

1880

NINA Rapport

Slitasje og egnethet for stier brukt til sykling

En feltstudie og en GIS-modell

Marianne Evju, Richard Hedger, Megan Nowell, Odd Inge Vistad, Dagmar Hagen, Mari Jokerud, Siri Lie Olsen, Sofie K. Selvaag og Line C. Wold



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.

Slitasje og egnethet for stier brukt til sykling

En feltstudie og en GIS-modell

Marianne Evju
Richard Hedger
Megan Nowell
Odd Inge Vistad
Dagmar Hagen
Mari Jokerud
Siri Lie Olsen
Sofie K. Selvaag
Line C. Wold

Evju, M., Hedger, R., Nowell, M., Vistad, O.I., Hagen, D., Jokerud, M., Olsen, S.L., Selvaag, S.K. & Wold, L.C. 2020. Slitasje og egnethet for stier brukt til sykling. En feltstudie og en GIS-modell. NINA Rapport 1880. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, oktober 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4652-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Vegard Gundersen og Stefan Blumentrath

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Tor Atle Mo (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-1796|2020

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Maria Skar Knutsen

FORSIDEBILDE

Stisyklister på studiestien på Vestlandet. © Marianne Evju/NINA

NØKKEWORD

- Norge
- friluftsliv
- stisykling
- stislitasje
- brukerundersøkelse
- GIS-modeller

KEY WORDS

- Norway
- outdoor recreation
- mountain biking
- trail erosion
- user survey
- GIS modeling

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

Evju, M., Hedger, R., Nowell, M., Vistad, O.I., Hagen, D., Jokerud, M., Olsen, S.L., Selvaag, S.K. & Wold, L.C. 2020. Slitasje og egnethet for stier brukt til sykling. En feltstudie og en GIS-modell. NINA Rapport 1880. Norsk institutt for naturforskning.

Sykling på sti er en populær friluftslivsaktivitet. Friluftsmeldingen (Meld. St. 18 (2015-2016)) foreslår å fjerne restriksjoner på sykling i en del verneområder, og i Regjeringens handlingsplan for friluftsliv fra 2018 er det en uttalt målsetning å revidere verneforskriftene for nasjonalparker og landskapsvernområder innen 2020, slik at det i større grad blir lovlig å sykle innenfor områdene. Forvaltningsmyndighetene skal samtidig kunne regulere sykling dersom det kan komme i konflikt med verneformålet. Derfor trengs mer kunnskap om forholdet sykling og verneverdier.

Vi vurderer stiers egnethet for sykling fra to perspektiver: sensitivitet for slitasje (naturens egnethet) og egnethet for stisyklister. Prosjektet omfatter 1) en feltstudie av stislitasje som sammenligner sykling og ferdsel til fots og 2) utvikling av en GIS-modell for å vurdere hvor egnet stier innenfor et verneområde er for sykling. Modellen er testet i Langsua og Sjunghatten nasjonalparker. En nettbasert brukerundersøkelse blant stisyklister har kartlagt stisyklisters forståelse av egnethet.

Feltstudien ble gjennomført langs to stier på Vestlandet og to på Østlandet, en sykkelsti og en gåsti i hvert område. Gjennom kontakt med lokale turlag og sykkelmiljøer oppfordret vi til ferdsel på stiene sommeren 2019. Mellom 1500 og 3300 passeringer ble registrert, og andelen som syklet, var høy på sykkelstiene (i snitt 47 %) og lav på gåstiene (13 %). Slitasje (stibredde, tråkkpåvirket sone og stidybde) ble registrert gjennom hele sommeren. Stiene ble ikke dypere, sannsynligvis fordi underlaget allerede var sammenpresset og derfor lite utsatt for erosjon. Stiene ble bredere med økende bruk. I gjennomsnitt økte stibredden lite gjennom sesongen, men det var stor variasjon som kan forklares med vegetasjon og jordsmonn: Økt bruk ga bredere stier i hovedsak i fuktig terreng. Effekten av økende bruk på stibredde generelt – og på stibredde i fuktig terreng spesielt – var større når en stor andel av brukerne var syklister. Feltstudien viser altså at det kan forventes mer stislitasje dersom syklister utgjør en større andel av bruken, særlig i fuktig terreng.

