28 november 2022

Bart Immerzeel
Forsker, prosjektleder

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Mer enn halvparten av jordas befolkning bor i byer, og urbanisering i verden og i Norge øker. Urbane økosystemer er våre mest menneskepåvirkede landskap. Urbane økosystemer er likevel den 'hverdagsnaturen' flest innbyggere opplever. De har derfor stor samlet betydning for menneskelig helse og leverer økosystemtjenester med stor samfunnsøkonomisk verdi (Miljødirektoratet 2014, Barton et al. 2019, Bratman et al. 2019, ONS 2021, Remme et al. 2021). Økosystemer i og nær byer og tettsteder kan også ha et overraskende rikt biologisk mangfold. I fremtiden vil urbane økosystemer i større grad enn i dag sannsynligvis bli påvirket av klimaendringer, forurensning, fortetting og nedbygging og fremmede organismer. Kunnskap om urbane økosystemer og de mange naturgoder (økosystemtjenester) de gir er viktig grunnlag for god forvaltning av denne naturen. Et godt kunnskapsgrunnlag vil også være et viktig grunnlag for naturrestaurering og naturbaserte løsninger.

Miljødirektoratet har ansvaret for å veilede kommuner og andre sektorer om hvordan de kan ta miljøhensyn i arealforvaltningen¹. Kunnskap om urbane økosystemer i Norge er ujevnt fordelt, med relativt mye kunnskap om økosystemtjenester fra noen få byer. Kunnskap om urbane økosystemers biologiske mangfold og økologiske tilstand er trolig mer begrenset. Et bredere kunnskapsgrunnlag om dette temaet vil hjelpe Miljødirektoratet i å støtte lokal forvaltning av urbane økosystemer. Det vil gi økte muligheter for veiledning av hvordan økosystemvurderinger kan trekkes inn i utredninger, planlegging og beslutninger i norske byer. På oppdrag fra Miljødirektoratet har Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) derfor sammenstilt eksisterende publisert kunnskap om forekomster, tilstand og utvikling av urbane økosystemer.

1.2 Formål

Hovedmålet med denne rapporten er å gi et første og overordnet kunnskapsgrunnlag for Miljødirektoratet som kan brukes til videre støtte i forvaltningen av norsk bynatur og et grunnlag for eventuell videre kunnskapsutvikling. I tillegg inkluderer vi forskning og data fra andre land, primært i Nord-Europa, som kan levere et bredere kunnskapsgrunnlag om omfang og tilstand av sammenlignbare urbane økosystemer. Denne kunnskapsbasen er basert på den nyeste vitenskapelige forskningen samt rapporter fra kartleggings- og overvåkingsprogrammer om biologisk mangfold og økologisk tilstand i urbane økosystemer. Rapporten oppsummerer tilgjengelig publisert informasjon om de ulike påvirkningene på urbane økosystemer og deres forventede fremtidige tilstandsutvikling i norske byer. Denne rapporten oppsummerer og tilgjengeliggjør forskning og kunnskap om urbane økosystemer.

¹ [Grønn infrastruktur i arealplanlegging - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no)

2 Metodikk

Kjerneforskningsmetoden i dette prosjektet er litteraturstudie, basert på publisert fagfellevurdert litteratur og grålitteratur. Det betyr at data i åpne artsdatabaser var utenfor rammen av denne rapporten. Vi delte arbeidet vårt i tre deler: litteraturinnsamling, informasjonsutvinning fra litteraturen og syntese.

2.1 Litteraturinnsamling

Basert på det underliggende informasjonsbehovet satte vi rammene for omfanget av vår litteraturgjennomgang. Hovedfokuset var publisert og fagfellevurdert vitenskapelig litteratur, med sekundær supplering av grå litteratur, dvs. forskningsrapporter som ikke er fagfellevurdert, men som kan gi verdifull informasjon om lokale forhold. Et eksempel på grå litteratur som inngår i denne studien, er overvåkningsrapporter.

Geografisk avgrensning av litteraturen var basert på tre prioritetsnivåer. Prioritetsnivå 1 dekket studier i norske byer og tettsteder. Prioritetsnivå 2 dekket studier i andre fennoskandiske (svenske, finske og danske) byer og tettsteder. Prioritetsnivå 3 inkluderte studier i andre europeiske byer og tettsteder med lignende klimatiske forhold (Storbritannia, Tyskland, og Sveits).

Tematisk fokuserte vi på tre hovedområder: 1. Kunnskap om ulike typer urbane økosystemer og omfang av deres biologiske mangfold; 2. Kunnskap om urban økosystemtilstand; og 3. Forventet fremtidig utvikling i urbane økosystemer. For hvert av disse temaene inkluderte vi både kunnskap om for tiden brukte typologier og indikatorer, samt kunnskap om tilstanden for de urbane økosystemene basert på indikatorene.

Basert på innrammingen ovenfor satte vi opp en liste med nøkkelord for å avgrense litteratursøket. Nøkkelordene ble gruppert i fire grupper, hvorav de tre første alltid måtte inkluderes i et søk: 1. Nøkkelord som avgrenser at studieemnet er den bebygde sonen (enten urban eller tettsted); 2. Nøkkelord som avgrenser den relevante geografiske regionen; 3. Nøkkelord som avgrenser temaene biologisk mangfold, økosystemtypologi og tilstand; og 4. Valgfrie ekstra termer med søkelys på spesifikke økosystemtyper eller temaer. For en fullstendig liste over inkluderte nøkkelord, se vedlegg 1.

Vi brukte Web of Science² og Scopus³ litteraturdatabaser for å samle relevante artikler. Kombinerede resultater fra begge databasene førte til en første samling av 8.115 muligens relevante artikler.

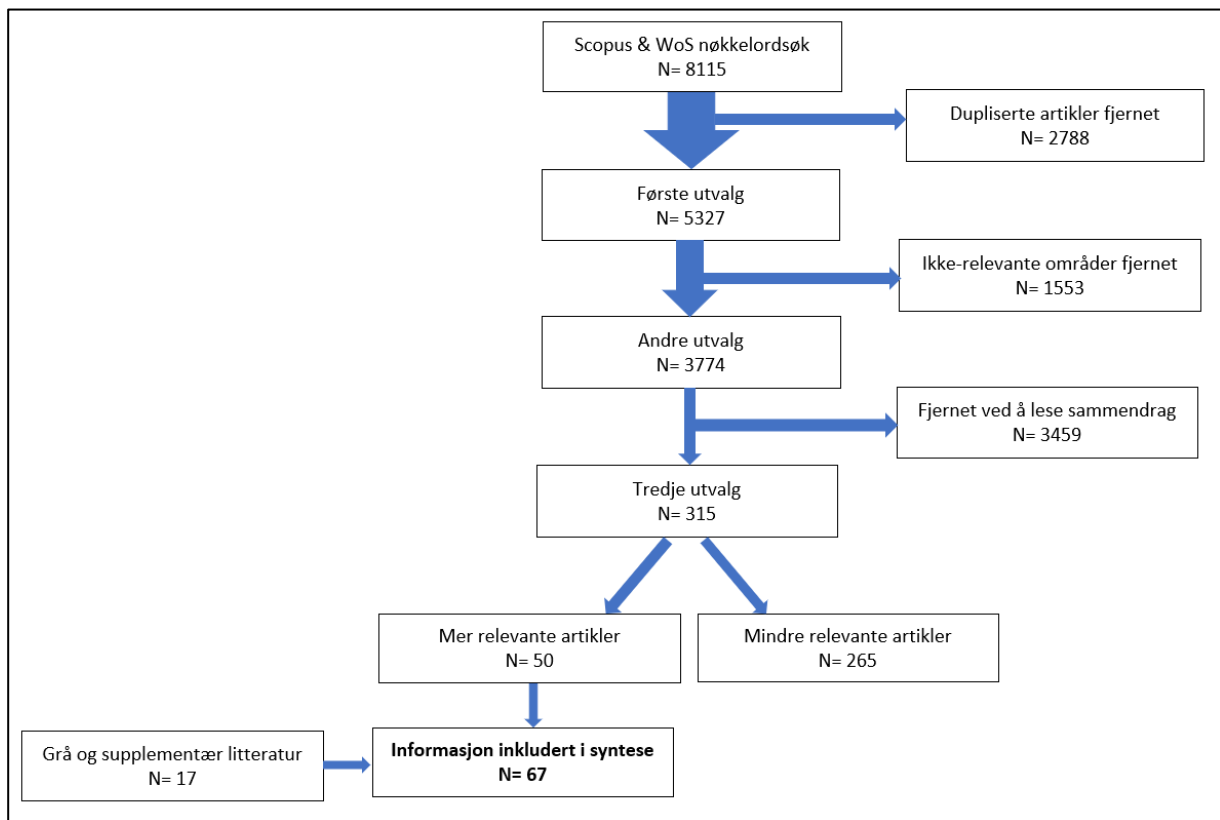
2.2 Informasjonsutvalg fra litteraturen

De 8.115 artiklene dannede grunnlaget for en steg-for-steg-tilnærming for å trekke ut relevant informasjon fra litteraturen. Det første trinnet var å fjerne dupliserte artikler. Etter dette brukte vi relevante søkeord på artikkeltitlene og sammendragene for å filtrere ut artikler som ikke fokuserte på de relevante geografiske studieområdene. Geografisk var målet å fokusere mest mulig på Norge, så på Fennoskandia og til slutt på Nordvest-Europa. I tredje trinn leste vi sammendragene for å finne ut om artikkelen dekket forskning som var relevant for våre tematiske hovedområder. Dette resulterte i 315 artikler som potensielt inkluderte kunnskap om biologisk mangfold og økologisk tilstand av relevans for norske urbane økosystemer. Basert på sammendragene gjorde vi også en grov vurdering av hvor relevante artiklene var for å svare ut de tre tematiske hovedområdene i en norsk kontekst. Vi vurderte 50 artikler som mer relevante og 265 artikler som mindre relevante. I diskusjon med Miljødirektoratet ble vi enige om å gå i dybden av kun de mest relevante artiklene fra dette utvalget, supplert med relevant grå litteratur. Figur 1 viser et

² [Document search - Web of Science Core Collection](#)

³ Scopus.com

flytskjema med antall artikler inkludert i hvert trinn samt det endelige utvalget. For en fullstendig oversikt over det endelige utvalget, se vedlegg 2, og for geografisk spredning av de inkluderte studiene, se figur 2.

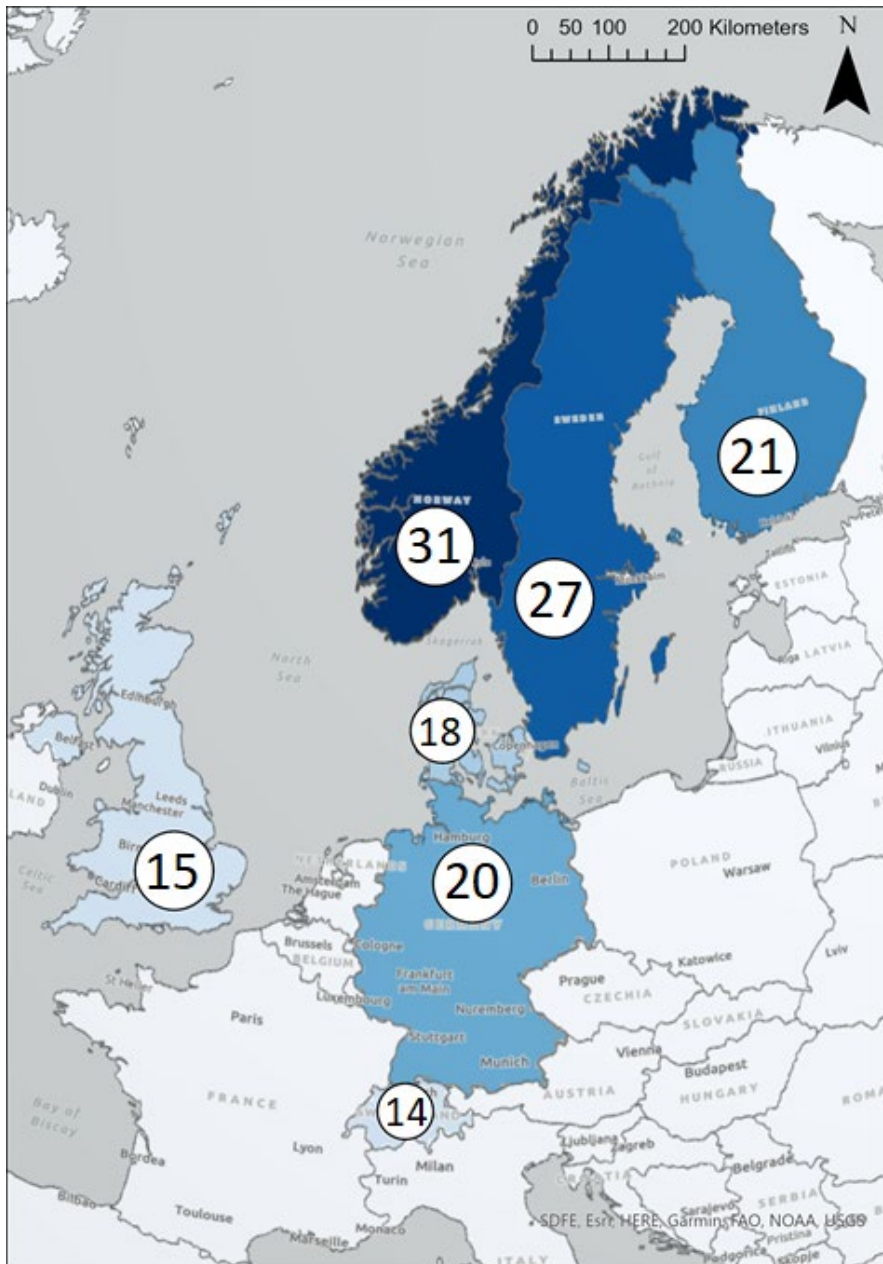


Figur 1. Antall artikler og rapporter inkludert i hvert trinn av utvalgsprosessen.

For å utvinne informasjon om de tre tematiske hovedområdene, delte vi hvert av disse inn i to til tre undertemaer. Innen hovedområde 1 så vi spesielt til publikasjoner som dekket kunnskap om typologier, indikatorer for biologisk mangfold og omfanget av biologisk mangfold. For å svare ut hovedområde 2, søkte vi etter informasjon om indikatorer for økosystemtilstand, kunnskap om påvirkningsfaktorer, samt vurderinger av økologisk tilstand i urbane miljøer. I forhold til hovedområde 3 så vi etter informasjon om forventet økosystemutvikling både i byer og i tettsteder. Av tabell 1 fremgår det hvor mange artikler og rapporter som dekket hvert undertema og hvordan hvert tema har blitt undersøkt, f.eks. gjennom litteraturstudier, feltstudier eller modeller.

Tabell 1. Antall artikler og rapporter for hvert undertema og studietype. Jo mørkere blåfargen er, desto bedre er representasjonen av tematikken i litteraturen.

Type	Kunnskap om typologi	Kunnskap ind. biologisk mangfold	Omfang av biologisk mangfold	Kunnskap ind. økologisk tilstand	Kunnskap trusler og belastninger	Status økosystemtilstand	Forventet utvikling, byer	Forventet utvikling, tettsteder
Litteraturstudie	4	3	4	0	6	1	3	2
Feltstudier/overvåkingsstudier	6	11	22	11	12	9	7	0
Modeller/teoretiske rammer	1	3	2	1	0	0	0	0
Romlige analyser	3	4	2	5	3	2	1	0
Politiske dokumenter/uttalelser	2	1	1	0	0	0	1	0
Sum	16	22	31	17	21	12	12	2



Figur 2. Geografisk spredning av de konsulterte studiene. Jo mørkere blåfargen er, desto bedre er den geografiske representasjon i den inkluderte litteraturen. Litteratur som dekket studier fra flere land, ble telt for hvert av de aktuelle landene. Dette kartet ble laget i ArcGIS Pro 2.8.3 ved bruk av World Administrative Boundaries under Storbritannias Open Government License v3.0.

2.3 Syntese av funn fra utvalgte publikasjoner

Ved å lese den mest aktuelle litteraturen hentet vi ut informasjon som svarte på de spesifikke undertemaene (tabell 1). Basert på denne oversikten beskrev vi tilgjengelig kunnskap, det vil si nåværende «state-of-the-art», for hvert hovedområde og spesifikke kunnskapshull for Norge.

3 Kunnskapsgrunnlag

Urbane miljøer er konstruerte av og for mennesker. Til tross for at mange urbane grønne arealer og vann er konstruerte og til tross for at økosystemer bare kan ses på som urbane hvis de ligger i byer eller tettsteder, blir urbane økosystemer typisk beskrevet som små lommer eller rester av natur i en urban matrise. Litteraturen beskriver dermed urbane økosystemer som noe som skiller seg fra den omkransende nedbyggede og grå infrastrukturen. Det er med bakgrunn i denne litteraturen som vi beskriver urbane økosystemer, deres biologiske mangfold, økologiske tilstand og forventede fremtidige utvikling.

3.1 Hovedområde 1: Oversikt over tilgjengelig kunnskap om urbane økosystemer og omfanget av biologisk mangfold i byer og tettsteder

Urbane økosystemer er forskjellige i størrelse, artsmangfold og forvaltningsintensitet. Vårt hovedmål i dette kapittelet er å gi en oversikt over de ulike typene urbane økosystemer i Norge og beskrive dem i forhold til omfang og biologisk mangfold. Vi baserer denne oversikten på vitenskapelige publikasjoner og overvåkingsrapporter fra relevante forvaltningsorganer. Vi har delt dette hovedområdet inn i tre undertemaer: kunnskap om typologi, kunnskap om indikatorer for biologisk mangfold og oversikt over omfanget av biologisk mangfold i de ulike typene av urbane økosystemer. Vi baserer oss i første rekke på informasjon ifra Norge og supplerer med internasjonale studier og studier ifra enkelte Europeiske land.

Kunnskap om typologi

I norske arealressurskart (f.eks. AR5) og økosystemregnskap internasjonalt (f.eks. [IUCN Global Ecosystem Typology](#)) er urbane økosystemer definert som én økosystemtype. Imidlertid kan urbane økosystemer på ulike måter deles inn i separate landskapselementer avhengig av planleggingsformålet (United Nations 2021). I byplanlegging hvor byggeprosjekter for eksempel må inkludere effekter på urbant biomangfold, er det et økende behov for mer detaljerte typologier. Her gir vi en oversikt over ulike formål for de mest relevante systemene, både i vitenskapelig litteratur og i byplanlegging i Norge.

Et sentralt kunnskapscenter om biologisk mangfold i Norge er Artsdatabanken. Artsdatabanken er et uavhengig organ under Klima- og miljødepartementet med mål om å sikre kunnskap om biologisk mangfold i ulike beslutninger. Natur i Norge (NiN) er deres metodikk for klassifisering av naturtyper. NiN inkluderer typologier for natursystem og livsmedium som beskriver bynatur⁴. Derimot er disse ikke spesifikt klassifisert som urbane. Det betyr at økosystemtyper som forekommer i byområder er fordelt på ulike hovednaturtyper i NiN. Nedenfor lister vi opp hovedtypegruppene og hovedtypene i NiN 2.3, som oftest forbindes med urban natur:

L – Innsjøbunnsystemer

- L1 Eufotisk fast innsjøbunn
- L2 Eufotisk innsjø-sedimentbunn
- L4 Helofyttsump
- L5 Ferskvanns-undervannseng
- L7 Innsjøbunn av dy og gytje
- L8 Innsjøbunn av grovt organisk materiale
- L14 Ny sterkt endret innsjøbunn

O – Elvebunnsystemer

- O1 Fast elvebunn
- O2 Elvedimentbunn
- O6 Elvebunn preget av kronisk fysisk forstyrrelse
- O7 Elvebunn preget av kronisk fysisk-kjemisk påvirkning

⁴ [T Fastmarkssystemer \(artsdatabanken.no\)](#)

T – Fastmarkssystemer:

T42: Sterkt endret, hyppig bearbejdet fastmark med intensivt hevdpreg

T43: Sterkt endret, varig fastmark med intensivt hevdpreg

Eksempler på andre typologier er ulike 'green points' systemer i Norge og Europa (Stange et al. 2022) rettet mot overvannshåndtering, biomangfold og godt byliv (Stange et al. 2022), «Structure of Urban Landscapes» (STURLA) for modellering av urbane varmeøyer (Hamstead et al. 2016), landskapsstrukturell diversitet rettet mot friluftsområdekartlegging (Voigt et al. 2014), grønn infrastruktur typologier (f.eks. Bartesaghi Koc et al. (2017)), klassifisering av habitatpotensiale for pollinatorer (Stange et al. 2017) og friluftsliv (Zulian et al. 2018) og Verdensbankens 'Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban resilience'. I Norge er også [Miljødirektoratets definisjon av grønn infrastruktur i arealplanlegging](#), Veiledning om landskapsøkologiske funksjonsområder (Veileder M.1941), Veileder 2013-M98 for kartlegging av friluftslivsområder i kommuner og Norsk Standard for Blågrønn faktor (BGF) viktige. Sistnevnte er delvis basert på Grønytefaktor (GYF) som ble utviklet i Göteborg, Sverige (Kaczorowska 2020) og som igjen bygger på det tyske Biotope Area Factor (BAF) fra 1980-tallets Berlin (Stange et al. 2022). En hovedforskjell mellom BGF og GYF er antallet elementer som brukes for å definere ulike grøntarealer. Sammenlignet med GYF, som bygger på 53 ulike typer av grøntarealer, er BGF's betydelig mindre kompleks med sine 23 elementer.

Til kartlegging og klassifisering av blå-grønne strukturer i byer kan moderne metoder basert på fjernmålingsdata være til stor hjelp. For eksempel har Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) utviklet vegetasjonskart over Oslo som viser til områder med mer eller mindre tett vegetasjon (Mathiesen et al. 2022). På lik linje har NINA kartlagt tredekke, trehøyde og trevolum i Oslo. Slik informasjon viser for eksempel at tredekke i Oslo var over 4000 hektar i 2017, det dobbelte av hustak (Hanssen et al. 2021). Over tid er det også mulig å se at tredekke i Oslo har økt, og spesielt for små trær (Hanssen et al. 2021). Basert på slik informasjon har norsk Statistisk sentralbyrå og NINA samarbeidet om å utvikle en metode for å lage arealstatistikk rettet mot urbane økosystemregnskap, byplanleggingen og naturbaserte løsninger (Garnåsjordet et al. 2021).

En svensk litteraturgjennomgang om bruk av naturbaserte løsninger i byplanlegging, basert på 574 artikler, viste til fem hovedtyper av «grønne og blå elementer» (Adem Esmail et al. 2022). Parker og (semi)naturlige urbane grøntområder var blant de vanligste (studert i 24 artikler). Nest vanligst var elver, innsjøer og våtmarker (19 artikler), etterfulgt av grøntområder tilknyttet grå infrastruktur så som gatetrær, private hager og lekeplasser (13 artikler), kolonihager (5 artikler) og grøntarealer som var integrert i bygninger, så som grønne tak (3 artikler). Noen av disse økosystemtype er åpenbart spesifikke for bebygde områder og de kan ofte utgjøre en stor del av grøntarealene. Et slikt eksempel er private hager som typisk kan dekke hele 25-35 % av byarealet. Et annet eksempel er brown space som vi finner i urbane restaureringsstudier (Angold et al. 2006). Brown space viser til områder som tidligere har vært under utvikling, men som siden har blitt tilbakeført til åpne, ubebygde områder (Angold et al. 2006).

Siden bygningstetthet kan ha en betydelig effekt på habitatkvaliteten for ulike organismer, er urban økosystemtypologi noen ganger også basert på tettheten til bebygde områder (Aronson et al. 2014). Dette kommer ofte til uttrykk gjennom ulike urbaniseringsgradienter der effekter av urban fortetting på biologisk mangfold måles i felt, for eksempel gjennom klassifisering av områder som skog, forstad og urban (Elek and Lövei 2007), eller sentrum, boligområder og periferi (Sandström et al. 2006). En annen faktor som inngår i typologisering av urbane økosystemtyper innenfor denne konteksten, er alder på bygde strukturer, siden dette også kan påvirke habitategnethet for enkelte arter (Aronson et al. 2014, Petersen et al. 2021). Skjøtselsintensitet kan også brukes til å definere typologi, slik som i Müller et al. (2018), hvor man hadde søkelys på «relativt ville urbane grøntområder». På lik linje kan økologisk funksjon brukes for å definere økosystemtyper som kjerneområder, habitat for arter på rødlista og spredningssoner (Furberg et al. 2020).

Oppsummert så finnes det mange ulike typologier for bynatur. Typologier designet for byplanlegging, slik som Norges BGF og Sveriges GYF, er nært knyttet til konseptet med bygd infrastrukturfunksjonalitet, som f.eks. overvannshåndtering. Typologier som brukes for å studere tilstanden til urbane økosystemer og biologisk mangfold, baseres ofte på økosystemtilstandsindikatorer, som i NiN-systemet. Detaljnivået varierer også fra typologi til typologi. Noen typologier (som BGF) går ned til individuelt plantnivå, andre holder seg til mer grunnleggende landdekkbaserte kategorier, så som urban skog og private hager. Grunnet økende bevissthet om toveis interaksjoner mellom byutvikling og livskvalitet og urban økosystemhelse, har vi nå flere typologier å velge mellom, avhengig av politikken eller studiekonteksten. Det er imidlertid klart at det ikke finnes en enhetlig typologi. Valg av typologi bør derfor alltid baseres på informasjonsbehovet man har for hånden.

Kunnskap om indikatorer for biologisk mangfold

Biologisk mangfold kan måles på flere måter. Denne delen av vår litteraturstudie fokuserer derfor på hvordan biologisk mangfold har blitt estimert i tidligere studier av norske og europeiske urbane økosystemer. Eksempler på mål på eller indikatorer for biologisk mangfold som har blitt brukt i urbane studier, er det totale antallet arter, Simpson's Diversity Index, andelen stedeegne arter, tilstedeværelse av rødlistede arter, andelen urbant tredekke, andelen gamle trær, forekomst av fremmede arter (Maes et al. (2021), Miljødirektoratets naturindeks⁵, og The European Urban Biodiversity Index (Ruf et al. 2018)⁶). Kriterier for urbant biologisk mangfold er også tilpasset vurderinger av ulike naturbaserte løsninger i bebyggelse, som i Byggalliansens BREEAM (BREEAM-NOR 2022)⁷ og FutureBuilt⁸.

I publisert vitenskapelig litteratur har en rekke indikatorer for biologisk mangfold i urbane økosystemer blitt brukt opp igjennom årene. To av de vanligste grunnindikatorene er artsriktom og abundans. Artsriktom er ganske enkelt antall forskjellige arter som finnes i et område eller en prøve, mens abundans er antall individer per art. Sammen kan altså artsrikdommen og abundansen gi oss en indikasjon på hvor stort artsmangfoldet i et område eller en prøve er. Disse grunnleggende indikatorene kan også brukes til mer komplekse vurderinger for å si noe om den funksjonelle diversiteten innenfor et artssamfunn, eller andelen arter som tilhører en spesifikk økologisk gruppe (Dale 2018, Korhonen et al. 2021). De kan brukes til å vurdere forskjeller mellom økosystemtyper, økosystemtilstand og biologisk mangfold (Sandström et al. 2006). Andre vanlige grunnindikatorer er total biomasse, antall spesialistarter i et utvalg og artsrepresentativitet (hvor like artssammensetningene til lignende biotoper er) (Korpilo et al. 2018). Biologisk mangfold kan også angis ved bruk av habitatpreferanser, som for eksempel i Dale (2018), der urbane fugler ble klassifisert i forhold til hvilken type økosystem de hekket i, hvordan de hekket, om de var trekkende, hva deres kosthold var og hva deres rødlistestatus var.