Brukerundersøkelsen fikk 866 svar og fanget mest erfarne stisyklister, hvorav en liten andel hadde el-sykler. Syklistenes preferanser for stiens utforming og holdninger til tilretteleggingstiltak varierte, dels relatert til erfaring. Undersøkelsen bekrefter at el-syklister sykler fortere og lengre enn vanlige stisyklister. El-sykler øker dermed tilgjengeligheten, men effekten på vegetasjon og dyreliv sammenlignet med vanlig sykkel er ikke undersøkt vitenskapelig.

GIS-modellen er et verktøy for gjennomføring av egnethetsanalyser av stier for sykling. Modellen er basert på fritt tilgjengelige, landsdekkende kartlag, og vi har vurdert relevansen av en rekke kartlag. Vegetasjonskart og topografisk fuktighetsindeks ble brukt for å modellere vegetasjonens sensitivitet, og digitale terrengmodeller for å modellere hvor utsatt stien er for erosjon. Gjennom å kombinere data for vegetasjonen og terreng kan stienes egnethet for ferdsel modelleres som lite, middels eller potensielt godt egnet for ferdsel. Innspill fra syklister, resultater fra brukerundersøkelsen og tilgjengelige kartlag ble brukt for å modellere stienes egnethet for stisyklister ift. tilgjengelighet og vanskelighetsgrad.

Forvaltningen kan bruke egnethetsmodellen for å identifisere stier med særlig sensitiv vegetasjon og terreng på områdenivå, der slitasjeeffekter fra ferdsel kan forventes å være store. Modellen viser stienes tilgjengelighet for bruk, som kan indikere hvor bruk og ev. økninger vil være størst og kan skje først. Gjennom å identifisere stienes vanskelighetsgrad indikerer modellen hvilken type syklister forvaltningen kan forvente. Modellen erstatter ikke lokal kunnskap om natur, naturverdier og brukere, men kan være et nyttig supplement i arbeidet med besøksforvaltning i nasjonalparkene.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), Megan Nowell (megan.nowell@nina.no) og Siri Lie Olsen (siri.lie.olsen@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo
Richard Hedger (richard.hedger@nina.no) og Dagmar Hagen (dagmar.hagen@nina.no), NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim
Odd Inge Vistad (odd.inge.vistad@nina.no), Sofie K. Selvaag (sofie.selvaag@nina.no) og Line C. Wold (line.wold@nina.no), NINA, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer
Mari Jokerud (mari.jokerud@nina.no), NINA, Thormøhlens gate 55, 5006 Bergen

Abstract

Evju, M., Hedger, R., Nowell, M., Vistad, O.I., Hagen, D., Jokerud, M., Olsen, S.L., Selvaag, S.K. & Wold, L.C. 2020. Trail erosion and trail suitability for mountain biking. A field study and a GIS model. NINA Report 1880. Norwegian Institute for Nature Research.

Mountain biking is a popular recreational activity. In the White paper on outdoor recreation (Friluftsmeldingen) current restrictions on biking have been suggested to be modified in national parks. The Action plan for outdoor recreation from 2018 aims at revising regulations for protected areas to ensure that biking is allowed to a larger degree within the areas. However, the management authorities should restrict biking if it conflicts with defined protection values. Thus, more knowledge on the relationship between biking and protection values is needed.

In this project trail suitability for biking is assessed from two perspectives: sensitivity of vegetation and terrain (nature suitability) and suitability for mountain bikers. The project comprises a field study of effects of biking and hiking on trails, and the development of a GIS-model of suitability of trails. The GIS-model is tested on Langsua and Sjunghatten national parks. A survey among mountain bikers was carried out to increase knowledge on mountain bikers and their perception of suitability.