Over tid er det utviklet indekser som tar sikte på å fange opp flere nyanser enn grunnleggende artsriktom og antallet individer per art. En av disse er Shannon Diversity Index. Shannon Diversity Index er basert på en kombinasjon av artsriktom og fordelingen av individer innenfor artene i et gitt areal. Indeksen har derved som mål å beskrive jevnheten til arter i et samfunn (enten en art dominerer eller alle arter er likt representert (Elek and Lövei 2007)). En annen indeks er Berger-Parker dominansindeksen, som fokuserer på den mest dominerende arten i et utvalg sammenlignet med det totale antallet individer (Elek and Lövei 2007). Simpson Diversity Index setter på samme måte søkelys på dominans av arter i en prøve. For å estimere hvor sjelden en spesifikk art er, kan Braun-Blanquet rank-abundance-skalaen brukes, som tildeler sjeldenhetsverdier for hver art i prøven (Petersen et al. 2021).

⁵ [Naturindeks.no/Home](https://naturindeks.no/Home)

⁶ [ETC/BD Working paper B/2018 : The European Urban Biodiversity Index \(EUBI\): a composite indicator for biodiversity in cities — Eionet Portal \(europa.eu\)](https://eionet.europa.eu/working-paper/b/2018-the-european-urban-biodiversity-index-eubi-a-composite-indicator-for-biodiversity-in-cities)

⁷ [BREEAM-NOR-v6.0 NOR.pdf \(byggalliansen.no\)](https://byggalliansen.no/BREEAM-NOR-v6.0-NOR.pdf)

⁸ [FutureBuilt](https://futurebuilt.com/)

En annen vanlig metode for å bestemme biologisk mangfold er bruk av indikatorarter, det vil si arter hvis rikdom og abundans gir informasjon om biotopkvalitet som også gjelder andre arter (Löfvenhaft et al. 2002, Petersen et al. 2021). Eksempler er toppmeis og europeisk padde (Xiu et al. 2017). Forekomst av honningbier kan gi oss informasjon om forekomst og artsrikdom av både humler og solitære bier (Stange et al. 2017). Hule eiker er et annet eksempel på en indikator som er assosiert med mange andre og sjeldne arter. Hule eiker blir derfor ofte omtalt som "hotspots" for biodiversitet. For å få oversikt over forekomsten av store hule eiker i Norge, overvåket man disse i prosjektet ARKO, og da blant annet i det urbane Oslo (Evju et al. 2015). For urbane dammer i Sverige har Blicharska et al. (2016) foreslått at artsrikdom av akvatiske insekter kan brukes som en indikator for biologisk mangfold siden denne variabelen korrelerte med mengde vannplantebiomasse, antallet individer per art og Shannon Diversity Index.

Oppsummert brukes ulike metoder for å estimere urbant biologisk mangfold, med varierende grad av kompleksitet. Grunnleggende variabler som artsrikdom, abundans og antall spesialistarter og artsrepresentativitet kan gi lett tolkbar informasjon, og kan enkelt brukes til å sammenligne ulike typer økosystemer. Disse inkluderer imidlertid ikke mer kompleks informasjon om artssamfunn-sammensetning slik som fordelingen av individer over forskjellige arter. For slike mer kompliserte estimater har en rekke indekser blitt utviklet som beskriver artsmangfoldet. Også indikatorarter er ofte brukt som et mål for biologisk mangfold. Det er enten fordi tilstedeværelsen av disse artene indikerer et visst nivå av økosystemhelse som vil fremme et høyt artsmangfold, eller fordi disse artene er assosiert med flere andre arter, så som gamle hule eiker er. Slike indikatorer for biologisk mangfold er nå i økende grad brukt i den vitenskapelige litteraturen og tilgjengelig for videre referanse og analyser. Til tross for at genetisk og funksjonell variasjon er viktige komponenter av det biologiske mangfoldet, fant vi ingen eller få studier som undersøkte genetisk og funksjonell variasjon innen urbane artssamfunn.

Oversikt over omfanget av biologisk mangfold i de ulike typene av urbane økosystemer i Norge og et utvalg Europeiske land

Siden litteraturen om urbant biologisk mangfold ikke omhandler genetisk variasjon og i liten grad funksjonell diversitet, vil dette avsnittet mest beskrive omfanget av urbant artsmangfold. For å beskrive hva litteraturen sier om dagens omfang av arter i urbane miljøer, har vi valgt å følge inndelingen til NiN 2.3 i hovedtypegrupper uten å gå videre ned på hovedtype nivå. Vi ser spesielt til norske og nordiske urbane økosystemer. Først gir vi noen eksempler på hvordan urbane økosystemer kan være spesielt viktige for artsmangfoldet. Deretter beskriver vi mer generelle trender for omfanget av arter i urbane fastmarkssystemer, innsjøbunnsystemer og elvebunnsystemer.

Urbane økosystemer er forskjellige fra andre økosystemer, hovedsakelig på grunn av intensiteten av menneskelig påvirkning på miljøet. Denne unike egenskapen innebærer at urbane økosystemer kan være nisjehabitater for arter som er godt tilpasset menneskepåvirkede økosystemer. De kan i noen tilfeller også fungere som refugier. En finsk studie fant for eksempel at overvintrende arter har høyere artsmangfold i tettere urbane områder, spesielt med tilgang til parker og foringsplasser (Jokimäki et al. 2002), noe som tyder på at for en del arter kan byer være et effektivt tilfluktssted om vinteren. På lik linje ble røde ekorn, som ellers er på tilbakegang i Finland, påvist å være mer tallrik i byer enn i andre økosystemtyper, inkludert skog (Jokimäki et al. 2017). En studie ifra Sverige viste at mer enn 75 % av alle arter i Upplands regionen var representert i den kongelige Nationalstadsparken i Stockholm (Barthel et al. 2005). Blant disse var over 60 rødlistede insekterarter, 32 rødlistede sopparter og mer enn 20 rødlistede planter, pattedyr, amfibier, krypdyr og fisk representert (Barthel et al. 2005). Forfatterne forklarte det store biologiske mangfoldet til byparken med dens lange beskyttelse under juridisk naturvern og favoriseringen av eik, som ellers ikke er typisk for urbane parker. Til tross for disse eksemplene er det desto vanligere at urbane økosystemer har lavere diversitet og mer homogeniserte artssamfunn enn inntilliggende økosystemer.

For fastmarkssystemer viste en stor global studie over 54 byer at antallet fuglearter per område har gått ned siden 1950-tallet. I dag er tilstedeværelsen av stedeegne arter i byområder i gjennomsnitt bare 8 % av det den er i tilgrensende ikke-urbane områder (Aronson et al. 2014). Aronson et al. (2014) forklarer dette med en økt andel bebygget areal i byene. Langtidsovervåking i Bonn viste også at artsrikdommen har gått kraftig ned i urbane områder de siste 50 årene, fra 57 til 39 arter (Abrahamczyk et al. 2020). Samtidig økte antallet individer av ringdue og noen andre skogsarter i byen (Abrahamczyk et al. 2020). En studie av fugleartsmangfold i flere europeiske byer viste også at fuglebestander i byer har en tendens til å være mer homogene enn i ikke-urbane områder (Ferenc et al. 2014). I Danmark har man sett liknende tendenser med langt lavere artsmangfold av bakkelevende biller (Elek and Lövei 2007) og edderkopper (Lövei et al. 2019) i urbane områder enn i tilgrensende skogsområder. På lik linje fant Aronson et al. (2014) at tettheten av stedeegne plantearter i byer tilsvarer i gjennomsnitt 25 % av artstettheten i ikke-urbane økosystemer, spesielt i regioner med kaldere temperaturer og lavere sesongmessig nedbør (som i Norden). Også i Trondheim var antallet plantearter lavere i mer urbane områder sammenlignet med ikke-urbane områder (1.116 vs. 800 plantearter; Petersen et al. (2021)). Denne lavere tettheten kompenseres imidlertid delvis for av fremmede plantearter i byer (Petersen et al. 2021).

En tysk studie langs en urbaniseringsgradient viste at flere urbane områder hadde betydelig lavere artsmangfold, mindre truede arter og en høyere andel fremmede arter enn ikke-urbane områder (8,4 % mot 3,5 %; Albrecht and Haider (2013)). Det samme gjelder for artssammensetning av trær i store nordiske byer (Sjöman et al. 2012) og for vevkjerringer i Danmark (Søren 2018), hvor fremmede arter utgjør en stadig større del av artssamfunnet. Videre avhenger artssamfunnets sammensetning artenes funksjonelle egenskaper. Planter som vokste i mer urbane områder i Trondheim, hadde typisk høyere affinitet for lys og nitrogen (Petersen et al. 2021). De var også høyere, hadde mindre frø og større blader enn arter i ikke-urbane områder (Petersen et al. 2021). I tillegg var de oftere ettårige og mindre stresstolerante (Petersen et al. 2021). Tilsvarende fant en annen dansk studie at små og mellomstore bakkelevende biller var mer artsrike enn større bakkelevende biller i urbane områder (Elek and Lövei 2007).

Blant de virvelløse dyrene er bier og svevefluer eksempler på viktige arter fordi de leverer pollinerings tjenester til en rekke planter. En britisk studie fant at bier er mer tallrike i byer enn i andre økosystemer, mens for svevefluer var det det motsatt (Baldock et al. 2015). Samtidig fant de et høyere antall blomstrende plantearter i byen grunnet et stort antall innførte fremmede arter (Baldock et al. 2015). Forfatterne antydte at denne kombinasjonen av et lavere antall svevefluer kombinert med et høyere planteartsmangfoldet kan føre til en lavere pollineringsrate per planteart (Baldock et al. 2015). I en oppfølgingsstudie fant man dessuten betydelig variasjon i habitategnethet for pollinatører mellom økosystemtyper (Baldock et al. 2019). Private hager og kolonihager var de med høyest forekomst av pollinatører (Baldock et al. 2019). Blomstermengde og median husholdningsinntekt ble også positivt korrelert med pollinatørmengde og artsrikdom (Baldock et al. 2019).

Som Baldock et al. (2019) viser, påvirker utformingen av bynatur habitatkvalitet og artsrikdom. Dette gjelder så vel over som under bakken. Meitemark, som er spesielt viktig for å opprettholde sunn jord, har vist seg å vokse mindre i byjord, sannsynligvis på grunn av lavere organisk innhold (Amossé et al. 2015). På lik linje har dypere jordarter typisk høyere antall meitemark, mens urbane jordarter i gjennomsnitt er tynnere enn mer naturlig jord (Amossé et al. 2016). Dette får konsekvenser både for det urbane artsmangfoldet av meitemark og jordhelsen til urbane fastmarkssystemer. I Sverige fant Sandström et al. (2006) en avtagende trend i artsmangfold blant hakkespetter, hulehekkere og skogsfugler langs en urban gradient med avtagende kompleksitet i vegetasjonsstrukturen. Mens urbane spesialistfugler viste en motsatt trend inn mot sentrum, ble imidlertid det høyeste artsmangfoldet funnet i den urbane periferien hvor vegetasjonsstrukturen var mest kompleks Sandström et al. (2006). I en norsk studie av fugler viste Dale (2018) at også at størrelsen på urbane grøntarealer og andelen naturlig skog har en positiv effekt på artsrikdommen.

Også i urbane innsjøbunnsystemer påvirker den fysiske utforming habitatkvalitet og artsmangfold. En studie om akvatiske insekter i 26 urbane dammer i Stockholm fant at artsrikdommen varierte betydelig, mellom 1 til 22, med et gjennomsnitt på 10 insekter (Blicharska et al. 2016). Mest artsrike var de dammene som hadde en stor mengde vannvegetasjon og som var spesielt designet for å forbedre biologisk mangfold (Blicharska et al. 2016). En annen studie av bydammene i Stockholm fant også at funksjonell konektivitet av blågrønn infrastruktur rundt dammene var positivt korrelert med antallet virvelløse dyrearter. Dammer hvor kunstige overflater dominerte områdene rundt dammene, hadde lavest artsrikdom, mens dammer hvor gress og skog dominerte områdene rundt dammene hadde høyere artsrikdom (Hyseni et al. 2021). En studie på bentiske kiselalger i ferskvann i Oslo fant at artsrikdommen varierte mellom 16 og 49 arter (Mutinova et al. 2020). Her ble variasjonen forklart av forurensning, arealbruk, vannkvalitet og habitattilstand i randsoneområdene (Mutinova et al. 2020).

For elvebunnsystemer i Oslo, har økt vannkvalitet i byens elver siden 1983 ført til høyere fiskeartsmangfold (Saltveit et al. 2014). I 2005 ble hele 12 fiskearter registrert (Saltveit et al. 2014). Blant disse dominerte atlantisk laks, ørret og europeisk ørekyt (Saltveit et al. 2014). I Trondheim ser trenden annerledes ut. Der har sjørretpopulasjonen gått ned med nærmere 90% (Bergan and Nøst 2022). Dette skyldes i stor grad menneskelig aktivitet, som har påvirket ferskvannsfasen og rekrutteringen til sjørretpopulasjonen negativt (Bergan and Nøst 2022). For tiden er kun 2.400 smolt registrert årlig (Bergan and Nøst 2022).

Oppsummert er informasjon om biologisk mangfold i urbane økosystemer tilgjengelig for et bredt spekter av arter. Dette illustreres også av den relativt høye observasjonstettheten for arter per område i nærhet til urbane områder i Artsdatabanken⁹. Mange av studiene prøver også å estimere effektene av urbanisering på biologisk mangfold, for eksempel gjennom å undersøke hvordan ulik grad av urbanisering påvirker artssammensetningen. Ofte finner man at urbanisering påvirker artsmangfoldet negativt. Dette er imidlertid ikke et universelt mønster. En studie av fugler viste at arter som er tilpasset urbane miljøer, gjør det bedre jo mer urbane habitatet deres er. For mange arter er urbane områder derimot lite attraktive som habitat og generelt er artsmangfoldet i urbane økosystemer lavere enn i andre økosystemer.

3.2 Hovedområde 2: Oversikt over tilgjengelig kunnskap om tilstanden i urbane økosystem

Det biologiske mangfoldet i urbane grøntområder og vann er under press fra det omkringliggende bymiljøet, klimaendringer, fortetting og nedbygging samt forurensning og fremmede organismer. Ved siden av en oversikt over kunnskapsgrunnlaget om det biologiske mangfoldet i urbane økosystemer, er det derfor viktig å få innsikt i grad av påvirkning fra ulike påvirkningsfaktorer, og hvordan de påvirker tilstanden til urbane økosystemer. Her gir vi først en oversikt over relevante indikatorer for å måle tilstanden for biologisk mangfold i urbane økosystem. Deretter går vi inn på relevante påvirkningsfaktorer i form av trusler og belastninger. Avslutningsvis prøver vi å si litt om status for økosystemtilstanden i urbane miljøer.