The field study was carried out on two trails in Western and two in Eastern Norway, one biking and one hiking trail in each site. Through contact with local hiking and biking groups we encouraged the use of the trails during the summer of 2019. Between 1500 and 3300 passes were registered, and the proportion of bikers was high on the biking trails (47% on average) and low on the hiking trails (13%). We recorded trail erosion as trail width and depth throughout the summer. Trail depth did not increase, probably because of already highly compacted soils, but trails widened with increasing use. On average the increase in trail width was small, but there was large variation related to environmental conditions. Increased use resulted in trail widening particularly in moist vegetation. The effect of increased use on trail width in general – and on trail width in moist terrain in particular – was larger when a large proportion of the users were mountain bikers. The field study thus shows that trail degradation can be expected to increase more if mountain bikers constitute a large proportion of the users, particularly in moist vegetation.

The web-based survey received 886 responses, mainly experienced mountain bikers, of which a low proportion had electric mountain bikes (e-MTBs). Their preferences for suitable trails and attitudes towards management actions varied, partly related to experience. The survey confirms that e-MTBs travel faster and longer than ordinary MTBs. E-MTBs thus increase accessibility, but the effect on vegetation and wildlife compared to ordinary MTBs is not scientifically studied yet.

The GIS-model is a tool for completing suitability analyses of trails for mountain biking. The model is based on freely accessible, nationwide map layers, and we have assessed the relevance of multiple map layers. Vegetation map and a topographic wetness index were used to model vegetation sensitivity and digital terrain models were used to model erosion risk. By combining data for vegetation and terrain, the suitability of trails can be modelled as unsuitable, intermediate suitability and potentially well suited for recreation. Contributions from mountain bikers, results from the survey and accessible map layers were used to model trail suitability for mountain bikers in terms of accessibility and level of difficulty.

Management authorities can use the suitability model to identify trails with particularly sensitive vegetation and terrain, where trail degradation from recreation can be expected to be large. The model identifies trail accessibility and thus can indicate which trails will receive high (and increasing) use. Through identifying trail difficulty, the model indicates the type of users to be expected on the trails. The model does not replace local knowledge of nature, nature values and users, but is a useful supplement in the management of recreation in the national parks.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), Megan Nowell (megan.nowell@nina.no) and Siri Lie Olsen (siri.lie.olsen@nina.no), NINA, Sognsveien 68, NO-0855 Oslo, Norway
Richard Hedger (richard.hedger@nina.no) and Dagmar Hagen (dagmar.hagen@nina.no), NINA, P.O. Box 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim, Norway
Odd Inge Vistad (odd.inge.vistad@nina.no), Sofie K. Selvaag (sofie.selvaag@nina.no) and Line C. Wold (line.wold@nina.no), NINA, Vormstuguvegen 40, NO-2624 Lillehammer, Norway
Mari Jokerud (mari.jokerud@nina.no), NINA, Thormøhlens gate 55, NO-5006 Bergen, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	9
1 Innledning	10
1.1 Hva er «egne» stier?	10
1.2 Avgrensinger og struktur i denne rapporten.....	11
2 Feltstudie av slitasje fra sykling vs. ferdsel til fots	13
2.1 Litteraturgjennomgang: Ferdsel og stislitasje.....	13
2.1.1 Generelt om ferdsel på sti.....	13
2.1.2 Er det forskjeller i slitasje fra stisykler og gående?.....	15
2.1.3 Oppsummering: stisykling og slitasje	17
2.2 Metode.....	17
2.2.1 Studieområder	17
2.2.2 Gjennomføring av ferdsel i feltstudien.....	19
2.2.3 Ferdselstellere	20
2.2.4 Registrering av stislitasje og naturforhold	21
2.2.5 Databearbeiding og statistiske analyser.....	23
2.3 Resultater.....	24
2.3.1 Beskrivelse av stiene	24
2.3.2 Bruksomfang og brukstype	27
2.3.3 Endringer i stibredde og stidybde med økende bruk.....	27
3 Brukerundersøkelse	32
3.1 Om stisykling og stisykler.....	32
3.2 Metode.....	32
3.2.1 Utforming.....	32
3.2.2 Gjennomføring	32
3.2.3 Analyser av data	33
3.3 Resultater.....	34
3.3.1 Hvem er syklistene som har deltatt i undersøkelsen?.....	34
3.3.2 Mer om el-syklister og el-sykling	36
3.3.3 Stipreferanser og innstilling til ulike forvaltningstiltak	37
3.3.4 Sykling og verneområder.....	42
4 GIS-modell for egnethet av stier	44
4.1 Bakgrunn.....	44
4.1.1 Eksempler på modellering av sensitive områder	44
4.1.2 Konseptuell modell for egnethet	45
4.2 Metode.....	46
4.2.1 Gjennomgang og vurdering av relevante kartlag	46
4.2.2 Trinndeling og sammenveing av variabler – egnethetsmodell 1.0.....	55
4.2.3 Validering av modell	61
4.3 Resultat av modellvalidering.....	66
4.3.1 Samsvar mellom variablene målt i felt og hentet fra kart	66
4.3.2 Samsvar mellom egenskaper fra felt og kart.....	69
4.3.3 Samsvar mellom egnethet målt i felt og modell.....	71
4.3.4 Oppskalering fra punkt til sti	72
4.4 Egnethetsmodell v. 2.0	73

4.4.1	Naturens egnethet – stislitasje	73
4.4.2	Egnethet for stisyklister.....	74
5	Analyse av egnethet i Langsua og Sjunkehatten	77
5.1	Metode.....	77
5.1.1	Tilrettelegging av datasett.....	77
5.1.2	Modellering	78
5.2	Resultat.....	79
5.2.1	Langsua	79
5.2.2	Sjunkehatten	82
6	Diskusjon.....	87
6.1	Slitasje fra sykling sammenlignet med ferdsel til fots.....	87
6.2	Modellering av stiers egnethet for sykling	90
6.2.1	Hvor gode er tilgjengelige kartlag?	90
6.2.2	Modellering på punktnivå og stinivå	92
6.3	Egnethet for syklistar – flere brukerperspektiver.....	93
6.4	Om el-sykling og vanlig sykling	95
6.4.1	El-sykling i Norge og internasjonalt	95
6.4.2	El-sykling og stislitasje.....	96
6.4.3	Sosiale effekter	97
6.5	Videre kunnskapsoppbygging	98
6.5.1	Ferdsel og ulike naturverdier	98
6.5.2	Tilrettelegging og forvaltning av stier i verneområder	98
6.6	Konklusjon	99
7	Referanser	100
	Vedlegg 1 Ferdselstellere i feltstudien	105
	Vedlegg 2 Brukerundersøkelse	106
	Vedlegg 3 Veileder for GIS-modellering av egnethet	114
	Vedlegg 4 Kategorisering av vegetasjonsklasser i vegetasjonskart	129
	Vedlegg 5 Kategorisering av løsmasser	136

Forord

Sykling har blitt en stadig større del av friluftslivet de siste årene, og gjennom Friluftsmeldingen (Meld. St. 18 (2015-2016)) og den oppfølgende Handlingsplanen for friluftsliv foreslås endringer i forvaltningen av verneområder som kan medføre at sykling på sti blir tillatt i nye områder. For å gjennomføre god forvaltning av verneområdene er det behov for mer kunnskap om slitasje fra sykling sammenlignet med ferdsel til fots og verktøy som kan identifisere hvilke stier som egner seg for sykling.

Miljødirektoratet utlyste i april 2018 anbud på et prosjekt om slitasje og egnethet for stier brukt til sykling. Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk oppdraget og gjennomførte prosjektet i perioden juni 2018-oktober 2020. Denne rapporten beskriver prosjektet og prosjektets resultater.