Kunnskap om indikatorer for økosystemtilstand

Representative indikatorer for økosystemtilstand er spesielt viktige for natur som er fragmentert på små arealer og i rask endring. Her gir vi en oversikt over de indikatorene som er blitt brukt for å si noe om økosystemtilstand i urbane økosystemer i Norge, Sverige, Danmark og Finland.

Litteraturen viste til tre forskjellige typer av indikatorer for økosystemtilstand i urbane miljøer. Den første av disse går på fysisk spredning og konfigurering av habitattyper. Størrelse, isolasjon, og konektivitet ble fremhevet som viktige indikatorer for populasjonsdynamikk og tilstanden til biologisk mangfold. For eksempel viste (Dale 2018) at fuglefaunaen i Oslos parker ble mer

⁹ Artsdatabanken.no

artsfattige desto mindre arealene var og desto mer isolert parkene lå. På lik linje viste (Sandström et al. 2006) en minkende trend i både artsriktighet og antall fugler fra forskjellige økologiske grupper ifra Stockholms bygrense hvor vegetasjonsdekket var mer komplekst og inn i bykjernen hvor grøntarealene hadde mindre naturlig struktur. Også kiselalger (diatomeer), virvelløse akvatiske dyr, amfibier og insekter som lever i død ved har vist at graden av funksjonell blå-grønn konnektivitet mellom habitater har betydning for økosystemtilstanden i Oslo (Mutinova et al. 2020) og i Stockholm (Löfvenhaft et al. 2002, Furberg et al. 2020, Hyseni et al. 2021).

Den andre typen av indikatorer gikk på dominans, andelen stedegne arter, og interaksjonene mellom stedegne og fremmede arter. For denne indikatortypen ble så forskjellige organisme-grupper som trær (Sjöman et al. 2012), fugler (Dale 2018), og edderkoppdyr (Arachnida) (Søren 2018, Lövei et al. 2019) dekket. For både trær og vevkjerringer ble det vist til en økt andel fremmede arter med urbanisering (Sjöman et al. 2012, Søren 2018). For fugler minket artsrikdommen med en minkende andel stedegen vegetasjon (Dale 2018). Det ble også vist til en økt dominans av noen tresorter og edderkoppdyr i urbane miljøer (Sjöman et al. 2012, Søren 2018, Lövei et al. 2019). Effekten av den økte andelen fremmede arter, minkende artsrikdommen, og økte dominansen av noen få arter antas å være negativ for økosystemtilstanden. Derimot trekkes det frem viktige kunnskapshull. Studien fra Danmark som så på populasjonsutviklingen hos vevkjerringer, peker ut et behov for eksperimentelle studier for å sikkert kunne konkludere om interaksjonseffektene mellom stedegne og fremmede arter (Søren 2018). Også studien om bytrær fremmer et behov for å teste effekten av ulike nivåer av dominans i artssammensetning for å sikre økologisk motstandsdyktighet (resiliens) og god økologisk tilstand i bymiljøet (Sjöman et al. 2012).

Den tredje indikatoren for økosystemtilstand som ble trukket frem i litteraturen var relatert til forekomst av følsomme og rødlistede arter. For limniske økosystemer i urbane miljøer har bunnlevende kiselalger (bentiske diatomeer; (Mutinova et al. 2020) og ulike familier av virvelløse, akvatiske dyr blitt trukket frem som gode indikatorer (Bergan 2021). Ved bruk av standard diatomeindekser kan man se hvordan andelen arter som er mer eller mindre følsomme overfor eutrofiering og forurensing endrer seg med økt urbant press og forringet økologisk tilstand i Oslos bymiljø (Mutinova et al. 2020). Slik kan ulike indekser som tar høyde for endret artssammensetning, gi informasjon om økosystemtilstanden (Bergan 2021). På lik linje kan tilstedeværelsen av rødlistede arter gi en indikasjon på økt eller forringet økologisk tilstand, som for Helsinki i Finland, hvor Korhonen et al. (2021) fant færre rødlistearter i områder med økt urbant press.

Oppsummert viser kunnskap om indikatorer for økologisk tilstand i urbane miljøer til tre hovedtyper. Disse går på fysisk spredning og konfigurering av habitat, dominans og andel stedegne arter i forhold til fremmede arter, og forekomst av følsomme og rødlistede arter. Kunnskap om indikatorer for urban økosystemtilstand er basert på flere forskjellige artsgrupper i både akvatiske og terrestriske økosystemer. I litteraturen pekes det på kunnskapshull om økologisk tilstand både i forhold til interaksjonseffektene mellom stedegne og fremmede arter, samt effekten av ulik grad av dominans i artssammensetning på motstandsdyktigheten til urbane økosystemer.

Kunnskap om relevante trusler og belastninger på ulike urbane økosystemtyper

Her viser vi til de driverne og truslene som har størst innvirkning på urbane økosystemer i Norge, Sverige, Danmark, Finland, og Tyskland. Disse inkluderer fortetting, nedbygging, økt menneskelig aktivitet, press fra fremmede arter, klimaendringer, og forurensing.

Til de mest siterte truslene og belastningene på ulike urbane økosystemer, hører forvaltningsintensitet, fortetting og nedbygging med påfølgende økt menneskelige aktivitet. Fra Malmö i Sverige viser en studie hvordan mer intens skjøtsel med mer frekvent gressklipping over tid førte til at sommerfuglebestanden minsket i både artsriktighet og antall individer (Aguilera et al. 2019). Skjøtelsintensitet har også en betydelig effekt på artsriktdommen til plantene i urbane gressletter (Rudolph et al. 2017). Dette ble ytterligere bekreftet av en studie om relativt ville urbane grøntområder, som viser at jo villere (mindre tilrettelagt) urbane grøntområder er, jo

høyere er det biologiske mangfoldet (Müller et al. 2018). Det samme har vist seg å stemme for sopp knyttet til død ved (Korhonen et al. 2021).

Slik homogenisering av artssammensetningen med økt fortetting og nedbygging er også blitt observert i mange andre urbane miljøer i Sverige, Norge og Finland (Löfvenhaft et al. 2002, Dale 2018, Hyseni et al. 2021, Kuussaari et al. 2021). Det er også foreslått at selv størrelsen på byen kan ha negativ innvirkning på artssammensetningen i urbane økosystemer, siden dette fører til økt isolering av habitater lenger inn i bykjernen (Sandström et al. 2006) og sannsynligvis økt trafikk som påvirker økosystemer negativt (Löfvenhaft et al. 2002). Habitatfragmentering, intensiv skjøtsel, og økt press på artsmangfold i urbane økosystemer som følge av fortetting, nedbygging og økt menneskelig aktivitet representerer dermed noen av de viktigste negative påvirkningsfaktorene (Furberg et al. 2020, Adem Esmail et al. 2022, Zingraff-Hamed et al. 2022).

I tillegg er noen påvirkningsfaktorer mindre godt forstått. Et eksempel er effekten av dominans av spesifikke arter med urbane grønne områder på andre arter, som at dominansen av lind i norske byer potensielt kan være problematisk. I over et århundre har store mengder døde humler blitt påtruffet under lindetrær og noen ganger har antallet døde humler vært så stort at de i media har blitt omtalt som massedød (Kyrkjebø Vinnes et al. 2022). Til tross for dette, er forholdet mellom lindetrær og humledøden ukjent (Kyrkjebø Vinnes et al. 2022), men det er sannsynligvis forårsaket av en kombinasjon av forskjellige faktorer¹⁰, noe som understreker kompleksiteten til interaksjonene i og funksjonene til ulike økosystemer (Kyrkjebø Vinnes et al. 2022).

Påvirkning fra fremmede arter er nest vanligst i litteraturen. En kartlegging av fremmede arter viste at 3% av alle arter med stabil reproduksjon i Norge er fremmede arter (Sandvik et al. 2019). Urbane miljøer er det nest mest påvirkede økosystemet i Norge av fremmede arter og antallet påviste fremmede arter korrelerer positivt med populasjonstetthet (Sandvik et al. 2019). Dette kan delvis forklares med andelen importerte ornamentale arter (Forsgren et al. 2015). I forlengelse har økt andel fremmede arter i urbane miljøer en sterk innvirkning på den totale artssammensetningen. Det er for eksempel vist at mer urbane parker ofte har en økt andel fremmede tresorter og mindre naturlig vegetasjonsstruktur (Sandström et al. 2006, Lövei et al. 2019). Dette påvirker i sin tur artssammensetningen hos andre artsgrupper som fugler (Sandström et al. 2006, Dale 2018) og edderkoppdyr (Søren 2018, Lövei et al. 2019). Fremmede arter kan også påvirke urbane økosystem negativt gjennom økt konkurranse som fortrenger stedegne arter (Lampinen et al. 2015, Søren 2018, Hyseni et al. 2021). Fremmede arter antas dermed å kunne påvirke den økologiske motstandsdyktigheten til urbane økosystem negativt i forhold til fremtidige trusler som sykdommer, skadedyr, og endret klima (Sjöman et al. 2012). Her mangler det kunnskap og de fremmede artene antas også kunne bidra til utvidet biologisk mangfold og funksjonalitet i urbane økosystem som typisk har et endret klima sammenlignet med nærliggende natur (Sjöman et al. 2012, Zisenis 2015).

Endret klima, både lokalt som følge av urbanisering og et endret fysisk miljø med for eksempel varmere og tørrere forhold, og regionalt/globalt - med hyppigere ekstremvær - påvirker økosystemtilstanden i urbane miljøer negativt (Esperon-Rodriguez et al. 2022). Økte temperaturer, urbane hetebølger og tørrere jord med forhøyet pH og økt andel næringsstoffer påfører økosystemene stress og fører til et tap av arter (Korhonen et al. 2021, Petersen et al. 2021). Utvasking av forurensende stoffer fra sedimenter og avløp med flomvann og overvannsavrenning er også noe som vil kunne øke med hyppigere ekstremvær (Saltveit et al. 2014). Dette vil påvirke artssammensetningen i urbane økosystemer siden ulike typer forurensing har betydelig innvirkning på overlevelsen til arter. Over lang tid kan dette også påvirke funksjonaliteten til økosystemer. For eksempel har urban avrenning, lekkasje fra gamle deponier, forurensede sedimenter og forurensingsepisoder ved flere tilfeller tatt livet av både fisk og encellede organismer i Oslos elver (Saltveit et al. 2014, Mutinova et al. 2020) og det har tatt tid før økosystemene henter seg helt

¹⁰ <https://www.nina.no/Aktuelt/Nyheter/Nyhetsartikkel/ArticleId/5027/Linden-frikjennes-for-humled-248-d>

igjen etter slike episoder. Også andre typer av forurensing som pesticider og luftforurensing påvirker urbane økosystemer negativt gjennom å innvirke på overlevelsesraten og funksjonaliteten til ulike arter (Baldock 2020, Petersen et al. 2021).

Oppsummert står urbane økosystemer overfor mange trusler og belastninger som kan knyttes til fortetting, nedbygging, og økt menneskelig aktivitet, press fra fremmede arter, klimaendringer, og forurensing. Noen av disse har forsterkende interaksjonseffekt så som fortetting som typisk fører til økt press på urbane artssamfunn fra menneskelig aktivitet eller klimaendringer og forurensing. Kunnskapshull er særlig knyttet til effektene av fremmede arter på funksjonaliteten og motstandsdyktigheten til urbane økosystemer. Fremmede arter, særlig invaderende fremmede arter, kan utkonkurrere stedegne arter og føre til en homogenisering av artssamfunn. Samtidig har urbane økosystemer endrede fysiske forhold og klima sammenlignet med inntilliggende natur. Arter i urbane økosystemer blir derfor utsatt for forhøyet stress i form av økt temperatur, økt næringsinnhold i jord og vann, og forurensing. Det er derfor foreslått at fremmede arter med andre tålegrenser enn stedegne arter kan bidra til økt diversitet og motstandsdyktighet i urbane økosystemer. Dette er imidlertid høyst usikkert og krever mer kunnskap.

Kunnskap om økologisk tilstand i urbane økosystemer

Kunnskap om nåværende økosystemtilstand og utvikling for representative urbane økosystemer i Norge er relativt tynn. Best er den i forhold til de akvatiske økosystemene, hvor det eksisterer lange tidsserier med overvåkingsdata (Saltveit et al. 2014). For Oslos elver har økosystemtilstanden over tid vært vurdert som mestedels god i de øvre strekningene, men dårligere lenger nedstrøms (Saltveit et al. 2014). Også i mindre vassdrag er tilstanden blitt vurdert som relativt god og det er ikke blitt påvist forskjeller i artsrikdom blant alger langs mer eller mindre urbaniserte bekkestrekninger i Oslo (Mutinova et al. 2020). I motsetning viser noen arter en nedadgående populasjonstrend. Elvemusling, for eksempel, er en truet art som finnes i Sognavannsbekken i Oslo, og som har blitt påvirket negativt av redusert oksygeninnhold i bunnsubstratet som følge av eutrofiering og økt akkumulering av fine sedimenter på bunn (Magerøy 2021). Overvåkingsdata viser at oksygeninnholdet i bunnsubstratet varierer fra år til år (Magerøy 2021). Dette gjør det vanskelig for elvemuslingene å reprodusere (Magerøy 2021). Elveovervåking i Trondheim viste at ved 3 av 32 overvåkingsstasjoner var den økologiske tilstanden svært god og ved 14 overvåkingsstasjoner var tilstanden god (Bergan 2021). Ved 9 overvåkingsstasjoner var tilstanden moderat mens 6 overvåkingsstasjoner viste at tilstanden var dårlig (Bergan 2021). Overvåkingsdataene viste imidlertid også til stor årlig variasjon som sannsynligvis kan skyldes forureningsepisoder (Bergan 2021).