Prosjektet hadde ikke vært mulig å gjennomføre uten god kontakt med sykkel- og turmiljøer, som har vært viktige både for å identifisere gode studiestier, gjennomføre ferdselen, videreformidling og oppfordring til bruk av stiene og gi gode innspill til hva som er egnede stier. Takk spesielt til Kristian Fauskanger, Arild Gravdal, Magnus Rogne Myklebost, Stian Hviding og deltakerne i BergEnduro i Bergen for mange ekstra sykkelturet i Samnanger i 2019 for å sikre at vi fikk gode nok data til å undersøke stislitasje. Takk til Espen Gudevang for diskusjoner om og hjelp til å identifisere gode studiestier ved Lillehammer. Bergensgjengen og Stein Haugen i Bodø takkes også for gode innspill og diskusjoner rundt egnethet. Takk til grunneiere for tillatelse til å sette opp tellere og bruke stiene i feltstudien.

En rekke kolleger har bistått med gjennomføringen av prosjektet: Takk til Stefan Blumentrath for gode innspill om GIS-modellering av egnethet, Oddgeir Andersen for hjelp med utarbeidelse av spørreundersøkelsen, Joseph Chipperfield, Annette Taugbøl, Tobias Holter og Sindre Kolstad Valan med hjelp til feltarbeid, og Tobias Holter for innlegging av data.

Kontaktperson i Miljødirektoratet har vært Maria Skar Knutsen. Takk for god dialog og godt samarbeid underveis i prosjektet.

Oslo, oktober 2020

Marianne Evju
Prosjektleder

1 Innledning

Rundt 17 % av Norges areal er vernet etter naturmangfoldloven (Miljøstatus 2020). Dette er områder som er viktige både for naturmangfold og for friluftsliv. Friluftsliv og mange typer ferdsel og bruk av natur er ønskede aktiviteter, både fra myndighetenes side og av folk flest. Samtidig kan ferdsel gi uønskede effekter på natur. Forvaltning av natur generelt og av verneområder spesielt handler om å finne gode løsninger slik at folk kan bruke naturen uten at det oppstår unødvendige og uønskede effekter på naturverdiene. Miljøforvaltningen har derfor behov for god kunnskap om hvordan bruken påvirker naturen i verneområdene.

Sykling i utmark er eksempel på en aktivitet som har økt i bruksomfang og intensitet. I regjeringens Friluftsmelding (Meld. St. 18 (2015-2016)) foreslås det (s. 8) «... å fjerne restriksjoner på blant annet sykling ... i en del verneområder, slik at det i utgangspunktet skal være tillatt å sykle på eksisterende veier, stier og kjørespor i nasjonalparkene og i landskapsvernområdene. Det foreslås derfor å endre verneforskriftene i tråd med dette. Endringene vil medføre at sykling som et utgangspunkt blir tillatt i store områder hvor det i dag er forbudt.» I Regjeringens Handlingsplan for friluftsliv (Klima- og miljødepartementet 2018) er målsetningen å «Innen 2020 ha revidert forskriftene for nasjonalparkene og landskapsvernområdene, slik at det i større grad blir lovlig å sykle på veier, stier og kjørespor i disse områdene.» Både Friluftsmeldingen og Handlingsplanen for friluftsliv åpner for at forvaltningsmyndigheten skal kunne regulere sykling i verneområder dersom bruken kan komme i konflikt med verneformålet. Forvaltningen trenger dermed konkret kunnskap om forholdet mellom ulik bruk og påfølgende effekter for å synliggjøre en eventuell konflikt.