For økosystemer på land vises det til tydelige forskjeller i artssammensetning mellom urbane og ikke-urbane områder. Gjennom å sammenligne globale vegetasjonstrender med lokale forhold i Trondheim, fant Petersen et al. (2021) at urbane økosystemer favoriserer planter med stor toleranse for jord med lav fuktighet, høy pH og mye næringsstoffer. Dette reflekterer en dårligere økologisk tilstand for urban jord som generelt er både tørrere og mer utsatt for forurensing enn jord i ikke-urbane økosystemer (Petersen et al. 2021). Studier av fugler i Norge (Sandström et al. 2006, Dale 2018) og insekter i Danmark (Søren 2018, Lövei et al. 2019) viser også til homogeniserte og fattigere artssamfunn i urbane økosystemer med minkende grad av stedegen vegetasjon og naturlig struktur. Dette betyr derimot ikke at det ikke kan finnes kvalitetshabitater selv i bykjernen, som vist for eksempel for pollinerende insekter i Oslo og Stavanger (Stange et al. 2017, Stange et al. 2019). Men generelt ser økt grad av urbanisering ut til å føre til en redusert økologisk tilstand som for urbane tresamfunn som stort sett domineres av svært få arter (Sjöman et al. 2012). Studien som omhandler urbane tresamfunn i byer med flere enn 200 000 innbyggere i Norge, Danmark, Sverige og Finland, viser også hvor mangelfullt kunnskapsgrunnlaget for Norske urbane økosystemer er, siden det ikke forelå et tilstrekkelig datagrunnlag for at Bergen kunne bli vurdert (Sjöman et al. 2012).

Oppsummert er kunnskapsgrunnlaget over status for økologisk tilstand i norske urbane økosystemer veldig tynt. Det skal sies at vi i vårt søk også så etter informasjon fra andre europeiske

land med lignende klima som i Norge. Også her var det svært lite informasjon å hente. Basert på den litteraturen som vi har lest, er den økologiske tilstanden best kjent for akvatiske økosystemer i Oslo og til en viss grad i Trondheim. For elver og bekker i Oslo har økosystemtilstanden vært relativt stabil og stabilt god i de øvre delene av vassdragene, men dårligere lenger nedstrøms. For økosystemer på land er tilstanden dårligere kjent, men preget av en høy andel fremmede arter, arter med høy toleranse mot ulik forurensing og i stor utstrekning homogeniserte og relativt fattige artssamfunn.

3.3 Hovedområde 3: Forventet utvikling av urbane økosystemer

Norske byer, og europeiske byer generelt, er dynamiske aktivitetssentre. Bynaturen er derfor konstant gjenstand for endringer. I tillegg forventes klimaendringer å påvirke europeiske byer på ulike måter. Dette betyr at bortsett fra dagens omfang av biologisk mangfold og økologisk tilstand, er det også nyttig å få en oversikt over forventet fremtidig utvikling av urbane økosystemer. Her gir vi en oversikt over komparative studier av forventet utvikling i europeiske byer. Fordi referansetilstand i urbane økosystemer stort sett er metodisk uavklart, finnes det få eksempler av definerte referansetilstander. Et unntak er den økologiske tilstanden i vassdrag, hvor referansetilstanden er definert ut ifra ikke-urbane referansevassdrag i hht. vannforskriftens system.

Kunnskap om forventet utvikling i Nordeuropeiske byer

I Nordeuropeiske byer forventes presset på urbane økosystemer å endre seg. Urbanisering legger økende press på den begrensede plassen som er tilgjengelig i byer og kan føre til økt bruk av urbane grønne områder. En undersøkelse gjort av Randrup et al. (2020) blant finske, danske og svenske urbane grøntområdeforvaltere forventet rundt 40 % av dem at den opplevde kvaliteten på urbane grøntområder ville øke i løpet av de neste 3-5 årene. Rundt 40 % mente at den opplevde kvaliteten ville forbli stabil eller avta (Randrup et al. 2020). Hovedårsaken til forringet kvalitet i urbane grøntområder var ifølge forvalterne fortetting av urbane områder som fører til fragmentering av grønne arealer (Randrup et al. 2020). Omtrent 85 % av respondentene forventet at antallet urbane grøntområder ville øke sammenlignet med 2019 (Randrup et al. 2020). Over 70 % forventet også at den totale størrelsen på urbane grøntområder ville øke (Randrup et al. 2020). Imidlertid forventet mindre enn halvparten av grøntområdeforvaltere at budsjettet for forvaltning av grønne områder vil øke, noe som tyder på en spenning mellom forventet økning i areal som skal forvaltes og tilgjengelig budsjett (Randrup et al. 2020).

Selv om vi ikke fant litteratur som spesifikt omhandlet forventet fremtidig utvikling av urbane økosystemer, kan vi spekulere i sannsynlige fremtidige trender basert på historiske data. Tatt i betraktning de nedadgående trendene for stedegne arter i fastmarkssystemer, beskrevet i avsnittet om dagens omfang av urbant biologisk mangfold, er det mulig at antallet stedegne arter vil fortsette å avta over tid. Arter som er godt tilpasset urbane områder, som ringdue, samt fremmede arter, kan muligens fortsette å bli mer dominerende. En slik utvikling vil kunne føre til videre homogenisering av de urbane artssamfunnene. Samtidig vil mindre intensiv skjøtsel eller tiltak som at man lar omgjør plen til blomsterenger eller lar gamle, store, døde trær ligge i parkområder som «insekthotell» kunne bidra til økt urbant artsmangfold.

Klimaendringer forventes å føre til høyere temperaturer og hyppigere og mer intense nedbørmengder (Pörtner et al. 2022). Dette kan føre til endret artsmangfold, introduksjon av nye arter fra tidligere varmere klima, samt et økt behov for blågrønn infrastruktur som kan fungere som vannbuffer og avrenningskanal for å hindre flomskader. Historiske observasjoner av antall naturaliserte fremmede arter i Norge viser også en positiv trend over tid, samt en positiv sammenheng med menneskelig befolkningstetthet (Sandvik et al. 2019). Basert på disse trendene antar vi at antallet fremmede arter i norske byområder sannsynligvis vil fortsette å øke også i fremtiden. Et økt antall ikke-invaderende fremmede arter kan kanskje bidra positivt til urbane økosystemer og artsmangfoldet, særlig i områder hvor de stedegne artene sliter (Sjöman et al. 2012, Zisenis 2015), eller i eksklusivt urbane habitater som ruderatmark eller brownspace. Det er derfor mulig

å tenke seg en utvikling av urbane økosystemer som til tross for en markant forskjell i artssammensetning, sammenlignet med ikke-urbane habitater, allikevel kan opprettholde et høyt mangfold av arter og økologisk funksjonalitet.

For økologisk tilstand i akvatiske økosystemer finnes referansetilstander (Saltveit et al. 2014). For vann i Oslo og Trondheim har man over tid sett en forbedring i vannkvalitet og artssammensetning i forhold til referansetilstanden (Saltveit et al. 2014, Bergan 2021). Samtidig har man også sett at den økologiske tilstanden har variert over tid (Saltveit et al. 2014, Bergan 2021) og at noen arter sliter (Magerøy 2021). Hvorvidt den økologiske tilstanden i Norges urbane vann fortsatt vil være god eller utbedret i fremtiden avhenger sannsynligvis fremtidige effekter av klima og menneskelig aktivitet på vanntemperatur, turbiditet, næringsinnhold, oksygeninnhold, sedimentering, og forurensing.

Kunnskap om forventet utvikling i Nordeuropeiske tettsteder

Urbane økosystemer i tettsteder har andre egenskaper og møter et annet press enn de i større byområder. Pågående sentralisert urbanisering kan føre til at mindre tettsteder blir mindre befolket, spesielt i mer avsidesliggende områder (Heleniak and Sánchez Gassen 2020). Dette gjør det sannsynlig at fremtidig press på denne typen urbane økosystemer er forskjellig fra de i byer. Det er også rimelig å anta at nedbygget areal i norske tettsteder utgjør en mindre prosentandel av det totale arealet enn det gjør i større byer, og at bebyggelsen typisk er mere spredt med større private hager. Urbane økosystemer i norske tettsteder vil derfor høyst sannsynlig være tettere knyttet til økosystemene rundt tettstedet og være mindre fragmentert enn i tettere bebygde områder. Gitt det lavere innbyggerantallet i norske tettsteder, sammenlignet med større byer, er det også rimelig å anta at urbane økosystemer i norske tettsteder er mindre påvirket av menneskelige forstyrrelser som trafikk som fører til luftforurensning og støy. Derimot fant vi ingen studier som så på forventet utvikling av urbane økosystemer ut fra en bestemt referansetilstand i tettsteder innenfor vårt geografiske område. Tatt i betraktning de forventede forskjellene i biologisk mangfold, økosystemtilstand, press, trusler, og forventet fremtidig utvikling til habitater i tettsteder, foreslår vi en mer omfattende gjennomgang av grå litteratur som ser spesifikt på betydningen av natur i norske tettsteder. Det vil også være mulig å teste noen av antakelse som presenteres her gjennom romlige analyser av fjernmålingsdata supplert med informasjon om arter og deres biologi.

4 Diskusjon og anbefalinger

Dette litteraturstudiet hadde som mål å gi en bred oversikt over tilgjengelig publisert kunnskap om urbane økosystemer, deres biologiske mangfold og økologiske tilstand. Geografisk var studiet avgrenset til Norge og et utvalg nord-vesteuropeiske land med lignende sosioøkologiske forhold. Mens det eksisterer en stor og raskt voksende mengde litteratur rundt temaet urbane økosystemtjenester og hvordan urbane samfunn drar nytte av tilgang til natur, er forskningen på de økologiske egenskapene til urbant biologisk mangfold i Norge og dets naboland mer begrenset. Litteraturgjennomgangen som presenteres her, viser at noen temaer er bedre representert enn andre. Den viser også at litteratur som omhandler biologisk mangfold i urbane miljøer typisk definerer bynatur som noe adskilt fra den grå infrastrukturen. Til tross for at urbane miljøer er konstruert av og for mennesker, og til tross for at økosystemer bare kan ses på som urbane hvis de er i byer eller tettsteder, ble urbane økosystemer typisk beskrevet som små lommer eller rester av natur i en urban matrise. De grå elementene ble dermed sjeldent betraktet eller anerkjent som den delen av urbane økosystemer som de nødvendigvis er.

Forskjellige indikatorer for å måle artsmangfold, samt bruk av disse, var relativt godt representert i litteraturen. Derimot fant vi ingen eller svært få studier som beskrev den genetiske eller funksjonelle variasjonen innen og mellom arter og artssamfunn i urbane miljøer. Også studier om forventet fremtidig utvikling av urbant biologisk mangfold og økosystemtilstand var svært begrenset. Informasjon om forventet fremtidig utvikling av økosystemer i tettsteder manglet helt. I det hele tatt viste den innsamlede litteraturen et usammenhengende bilde, hvor noen temaer hadde mer omfattende kunnskapshull enn andre. Selv om denne rapporten er et første skritt i retning mot et samlet kunnskapsgrunnlag om tilstanden i norske urbane økosystemer, er litteraturgjennomgangen som presenteres her, på ingen måter fullstendig. Vår anbefaling er derfor i første rekke å fylle ut resterende kunnskapshull med mer omfattende litteraturstudier. Hvis det deretter gjenstår betydelige hull, kan ny original forskning bidra til å fylle disse.

Typologier for urbane økosystemer finnes i ulik utforming til ulike formål, og varierer i grad av kompleksitet og romlig oppløsning. I byplanlegging finnes det flere systemer for å kategorisere ulike typer bynatur, for eksempel Oslos blågrønne faktor. Slike typologier er ikke spesifikt basert på økosystemstruktur, tilstand eller biologisk mangfold, men på funksjonelle egenskaper til infrastrukturen, for eksempel i forhold til kapasitet for overvannshåndtering. Dette gjør dem mindre egnet til å vurdere omfanget av biologisk mangfold i et område, selv om det synes rimelig å anta at strukturell kompleksitet vil korrelere med antallet arter. Oppsummert finnes mange typologier for å klassifisere urbane økosystemer, men det optimale valget av typologi vil avhenge det tiltenkte formålet med å definere ulike typer urbane økosystemer.

Urbant biologisk mangfold ble primært beskrevet som artsmangfoldet til et område. Genetisk og funksjonell variasjon innen arter og artssamfunn ble i vesentlig grad ikke dekket av den urbane økosystemlitteraturen. Artsmangfoldet ble målt ved en rekke ulike metoder med varierende grad av kompleksitet. Metodene som vi fant ved vår litteraturgjennomgang kan grupperes i tre hovedtyper: 1. Enkle variabler som artsrikdom (antallet ulike arter i en prøve eller i et område), eller abundans (antallet individer innen arter i en gitt prøve eller område); 2. Indekser basert på en vektet kombinasjon av de nevnte variablene; og 3. Bruk av indikatorarter som på grunn av deres avhengighet av økosystemhelse eller assosiasjon med flere andre arter, kan fungere som en proxy for å si noe om forventet omfang av biologisk mangfold. Avhengig tilgjengelig data og informasjonsbehovet som en gitt studie eller overvåkingsprosjekt skal dekke, finnes dermed flere metoder for å måle artsmangfold. Valg av fremgangsmåte bør baseres på en nøye vurdering av hvilke metoder som best egner seg i forhold til lokale forutsetninger og spesifikke forvaltningsformål.

Kunnskap om omfang av urbant biologisk mangfold ble dekket for flere ulike organismegrupper. Blant annet for fisk, akvatiske og terrestriske insekter, planter, fugler og pattedyr. Litteraturen viste at urbane økosystemer kan holde på et stort antall arter, deriblant urbane spesialister, og

fungere som refugia for arter som ellers er i nedgang. Men i de aller fleste tilfeller viser litteraturen at de urbane artssamfunne er langt fattigere og mindre komplekse enn i ikke-urbane områder. Videre viste litteraturen at over tid, og i takt med økt urban fortetting, har antallet stedegne arter i urbane områder gått kraftig ned. Samtidig har antallet fremmede arter økt. Til tross for at omfang av urbant biologisk mangfold var det undertemaet som litteraturen dekket best, mangler kunnskap om flere organismegrupper, for eksempel i jord. Vi fant ingen studier som tok for seg flere taksa samlet eller så på interaksjonseffekter mellom ulike artsgrupper i fastmarkssystemer. For flere arter og urbane artssamfunn mangler langtidsstudier. Vi fant ingen studier som omhandlet genetisk mangfold innen urbane artssamfunn eller populasjoner. Vi fant heller ingen studier som sammenlignet genetisk variasjon innen urbane og ikke-urbane artssamfunn eller populasjoner av samme art.