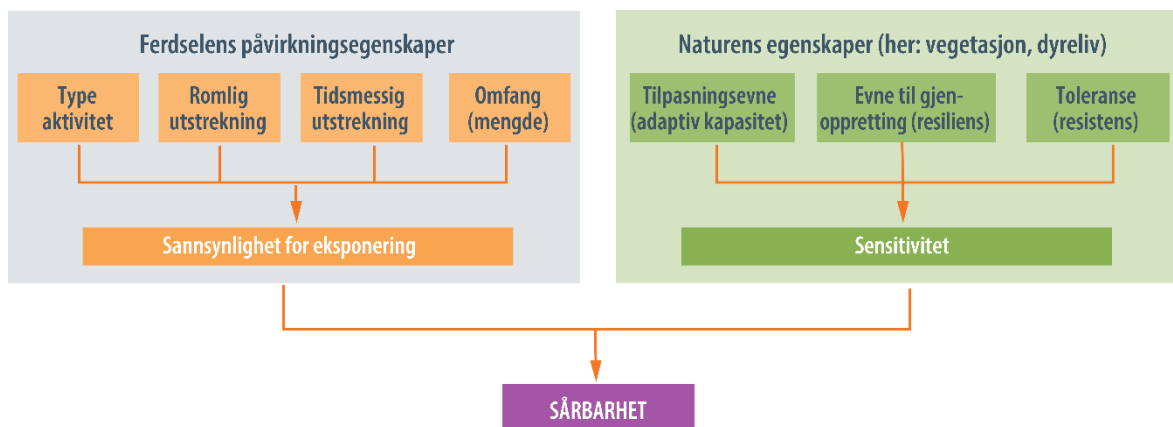
Friluftsliv i naturen gir gode mentale, fysiske og sosiale opplevelser gjennom for eksempel ulike aktiviteter, oppsøke bestemte mål og komme seg vekk fra kjas og mas. Økt besøk i verneområder kan også bidra til lokal verdiskaping, som er en ønsket politikk som myndighetene vil stimulere, for eksempel ved å utvikle markedsføring og besøksstrategier for nasjonalparker (Miljødirektoratet 2015). Samtidig kan ferdsel i naturen påvirke natur og arter på negativ måte. Ferdsel fører til slitasje på vegetasjon og terreng (f.eks. Hagen mfl. 2016, Tolvanen mfl. 2001), og forstyrrelser av dyreliv som fugl og villrein (Hagen mfl. 2019, Kjørstad mfl. 2017). Ferdsel langs sti kan også øke dødeligheten til insekter (Ciach mfl. 2017) og bidra til spredning av fremmede arter (Törn mfl. 2009, 2010). Negative effekter av ferdsel er avhengig av type aktivitet, hvor stor romlig utstrekning aktiviteten har, hvilken sesong aktiviteten utføres og omfanget av aktiviteten (Hagen mfl. 2019, Tolvanen & Kangas 2016).

Den overordnede målsetningen for dette prosjektet er å framskaffe et bedre kunnskapsgrunnlag for å forvalte ferdsel innenfor verneområder, med hovedfokus på nasjonalparker. Prosjektet fokuserer spesielt på sykling på sti og de effekter stisykling har på slitasje på sti sammenlignet med ferdsel til fots. Andre effekter på naturen enn slitasje på sti undersøkes ikke.

1.1 Hva er «egnete» stier?

Hvor godt egnet en sti er for ulike typer bruk kan vurderes ut fra ulike perspektiver: Hvor mye bruk kan en sti tåle før slitasje og erosjon oppstår? Hvordan er en sti plassert i forhold til viktige funksjonsområder for dyr? Hvilke opplevelser gir ferdsel på stien for brukerne, for eksempel i form av naturopplevelser, mestringsfølelse eller følelsen av «flyt»? Hvilken funksjon har stien i et stinettverk, for eksempel som del av en flerdagerstur/rundløype i et område?

Naturen i seg selv er ikke sårbar, men den har ulik grad av sensitivitet som gjør den sårbar dersom den utsettes for ulike typer ytre påvirkninger, som ferdsel (Hagen mfl. 2019). Miljøforhold og bruk spiller altså sammen når slitasje oppstår (**Figur 1**).



Figur 1. Samspill mellom naturens egenskaper og ferdselens påvirkningsegenskaper utløser sårbarhet i naturen. Fra Hagen mfl. (2019).

I denne rapporten belyser vi stiers «egnethet» fra to perspektiver: sensitivitet for slitasje (naturens egnethet) og egnethet for stisyklister (trivsel og funksjon). Hovedvekten er på 'naturens egnethet', men vi vurderer også spillet mellom de to typene egnethet.