Indikatorer for økologisk tilstand i urbane miljøer kan deles inn i tre hovedtyper. Disse går på fysisk spredning og konfigurasjon av habitat, dominans og forholdet mellom innfødte og fremmede arter, og forekomst av følsomme og truede arter. Kunnskap om indikatorer for urban økosystemtilstand er basert på flere ulike akvatiske og terrestriske artsgrupper. Imidlertid mangler informasjon om interaksjonseffekter mellom arter i urbane økosystemer, spesielt i forhold til det stadig økende antallet fremmede arter. Vi mangler også informasjon om effekten av ulik grad av artsdominans på økosystemenes motstandsdyktighet og funksjonalitet. Slik informasjon kan være viktig i forhold til forvaltning av urbane økosystemer siden disse ofte domineres av et relativt lite antall arter som er mer eller mindre godt tilpasset bymiljøet.

Litteraturen viser at trusler og press på urbane økosystemer hovedsakelig kommer fra menneskelig aktivitet. En sentral utvikling som reduserer økosystemets tilstand, er fortetting av det bygde miljøet. Urban fortetting fører til fragmentering av grøntarealer, lysforurensning, lydforurensning og økt menneskelig bruk av gjenværende grønne områder. Fremmede arter er vanligere i urbane områder enn i andre økosystemer og utgjør en trussel mot stedegne arter. Effekten av spesifikke fremmede arter på økosystemtilstanden varierer imidlertid avhengig av økosystemtype og art. En tredje trussel mot urbane økosystemer er klimaendringer, som kan føre til økt varmestress og endringer i tilgjengeligheten av næringsstoffer og vann. I denne sammenheng spekulerte noen av forfatterne til studiene som vi har sett på, i at fremmede arter som er bedre tilpasset et endret klima, kan anses som positivt for å opprettholde funksjonaliteten til urbane økosystemer. De samme forfatterne advarer samtidig mot at en introduksjon av fremmede arter kan føre til betydelige endringer i økosystemfunksjoner som ennå ikke er fullt forstått, og peker på at det her kreves videre studier.

Kunnskapsgrunnlaget om økologisk tilstand i urbane økosystemer i Norge og Fennoskandia er tynnere enn kunnskapsgrunnlaget om biologisk mangfold. Akvatiske økosystemer er de best studerte urbane økosystemene, med lange tidsserier av overvåkingsdata fra Oslo og Trondheim. Disse overvåkingsprogrammene viser at den økologiske tilstanden i Oslo-vassdrag over tid har vært stabilt god oppstrøms, men nedstrøms har forurensningsepisoder ført til redusert økosystemtilstand. For terrestriske urbane økosystemer er langtidsovervåking av økosystemtilstand sjelden, men funn indikerer at habitatfragmentering, menneskeskapt press på sensitive arter og forekomsten av fremmede arter reduserer økosystemets tilstand. For å bedre kunnskapsgrunnlaget om økosystemtilstand på land, anbefaler vi langtidsovervåking av terrestrisk urban økosystemtilstand på lik linje som i de akvatiske systemene.

Et sentralt funn om forventet fremtidig utvikling for artsriktighet i urbane økosystemer er det høye nivået av usikkerhet. Presset fra fortetting, habitatfragmentering, forekomst av fremmede arter og klimaendringer forventes å øke, men hva effekten av disse vil være på urbant biologisk mangfold og økosystemtilstand, er foreløpig uklart. Andre faktorer, som forvaltningsintensitet av urbane grønne områder og økt inkludering av grønne områder i bygninger, er kjent for å påvirke økosystemene, men det er ingen klar konsensus om hvordan disse trendene vil utvikle seg i fremtiden. Når det gjelder tettsteder, identifiserer vi her et stort kunnskapshull. I tilfeller der informasjon om forventet fremtidig utvikling i urbane økosystemer diskuteres, så gjøres det typisk for mellomstore til store byer. Vi fant ingen relevant litteratur om forventet fremtidig utvikling av

urbane økosystemer i tettsteder. En mer inngående gjennomgang av grå litteratur kan muligens bidra til å fylle dette kunnskapsgapet, men generelt ser tettsteder ut til å være underrepresentert i den urbane økosystemlitteraturen. Derfor trengs det trolig ny forskning og overvåking for å kaste lys over trender og forventet utvikling av biologisk mangfold og økosystemtilstand i tettsteder.

Avslutningsvis vil vi peke på at denne litteraturgjennomgangen er et første forsøk på å sammenstille det eksisterende kunnskapsgrunnlaget om urbane økosystemer med søkelys på Norge, og i mindre grad, omkringliggende land. Dette er på ingen måter en fullstendig uttømmende gjennomgang, men den er ment å legge et grunnlag for relevant kunnskap om typologier, indikatorer og status for biologisk mangfold, trusler og påvirkninger, indikatorer og status for økologisk tilstand og forventede fremtidig utvikling. Dette grunnlaget kan bygges videre på ved mer spisset litteraturgjennomgang innen spesifikke emner, så vel som ved ny forskning, overvåkingsprogrammer, modellering og interessentengasjement. Andre kilder til nyttig informasjon for å utvide dette kunnskapsgrunnlaget kan være nasjonale åpne artsdatabaser, som Artsdatabanken¹¹ i Norge. Avslutningsvis kan våre hovedfunn oppsummeres slik:

- Typologier for urbane økosystemer finnes i ulike former spesielt skreddersydd for deres tiltenkte funksjon. Typologier som vanligvis brukes i byplanlegging, som Oslos blågrønne faktor, fokuserer imidlertid ikke spesifikt på habitatkvalitet eller biologisk mangfold.
- Innen litteraturen om urbant biologisk mangfold ble urbane økosystem primært beskrevet som små lommer eller rester av naturlig habitat i et ellers konstruert landskap av grå infrastruktur. De grå elementene ble dermed sjeldent betraktet eller anerkjent som den delen av urbane økosystemer som de nødvendigvis er.
- Urbant biologisk mangfold ble primært beskrevet som artsmangfoldet til et område. Genetisk og funksjonell variasjon innen arter og artssamfunn ble tilnærmet ikke dekket.
- Urbant artsmangfold ble studert for et bredt spekter av arter. Sammenlignet med ikke-urbane økosystemer viser litteraturen til generelt lavere og minkende nivåer av stedegne arter samt et høyt og økende antall fremmede arter i byer. Litteraturen viser også eksempler på urbane økosystemer som refugia og nisje samt et sted for eksklusivt urbane habitater som kan bidra positivt til det totale artsmangfoldet.
- Indikatorer for økologisk tilstand i urbane miljøer dekket fysisk spredning og konfigurering av habitat, dominans og forholdet mellom innfødte og fremmede arter samt forekomst av følsomme og truede arter. Interaksjonseffekter mellom arter i urbane økosystemer og informasjon om effekten av ulik grad av artsdominans på økosystemenes motstandsdyktighet og funksjonalitet, ble ikke dekket.
- Sentrale påvirkningsfaktorer og trusler mot artsmangfoldet i urbane økosystemer inkluderer fortetting, habitatfragmentering, forvaltnings- og bruksintensitet, fremmede arter og klimaendringer. Alle disse er til en viss grad studert, men kunnskapshull eksisterer på spesifikke områder, som i forhold til jordsmonnets biologiske mangfold og interaksjonseffekter mellom ulike påvirkningsfaktorer på det biologiske mangfoldet og økosystemhelse.
- Økologiske referansetilstander finnes for urbane akvatiske systemer. Disse baseres på ikke-urbane referansevassdrag. Vi fant ingen definerte økologiske referansetilstander for urbane fastmarkssystemer.
- Økologisk tilstand i urbane akvatiske systemer er relativt godt studert, og for Norge relativt gode. Derimot varierer den økologiske tilstanden noe over tid og noen steder sliter en del arter. Forskning fra urbane fastmarkssystemer viser at den økologiske tilstanden ikke er klart definert. Urbane fastmarkssystemer kjennetegnes av homogeniserte artssamfunn med et høyt antall fremmede arter, lav økologisk tilstand i jord, og planter med korte livsløp som er spesielt godt tilpasset jord med lav fuktighet, høy pH og mye næringsstoffer. Vi fant ingen publiserte langtidstudier som så på endringer i økologisk tilstand for urbane fastmarkssystemer over tid. Dette er et kunnskapshull som krever en nærmere litteraturgjennomgang og sannsynligvis at man starter opp med

¹¹ Artsdatabanken.no

overvåkingsprogrammer hvor økologisk tilstand i urbane fastmarkssystemer både defineres og vurderes.

- Forventet fremtidig utvikling av urbane økosystemer er ikke godt dokumentert i litteraturen vi har sett på. Fremtidige implikasjoner av ulike påvirkningsfaktorer som fortetting og klimaendringer for urbant biologisk mangfold og økosystemtilstand er ikke klare. Integreerte modeller som inkluderer ulike belastninger på urbane økosystemer, for å vurdere effektene av ulike fremtidige scenarier, vil være et verdifullt bidrag til litteraturen.

Punktene ovenfor tydeliggjør at kunnskapsgrunnlaget om urbane økosystemer i Norge og omegn er relativt stort, men fragmentert. Våre hovedkonklusjoner er at urbane økosystemer er unike og huser et stort antall arter, men at det er et behov for videre forskning for å fastsette og vurdere urban økosystemtilstand, for å forstå hvordan interaksjonene mellom arter i forhold til menneskelig aktivitet påvirker økosystemfunksjoner, samt i forhold til forventet fremtidig utvikling. Dette kan til dels gjøres i mer spissede litteraturgjennomganger. I tillegg vil langsiktige overvåkingsprogrammer av urbant biologisk mangfold og tilstandsindikatorer være et verdifullt bidrag til kunnskapsgrunnlaget, særlig for fastmarkssystemer, hvor dette enda ikke eksisterer. For akvatiske systemer finnes allerede overvåkingsprogrammer med lange tidsserier. Disse programmene bør opprettholdes.

5 Referanser

- Abrahamczyk, S., J. Liesen, R. Specht, E.-C. Katz and D. Stiels (2020). "Long-term shifts in a suburban breeding bird community in Bonn, Germany." *Bird Study* **67**(4): 448-458. DOI: 10.1080/00063657.2021.1931659.
- Adem Esmail, B., C. Cortinovic, L. Suleiman, C. Albert, D. Geneletti and U. Mörtberg (2022). "Greening cities through urban planning: A literature review on the uptake of concepts and methods in Stockholm." *Urban Forestry & Urban Greening* **72**: 127584. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127584>.
- Aguilera, G., J. Ekroos, A. S. Persson, L. B. Pettersson and E. Öckinger (2019). "Intensive management reduces butterfly diversity over time in urban green spaces." *Urban Ecosystems* **22**(2): 335-344. DOI: 10.1007/s11252-018-0818-y.
- Albrecht, H. and S. Haider (2013). "Species diversity and life history traits in calcareous grasslands vary along an urbanization gradient." *Biodiversity and Conservation* **22**: 2243-2267.
- Amossé, J., K. Dózsa-Farkas, G. Boros, G. Rochat, G. Sandoz, B. Fournier, E. A. D. Mitchell and R.-C. Le Bayon (2016). "Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages." *European Journal of Soil Biology* **73**: 46-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.01.004>.
- Amossé, J., P. Turberg, R. Kohler-Milleret, J.-M. Gobat and R.-C. Le Bayon (2015). "Effects of endogeic earthworms on the soil organic matter dynamics and the soil structure in urban and alluvial soil materials." *Geoderma* **243-244**: 50-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.12.007>.
- Angold, P. G., J. P. Sadler, M. O. Hill, A. Pullin, S. Rushton, K. Austin, E. Small, B. Wood, R. Wadsworth, R. Sanderson and K. Thompson (2006). "Biodiversity in urban habitat patches." *Science of The Total Environment* **360**(1): 196-204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.08.035>.
- Aronson, M. F. J., F. A. La Sorte, C. H. Nilon, M. Katti, M. A. Goddard, C. A. Lepczyk, P. S. Warren, N. S. G. Williams, S. Cilliers, B. Clarkson, C. Dobbs, R. Dolan, M. Hedblom, S. Klotz, J. L. Kooijmans, I. Kühn, I. MacGregor-Fors, M. McDonnell, U. Mörtberg, P. Pyšek, S. Siebert, J. Sushinsky, P. Werner and M. Winter (2014). "A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **281**(1780): 20133330. DOI: doi:10.1098/rspb.2013.3330.
- Baldock, K. C. R. (2020). "Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities." *Current Opinion in Insect Science* **38**: 63-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006>.
- Baldock, K. C. R., M. A. Goddard, D. M. Hicks, W. E. Kunin, N. Mitschunas, H. Morse, L. M. Osgathorpe, S. G. Potts, K. M. Robertson, A. V. Scott, P. P. A. Staniczenko, G. N. Stone, I. P. Vaughan and J. Memmott (2019). "A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities." *Nature Ecology & Evolution* **3**(3): 363-373. DOI: 10.1038/s41559-018-0769-y.
- Baldock, K. C. R., M. A. Goddard, D. M. Hicks, W. E. Kunin, N. Mitschunas, L. M. Osgathorpe, S. G. Potts, K. M. Robertson, A. V. Scott, G. N. Stone, I. P. Vaughan and J. Memmott (2015). "Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **282**(1803): 20142849. DOI: doi:10.1098/rspb.2014.2849.

- Bartasaghi Koc, C., P. Osmond and A. Peters (2017). "Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies." *Urban Ecosystems* **20**(1): 15-35. DOI: 10.1007/s11252-016-0578-5.
- Barthel, S., J. Colding, T. Elmqvist and C. Folke (2005). "History and Local Management of a Biodiversity-Rich, Urban Cultural Landscape." *Ecology and Society* **10**(2).
- Barton, D. N., C. Obst, B. H. Day, A. Caparrós, P. Dadvand, E. Feniche, I. Havinga, L. Hein, T. McPhearson, T. B. Randrup and G. Zulian (2019). Discussion paper 10: Recreation services from ecosystems. Paper submitted to the Expert Meeting on Advancing the Measurement of Ecosystem Services for Ecosystem Accounting, New York, 22-24 January 2019 and subsequently revised. Version of 25 March 2019.
- Bergan, M. A. (2021). Bunndyrovervåking i mindre vassdrag i Trondheim kommune. Undersøkelser i 2020. *NINA Rapport*. Trondheim, NINA.
- Bergan, M. A. and T. H. Nøst (2022). Leirelva til Nidelva i Trondheim. Helhetlig tiltaks- og restaureringsplan for laks, sjørørret og biologisk mangfold. *NINA rapporter*. Trondheim, NINA.
- Blicharska, M., J. Andersson, J. Bergsten, U. Bjelke, T. Hilding-Rydevik and F. Johansson (2016). "Effects of management intensity, function and vegetation on the biodiversity in urban ponds." *Urban Forestry & Urban Greening* **20**: 103-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.012>.
- Bratman, G. N., C. B. Anderson, M. G. Berman, B. Cochran, S. de Vries, J. Flanders, C. Folke, H. Frumkin, J. J. Gross, T. Hartig, P. H. Kahn, M. Kuo, J. J. Lawler, P. S. Levin, T. Lindahl, A. Meyer-Lindenberg, R. Mitchell, Z. Ouyang, J. Roe, L. Scarlett, J. R. Smith, M. van den Bosch, B. W. Wheeler, M. P. White, H. Zheng and G. C. Daily (2019). "Nature and mental health: An ecosystem service perspective." *Science Advances* **5**(7): eaax0903. DOI: doi:10.1126/sciadv.aax0903.
- BREEAM-NOR (2022). BREEAM-NOR v6.0 for nybygg, Grønn Byggallianse.
- Dale, S. (2018). "Urban bird community composition influenced by size of urban green spaces, presence of native forest, and urbanization." *Urban Ecosystems* **21**(1): 1-14. DOI: 10.1007/s11252-017-0706-x.
- Elek, Z. and G. L. Lövei (2007). "Patterns in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages along an urbanisation gradient in Denmark." *Acta Oecologica* **32**(1): 104-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.03.008>.
- Esperon-Rodriguez, M., P. D. Rymer, S. A. Power, D. N. Barton, P. Cariñanos, C. Dobbs, A. A. Eleuterio, F. J. Escobedo, R. Hauer, M. Hermy, A. Jahani, J. C. Onyekwelu, J. Östberg, D. Pataki, T. B. Randrup, T. Rasmussen, L. A. Roman, A. Russo, C. Shackleton, I. Solfjeld, N. S. van Doorn, M. J. Wells, B. Wiström, P. Yan, J. Yang and M. G. Tjoelker (2022). "Assessing climate risk to support urban forests in a changing climate." *PLANTS, PEOPLE, PLANET* **4**(3): 201-213. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10240>.
- Evju, M., V. Bakkestuen, H. H. Blom, T. Brandrud, H. Bratli, B. Nordén, A. Sverdrup-Thygeson and F. Ødegaard (2015). Oaser for arts mangfoldet – hotspot-habitater for rødlistearter. *Temahefte*. Oslo, NINA.
- Ferenc, M., O. Sedláček, R. Fuchs, M. Dinetti, M. Fraissinet and D. Storch (2014). "Are cities different? Patterns of species richness and beta diversity of urban bird communities and regional species assemblages in Europe." *Global Ecology and Biogeography* **23**(4): 479-489. DOI: <https://doi.org/10.1111/geb.12130>.
- Forsgren, E., P. A. Aarrestad, H. Gundersen, H. Christie, N. Friberg, B. Jonsson, Ø. Kaste, M. Lindholm, E. B. Nilsen, G. Systad, V. Veiberg and F. Ødegaard (2015). Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge. Trondheim, NINA: 133.

Furberg, D., Y. Ban and U. Mörtberg (2020). "Monitoring Urban Green Infrastructure Changes and Impact on Habitat Connectivity Using High-Resolution Satellite Data." *Remote Sensing* **12**(18): 3072.

Garnåsjordet, P. A., M. Steinnes, Z. Cimburova, M. Nowell, D. N. Barton and I. Aslaksen (2021). "Urban green. Integrating ecosystem extent and condition data in urban ecosystem accounts. Examples from the Oslo region." *Statistical Journal of the IAOS* **37**: 1247-1274. DOI: 10.3233/SJI-210834.

Hamstead, Z. A., P. Kremer, N. Larondelle, T. McPhearson and D. Haase (2016). "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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.014>.

Hanssen, F., D. N. Barton, Z. S. Venter, M. S. Nowell and Z. Cimburova (2021). "Utilizing LiDAR data to map tree canopy for urban ecosystem extent and condition accounts in Oslo." *Ecological Indicators* **130**: 108007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108007>.

Heleniak, T. and N. Sánchez Gassen (2020). "The demise of the rural Nordic region? Analysis of regional population trends in the Nordic countries, 1990 to 2040." *Nordisk välfärdsforskning | Nordic Welfare Research* **5**(1): 40-57. DOI: 10.18261/issn.2464-4161-2020-01-05.

Hyseni, C., J. Heino, L. M. Bini, U. Bjelke and F. Johansson (2021). "The importance of blue and green landscape connectivity for biodiversity in urban ponds." *Basic and Applied Ecology* **57**: 129-145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.10.004>.

Jokimäki, J., P. Clergeau and M.-L. Kaisanlahti-Jokimäki (2002). "Winter bird communities in urban habitats: a comparative study between central and northern Europe." *Journal of Biogeography* **29**(1): 69-79. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00649.x>.

Jokimäki, J., V. Selonen, A. Lehtikoinen and M.-L. Kaisanlahti-Jokimäki (2017). "The role of urban habitats in the abundance of red squirrels (*Sciurus vulgaris*, L.) in Finland." *Urban Forestry & Urban Greening* **27**: 100-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.021>.

Kaczorowska, A. (2020). "Urban Transformation and Implementation of Green Development Strategies – Case of Gothenburg." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **588**: 052004. DOI: 10.1088/1755-1315/588/5/052004.

Korhonen, A., R. Penttilä, J. Siitonen, O. Miettinen, A. Immonen and L. Hamberg (2021). "Urban forests host rich polypore assemblages in a Nordic metropolitan area." *Landscape and Urban Planning* **215**: 104222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104222>.

Korpilo, S., J. Jalkanen, T. Virtanen and S. Lehvävirta (2018). "Where are the hotspots and coldspots of landscape values, visitor use and biodiversity in an urban forest?" *PLOS ONE* **13**(9): e0203611. DOI: 10.1371/journal.pone.0203611.

Kuussaari, M., M. Toivonen, J. Heliölä, J. Pöyry, J. Mellado, J. Ekroos, V. Hyyryläinen, I. Vähä-Piikkiö and J. Tiainen (2021). "Butterfly species' responses to urbanization: differing effects of human population density and built-up area." *Urban Ecosystems* **24**(3): 515-527. DOI: 10.1007/s11252-020-01055-6.

Kyrkjebø Vinnes, M., I. M. Aalberg Haugen, O. Diserud, F. Ødegaard and J. O. Gjershaug (2022). "Why do we find dead bumblebees under linden trees?" *Ecological Entomology* **47**(5): 855-863. DOI: <https://doi.org/10.1111/een.13175>.

Lampinen, J., K. Ruokolainen and A.-P. Huhta (2015). "Urban Power Line Corridors as Novel Habitats for Grassland and Alien Plant Species in South-Western Finland." *PLOS ONE* **10**(11): e0142236. DOI: 10.1371/journal.pone.0142236.

- Löfvenhaft, K., C. Björn and M. Ihse (2002). "Biotope patterns in urban areas: A conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning." Landscape and Urban Planning - LANDSCAPE URBAN PLAN **58**: 223-240. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00223-7.
- Lövei, G. L., R. Horváth, Z. Elek and T. Magura (2019). "Diversity and assemblage filtering in ground-dwelling spiders (Araneae) along an urbanisation gradient in Denmark." Urban Ecosystems **22**(2): 345-353. DOI: 10.1007/s11252-018-0819-x.
- Maes, J., A. Quaglia, A. Martinho Guimaraes Pires Pereira, M. Tokarski, G. Zulian, F. Marando and S. Schade (2021). BiodiverCities: A roadmap to enhance the biodiversity and green infrastructure of European cities by 2030, EUR 30732 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Magerøy, J. H. (2021). Evaluering av habitatkvalitet for ung elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Viken. Oslo, NINA.
- Mathiesen, H. F., K. Bjørkelo, L. Aune-Lundberg, H. Borch, B. Borchsenius, W. Dramstad, J. Frydenlund, H. M. Hanslin, K. Hobræk, C. W. Mohr, T. Mæhlum, C. Pedersen and G. Sjøgaard (2022). Økt kunnskap om karbonlagring og klimatilpasning i byggesonen. NIBIO Rapport. Ås, NIBIO. **8**: 62.
- Miljødirektoratet (2014). Kartlegging og verdsetting av friluftslivsområder. Rapport M98-2013 (Mapping and valuation of recreation areas). Norwegian Environment Agency.
- Mutinova, P. T., M. Kahlert, B. Kupilas, B. G. McKie, N. Friberg and F. J. Burdon (2020). "Benthic Diatom Communities in Urban Streams and the Role of Riparian Buffers." Water **12**(10): 2799.
- Müller, A., P. K. Bøcher, C. Fischer and J.-C. Svenning (2018). "'Wild' in the city context: Do relative wild areas offer opportunities for urban biodiversity?" Landscape and Urban Planning **170**: 256-265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.027>.
- ONS (2021). UK natural capital accounts: 2021. Statistical bulletin. Office of National Statistics.
- Petersen, T. K., J. D. M. Speed, V. Grøtan and G. Austrheim (2021). "Competitors and ruderals go to town: plant community composition and function along an urbanisation gradient." Nordic Journal of Botany **39**(4). DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.03026>.
- Pörtner, D. C., D. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem and B. Rama (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Randrup, T. B., J. Svännel and A. Sunding (2020). Nordic Urban Green Space Survey, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.
- Remme, R. P., H. Frumkin, A. D. Guerry, A. C. King, L. Mandle, C. Sarabu, G. N. Bratman, B. Giles-Corti, P. Hamel, B. Han, J. L. Hicks, P. James, J. J. Lawler, T. Lindahl, H. Liu, Y. Lu, B. Oosterbroek, B. Paudel, J. F. Sallis, J. Schipperijn, R. Sosič, S. de Vries, B. W. Wheeler, S. A. Wood, T. Wu and G. C. Daily (2021). "An ecosystem service perspective on urban nature, physical activity, and health." Proceedings of the National Academy of Sciences **118**(22): e2018472118. DOI: doi:10.1073/pnas.2018472118.
- Rudolph, M., F. Velbert, S. Schwenzfeier, T. Kleinebecker and V. H. Klaus (2017). "Patterns and potentials of plant species richness in high- and low-maintenance urban grasslands." Applied Vegetation Science **20**(1): 18-27. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12267>.
- Ruf, K., M. Gregor, M. Davis, S. Naumann and K. McFarland (2018). The European Urban Biodiversity Index (EUBI): a composite indicator for biodiversity in cities, ETC/BD report to the EEA.

Saltveit, S. J., J. E. Brittain, T. Bremnes, Å. Brabrand and T. Bækken (2014). "The return of Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.) and improved water quality in urban rivers in Oslo, Norway." *River Research and Applications* **30**(5): 571-577. DOI: <https://doi.org/10.1002/rra.2670>.

Sandström, U. G., P. Angelstam and G. Mikusiński (2006). "Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space." *Landscape and Urban Planning* **77**(1): 39-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.01.004>.

Sandvik, H., D. Dolmen, R. Elven, T. Falkenhaus, E. Forsgren, H. Hansen, K. Hassel, V. Husa, G. Kjærstad, F. Ødegaard, H. C. Pedersen, H. Solheim, B. G. Stokke, P. A. Åsen, S. Åström, T.-E. Brandrud, H. Elven, A. Endrestøl, A. Finstad, S. Fredriksen, Ø. Gammemo, J. O. Gjershaug, B. Gulliksen, I. Hamnes, B. A. Hatteland, H. Hegre, T. Hesthagen, A. Jelmert, T. C. Jensen, S. I. Johnsen, E. Karlsbakk, C. Magnusson, K. Nedreaas, B. Nordén, E. Oug, O. Pedersen, P. A. Pedersen, K. Sjøtun, J. K. Skei, H. Solstad, L. Sundheim, J. E. Swenson, P. O. Syvertsen, V. Talgø, V. Vandvik, K. B. Westergaard, R. Wienerroither, B. Ytrehus, O. Hilmo, S. Henriksen and L. Gederas (2019). "Alien plants, animals, fungi and algae in Norway: an inventory of neobiota." *Biological Invasions* **21**(10): 2997-3012. DOI: 10.1007/s10530-019-02058-x.

Sjöman, H., J. Östberg and O. Bühler (2012). "Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities." *Urban Forestry & Urban Greening* **11**(1): 31-39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.09.004>.

Stange, E. E., D. N. Barton, E. Andersson and D. Haase (2022). "Comparing the implicit valuation of ecosystem services from nature-based solutions in performance-based green area indicators across three European cities." *Landscape and Urban Planning* **219**: 104310. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104310>.

Stange, E. E., Z. S. Venter, B. Dillinger and M. A. K. Sydenham (2019). Kartlegging av grønnstruktur for Nye Stavanger Kommune. Lillehammer, NINA.

Stange, E. E., G. Zulian, G. M. Rusch, D. N. Barton and M. Nowell (2017). "Ecosystem services mapping for municipal policy: ESTIMAP and zoning for urban beekeeping." *One Ecosystem* **2**. DOI: 10.3897/oneeco.2.e14014.

Søren, T. (2018). "Ups and Downs among Danish Urban Harvestmen." *Arachnology* **17**(8): 394-398. DOI: 10.13156/arac.2017.17.8.394.

United Nations (2021). System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover publication, pre-edited text subject to official editing. Available at: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.

Voigt, A., N. Kabisch, D. Wurster, D. Haase and J. Breuste (2014). "Structural Diversity: A Multi-dimensional Approach to Assess Recreational Services in Urban Parks." *Ambio* **43**: 480-491. DOI: 10.1007/s13280-014-0508-9.