1.2 Avgrensinger og struktur i denne rapporten

Prosjektet er todelt. Den første delen av prosjektet omfatter en **feltstudie** som skal gi mer kunnskap om slitasje fra syklende sammenlignet med gående. Feltstudien er avgrenset til naturlige stier, det vil si stier som er dannet gjennom bruk, og som ikke er aktivt forsterket/opparbeidet eller påført toppdekke. Den offisielle Merkehåndboka (Den norske turistforening mfl. 2019a) opererer med tre typer ferdselsårer: Sti, Opparbeidet sti og Turveg. Vår studie omfatter bare den første kategorien, definert slik: «Sti er et tydelig, smalt og sammenhengende tråkk i terrenget, som har oppstått gjennom bruk eller aktiv tilrettelegging». Her betyr 'aktiv tilrettelegging' f.eks. at traseen kan være ryddet for trær og busker, og at den kan være merket og skiltet. Feltstudien er gjennomført utenfor nasjonalparker, men resultatene skal være relevante for nasjonalparker og gjenspeile et representativt utvalg av sårbar natur i nasjonalparkene. Sårbar natur er i denne sammenheng definert som sensitive vegetasjonsenheter, det vil si vegetasjon med særlig dårlig slitestyrke, dårlig gjenvekstevne eller en kombinasjon av disse, i tråd med metodikken for sårbarhetsvurderinger i verneområder (Eide mfl. 2015, Hagen mfl. 2019). Feltstudien er ikke designet for å sammenligne effekten av ulike typer syklist og utstyr (erfarne vs. nybegynnere, el-sykler vs. vanlige stisykler), men har som formål å fange opp en variasjon i type sykler og erfaringsgrad blant syklistene. Feltstudien beskrives i kap. 2, der vi starter med å gi en gjennomgang av internasjonal og nasjonal litteratur om slitasje på sti og ulike ferdselsformer (med fokus på ferdsel til fots og stisykling), som bakgrunn for feltstudien. Resultater fra studien diskuteres i kap. 6.1. En mer detaljert beskrivelse av feltstudien finnes i Evju mfl. (2020).

I prosjektet er det også gjort en **brugerundersøkelse** blant stisyklister, presentert i kapittel 3. Denne gir først og fremst et bakteppe for hvem stisyklistene er, hvor og hvordan de sykler, og hvilke holdninger og preferanser de har. Det er i liten grad mulig å bringe slike brukerdata inn i selve egnethetsmodellen; se introduksjonen i neste avsnitt. Egne spørsmål om el-sykling på sti legger bakteppe for en gjennomgang av temaet om el-sykling i kap. 6.4.

Den siste delen av prosjektet er utvikling av en **GIS-basert modell for å vurdere hvor egnet stier** innenfor et verneområde er for sykling. Som sagt har egnethet i dette prosjektet to komponenter: naturens egnethet og egnethet for brukere. Naturens egnethet er i denne sammenheng begrenset til natur- og miljøfaktorer knyttet til stien og hvor utsatt stien er for slitasje, som