Xiu, N., M. Ignatieva, C. K. van den Bosch, Y. Chai, F. Wang, T. Cui and F. Yang (2017). "A socio-ecological perspective of urban green networks: the Stockholm case." *Urban Ecosystems* **20**(4): 729-742. DOI: 10.1007/s11252-017-0648-3.

Zingraff-Hamed, A., F. N. George, G. Lupp and S. Pauleit (2022). "Effects of recreational use on restored urban floodplain vegetation in urban areas." *Urban Forestry & Urban Greening* **67**: 127444. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127444>.

Zisenis, M. (2015). "Alien plant species: A real fear for urban ecosystems in Europe?" *Urban Ecosystems* **18**(2): 355-370. DOI: 10.1007/s11252-014-0400-1.

Zulian, G., E. Stange, H. Woods, L. Carvalho, J. Dick, C. Andrews, F. Baró, P. Vizcaino, D. N. Barton, M. Nowel, G. M. Rusch, P. Autunes, J. Fernandes, D. Ferraz, R. Ferreira dos Santos, R. Aszalós, I. Arany, B. Czúcz, J. A. Priess, C. Hoyer, G. Bürger-Patricio, D. Lapola, P. Mederly, A.

Halabuk, P. Bezak, L. Kopperoinen and A. Viinikka (2018). "Practical application of spatial ecosystem service models to aid decision support." Ecosystem Services **29**: 465-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.005>.

Vedlegg 1 – Nøkkelord

Urban: en eller flere av disse må være til stede i hvert søk: "urban"

- "built environment"
- "grey infrastructure"
- "cities"
- "city"
- "town(s)"
- "settlement"
- "neighbourhood"
- "neighborhood"
- "built-up area"
- "residential"

Geografisk område: en av disse må være til stede i hvert søk:

- Norwegian
- Norway
- Swedish
- Sweden
- Danish
- Denmark
- Dutch
- Netherlands
- Nordic
- Finland
- Finnish
- Scandinavia(n)
- Fennoscandia
- Fennoscandic
- Switzerland
- UK
- Britain
- British
- English
- England
- Scottish
- Scotland
- United Kingdom
- Irish
- Ireland

- Welsh
- Wales
- German(y)

Tema: en av disse må være til stede i hvert søk:

- "ecosystem"
- "nature"
- "biodiversity"
- "biotope"
- "ecosystem extent"
- "ecosystem type"
- "ecosystem condition"
- "ecosystem structure"
- "ecosystem function"
- "ecosystem pressure"
- "ecosystem health"
- "ecosystem quality"
- "ecosystem design"
- "ecosystem resilience"
- "robust ecosystem"
- "native species"
- "endemic species"
- "species diversity"
- "species composition"
- "water quality"
- "biological diversity"
- "species community"
- "habitat"
- "endangered"
- "red-listed"
- "conservation"
- "protection"
- "restoration"
- "pollinator"
- "pollination"
- "habitat suitability"
- "habitat quality"
- "natural quality"
- "spatial context"

- "contextual factors"
- "indicator"
- "species richness"
- "species assemblage"
- "beta diversity"
- "heterogeneity"

Ytterligere søkeord (disse skal bare inkluderes i tillegg til de i de forrige kategoriene)

- "community"
- "diversity"
- "assemblage"
- "bird"
- "fish"
- "mammal"
- "insect"
- "animal"
- "plant"
- "fungi"
- "bee"
- "accounting"
- "park"
- "tree"
- "canopy"
- "green roof"
- "gardening"
- "vegetation"
- "guerilla gardening"
- "green space"
- "green area"
- "green corridor"
- "blue corridor"
- "blue-green" + "infrastructure" or "factor" or "corridor"
- "lawn"
- "plantation"
- "garden"
- "hedge"
- "hedgerow"
- "bush"
- "shrubby"

- "flowerbed"
- "meadow"
- "agriculture"
- "green strip"
- "buffer zone"
- "buffer strip"
- "stream"
- "river"
- "green edge"
- "lake"
- "pond"
- "fountain"
- "reservoir"
- "groundwater"
- "surface water"
- "waterway"
- "water course"
- "canal"
- "landscape"
- "sustainable"
- "sustainability"
- "livable"
- "livability"
- "scale"
- "spatial"
- "pollution"
- "noise"
- "light"
- "air quality"
- "temperature"
- "recreation"
- "sports"
- "traffic"
- "smog"
- "invasive species"
- "alien species"
- "introduced species"
- "eutrophication"
- "urban sprawl"

- "urbanisation"
- "urbanization"
- "density"
- "increasing population"
- "population growth"
- "growing population"
- "population increase"
- "habitat loss"
- "lulucf"
- "land use"
- "land cover"
- "construction"

Vedlegg 2 – Oversikt over litteratur i syntesten

Title	Year	First author	Country	Study type	1.1 Kunnskap om typologi	1.2 Kunnskap om ind. for biologisk mangfold	1.3 Oversikt omfang av biologisk mangfold	2.1 Kunnskap indikatorer økologisk tilstand	2.2 Kunnskap trusler of belastninger	2.3 Status økosystemtilstand	3.1 Forventet utvikling byer	3.2 Forventet utvikling tettsteder
Long-term shifts in a suburban breeding bird community in Bonn, Germany	2020	Abrahamczyk	Germany - Bonn	Long-term monitoring			X					
Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas	2010	Alberti	None	Theoretical framework								
Species diversity and life history traits in calcareous grasslands vary along an urbanization gradient the soil structure in urban and alluvial soil materials	2013	Albrecht	Germany - Munich	Field experiment			X			X		
Effects of endogeic earthworms on the soil organic matter dynamics and the soil structure in urban and alluvial soil materials	2015	Amossé	Switzerland - Geneva	Field experiment			X			X		
Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages	2016	Amossé	Switzerland - Geneva	Field experiment			X					
Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services	2014	Andersson	Sweden - Stockholm	Literature review								
Biodiversity in urban habitat patches	2006	Angold	UK - Birmingham	Field experiment & modeling	X		X					
Making the case for gardens: Estimating the contribution of urban gardens to habitat provision and connectivity based on hedgehogs	2022	App	Germany - Braunschweig	Modeling		X						
A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers	2014	Aronson	Global	Literature review	X		X					
Supporting Bees in Cities: How Bees Are Influenced by Local and Landscape Features	2021	Ayers	Global	Literature review	X							
Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects	2015	Baldock	UK	Field experiment			X					
A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities	2019	Baldock	UK	Field experiment & modeling			X					
Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities	2020	Baldock	Global	Literature review	X	X	X		X	X		
History and Local Management of a Biodiversity-Rich, Urban Cultural Landscape	2005	Barthel	Sweden - Stockholm	Historical study			X					
Bunndyrovervåking i mindre vassdrag i Trondheim kommune. Undersøkelser i 2020	2021	Bergan	Norway (Trondheim)	Field experiment				X		X		
Leirelva til Nidelva i Trondheim. Helhetlig tiltaks- og restaureringsplan for laks, sjørøret og biologisk mangfold	2022	Bergan	Norway (Trondheim)	Policy study			X					
Effects of management intensity, function and vegetation on the biodiversity in urban ponds	2016	Blicharska	Sweden - Stockholm	Field experiment		X	X					
Outside the boundary - land use changes in the surroundings of urban nature reserves	2012	Borgström	Sweden	Spatial analysis	X							
BREEAM-NOR v6.0 for nybygg	2022	BREEAM-NOR	Norway	Technical report		X						
Urban bird community composition influenced by size of urban green spaces, presence of native forest, and urbanization	2017	Dale	Norway - Oslo	Field experiment		X	X	X				
Patterns in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages along an urbanisation gradient in Denmark	2007	Elek	Denmark - Sorø	Field experiment	X	X	X					
Greening cities through urban planning: A literature review on the uptake of concepts and methods in Stockholm	2022	Esmail	Sweden - Stockholm	Literature review	X		X		X			
Assessing climate risk to support urban forests in a changing climate	2022	Esperon-Rodriguez	Global	Literature review					X			
Oaser for artsmangfoldet – hotspot-habitater for rødlistearter	2015	Evju	Norway	Literature review		X						
Are cities different? Patterns of species richness and beta diversity of urban bird communities and regional species assemblages in Europe	2014	Ferenc	European	Field experiment			X					
Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge	2015	Forsgren	Norway	Literature review					X			
Monitoring Urban Green Infrastructure Changes and Impact on Habitat Connectivity Using High-Resolution Satellite Data	2020	Furberg	Sweden (Stockholm)	Spatial analysis	X	X		X	X			
Utilizing LiDAR data to map tree canopy for urban ecosystem extent and condition accounts in Oslo	2021	Hanssen	Norway (Oslo)	Spatial analysis				X				
The demise of the rural Nordic region? Analysis of regional population trends in the Nordic countries, 1990 to 2040	2020	Heleniak	Nordic	Literature review								X
The importance of blue and green landscape connectivity for biodiversity in urban ponds	2021	Hyseni	Sweden (Stockholm)	Field experiment	X	X	X	X	X		X	
Evolution of life in urban environments	2022	Johnson	Global	literature review								
The role of urban habitats in the abundance of red squirrels (Sciurus vulgaris, L.) in Finland	2017	Jokimäki	Finland	Field experiment			X					
Winter bird communities in urban habitats: a comparative study between central and northern Europe	2002	Jokimäki	Finland & France	Field experiment			X					
Urban Transformation and Implementation of Green Development Strategies – Case of Gothenburg	2020	Kaczorowska	Sweden (Gothenburg)	Field experiment	X							
Differences in field behavior between native gastropods and the fastspreading invader Arion lusitanicus auct. non Mabille	2012	Kappes	Germany	Field experiment								

Urban forests host rich polypore assemblages in a Nordic metropolitan area	2021 Korhonen	Finland (Helsinki)	Field experiment	X	X	X	X	X	X
Where are the hotspots and coldspots of landscape values, visitor use and biodiversity in an urban forest?	2018 Korpilo	Finland (Helsinki)	Spatial analysis	X		X			
Butterfly species' responses to urbanization: differing effects of human population density and built-up area	2020 Kuussaari	Finland (Helsinki)	Field experiment					X	
Why do we find dead bumblebees under linden trees?	2022 Kyrkjebø Vinnes	Norway (Trondheim)	Field experiment		X				
Urban Power Line Corridors as Novel Habitats for Grassland and Alien Plant Species in South-Western Finland	2015 Lampinen	Finland (Turku)	Field experiment				X	X	
Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning	2002 Löfvenhaft	Sweden (Stockholm)	Spatial analysis	X	X	X	X	X	X
Diversity and assemblage filtering in ground-dwelling spiders (Araneae) along an urbanisation gradient in Denmark	2018 Lövei	Denmark (Sorø)	Field experiment	X	X	X	X	X	X
Evaluering av habitatkvalitet for ung elvemusling (Margaritifera margaritifera) i Oslo og Viken	2021 Magerøy	Norway (Oslo)	Field experiment						
Økt kunnskap om karbonlagring og klimatilpassing i byggesonen	2022 Mathiesen	Norway	Technical report				X		
Benthic Diatom Communities in Urban Streams and the Role of Riparian Buffers	2020 Mutinova	Norway (Oslo)	Field experiment	X	X	X	X	X	X
'Wild' in the city context: Do relative wild areas offer opportunities for urban biodiversity?	2018 Müller	Germany	Field experiment						
Methods of establishing species-rich meadow biotopes in urban areas	2017 Mårtensson	Sweden	Meta-analysis						
After decades of stressor research in urban estuarine ecosystems the focus is still on single stressors: A systematic literature review and meta-analysis	2019 O'Brien	Global	Literature review						
Competitors and ruderals go to town: plant community composition and function along an urbanisation gradient	2021 Petersen	Norway (Trondheim)	Field experiment	X	X	X		X	X
IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change	2022 Pörtner	Global	Literature review						X
Urban open space management in the Nordic countries. Identification of current challenges based on managers' perceptions	2021 Randrup	Norway, Denmark, Finland, Sweden	Policy study						X
Patterns and potentials of plant species richness in high- and low-maintenance urban grasslands	2017 Rudolph	Germany - Cologne & Munster	Field experiment			X		X	
The European Urban Biodiversity Index (EUBI): a composite indicator for biodiversity in cities	2018 Ruf	Europe	Policy study		X				
THE RETURN OF ATLANTIC SALMON (SALMO SALAR L.) AND IMPROVED WATER QUALITY IN URBAN RIVERS IN OSLO, NORWAY	2014 SALTVEIT	Norway	Long-term monitoring	X	X	X	X	X	X
Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space	2006 Sandström	Sweden	Field experiment	X	X	X	X	X	X
Alien plants, animals, fungi and algae in Norway: an inventory of neobiota	2019 Sandvik	Norway	Meta-analysis						X
Plant-pollinator interactions in urban ecosystems worldwide: A comprehensive review including research funding and policy actions	2020 Silva	Global (Including Norway)	Literature review		X				
Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities	2012 Sjöman	Denmark, Finland, Sweden, Norway	Field experiment		X	X	X	X	X
Comparing the implicit valuation of ecosystem services from nature-based solutions in performance-based green area indicators across three European cities.	2022 Stange	Europe	Policy study	X					
Kartlegging av grønstruktur for Nye Stavanger Kommune	2019 Stange	Norway (Stavanger)	Spatial analysis						X
Ecosystem services mapping for municipal policy: ESTIMAP and zoning for urban beekeeping	2017 Stange	Norway	Spatial analysis		X	X	X	X	X
Ups and Downs among Danish Urban Harvestmen	2018 Toft	Denmark	Field experiment			X	X	X	X
A socio-ecological perspective of urban green networks: the Stockholm case	2017 Xiu	Sweden	Modeling		X				
Use of ecological information in urban planning: Experiences from the Helsinki metropolitan area, Finland	2006 Yli-Pelkonen	Finland	Policy study	X					
Effects of recreational use on restored urban floodplain vegetation in urban areas	2022 Zingraff-Hamed	Germany	Literature review					X	X
Alien plant species: A real fear for urban ecosystems in Europe?	2014 Zisenis	Germany	Literature review					X	
The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity	2009 Öckinger	Sweden (Malmö)	Field experiment						

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: 978-82-426-5007-8

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