fuktighet, vegetasjon og terreng. En egnet sti vil i denne terminologien være en sti som er lite sensitiv, dvs. tåler mye bruk før det oppstår slitasje. Egnethet i lys av andre naturverdier innenfor et verneområde, f.eks. hekkelokaliteter for fugl, forekomster av sjeldne og truede arter eller naturtyper, eller leveområder for villrein, inngår ikke i modellen. Egnethet for brukerne i dette prosjektet er avgrenset til stisyklister. Hva syklistene selv oppfatter som en egnet sti, vil avhenge av flere faktorer enn natur- og miljøforhold, og ulike grupper av syklistene vil ha ulike oppfatninger, bl.a. avhengig av erfaring med stisykling. Både vår brukerundersøkelse og vitenskapelig litteratur viser at fritt tilgjengelige natur- og miljødata (les: kartlag) ikke er tilstrekkelig for å beskrive brukernes vurdering av egnethet. Viktige egnethetskriterier som ikke lar seg legge inn i selve modellen, blir drøftet sammen med andre relevante egnethetsdata i kapittel 6.3. Formålet med GIS-modellen er å gi en oversikt over stinettverket når det gjelder egnethet for sykling, og som samtidig har stor forvaltningsmessig relevans. Datasettene som legges til grunn, skal i hht. oppdragsgivers spesifiseringer være fritt tilgjengelige og landsdekkende, og dette legger begrensninger på modellenes kvalitet og presisjon. I kap. 4 gis en gjennomgang av konsept, relevante kartlag og metodikk for utvikling av GIS-modell. I kap. 4.3 beskrives resultatene av validering av modellens første versjon, og den endelige modellen for egnethet av stier for sykling beskrives i kap. 4.4. GIS-modellen er utviklet med utgangspunkt i de to nasjonalparkene Langsua og Sjunghatten (kap. 5). Modellens muligheter og begrensninger drøftes videre i kap. 6.

2 Feltstudie av slitasje fra sykling vs. ferdsel til fots

2.1 Litteraturgjennomgang: Ferdsel og stislitasje

2.1.1 Generelt om ferdsel på sti

Ferdsel på sti påvirker vegetasjon og jordsmonn. Naturforholdene langs stien er avgjørende for slitasjeeffektene av en gitt mengde bruk: sensitiviteten varierer. Det er i hovedsak tre faktorer som til sammen er avgjørende for sensitiviteten (Hagen mfl. 2019, Leung & Marion 1996):

- vegetasjonens sammensetning (vegetasjons-/naturtype)
- jord- og substrattyper (fuktighet/kornstørrelse)
- terreng (helningsgrad)

Faktorene virker sammen for å bestemme vegetasjonens slitestyrke og evne til gjenoppretting, som kan defineres slik:

- slitestyrke (toleranse, resistens) avgjør hvor mye påvirkning (eks. hvor mange passeringer) vegetasjonsdekket tåler før det oppstår slitasje
- evne til gjenoppretting (gjenvekstevne, resiliens) avgjør i hvor stor grad et område (eller en vegetasjons-/naturtype) er i stand til å gjenopprette funksjoner og utforming (vegetasjonsdekke, artssammensetning) etter at det har oppstått slitasje

Det er gjennomført en rekke empiriske og eksperimentelle studier for å undersøke vegetasjonens slitestyrke og evne til gjenoppretting etter ferdsel (se f.eks. gjennomgang i Pescott & Stewart 2014). Vegetasjonstyper dominert av slitesterke arter som gress, tåler mer tråkk enn vegetasjonstyper dominert av lav eller urter (Cole 1995a, b, Arnesen 1999a, b), med lyngdominerte vegetasjonstyper i en mellomposisjon (Roovers mfl. 2004). Evne til gjenoppretting avhenger også av de dominerende vekstformene; vegetasjonstyper dominert av arter med rask vekst og vekstpunktene skjult på eller i nærheten av bakken (gress, urter) har bedre evne til gjenoppretting enn vegetasjonstyper dominert av arter med sen vekst, som lyng, busker og lav (Roovers mfl. 2004, Pescott & Stewart 2014).

Ferdsel påvirker også jordsmonnet på ulike måter (Marion & Wimpey 2007):

- sammenpressing (kompaktering) av jorda. Ved ferdsel presses jorda sammen, og kompakt jord er mindre permeabel for vann. Dermed øker avrenningen. Samtidig er kompakt jord mer motstandsdyktig mot erosjon. Sammenpakking av jord er en uunngåelig og egentlig ønsket effekt av ferdsel, men kan bidra til økt avrenning og erosjon, spesielt i bratt terreng.
- utvikling av gjørmehull. I områder med dårlig drenering eller jord med stort innhold av organisk materiale som holder på fuktigheten, vil ferdsel føre til utvikling av gjørmehull, særlig i flate områder. Slike gjørmehull fører som regel til stuiutvidelse, da folk unngår gjørmehull.
- forflytning av jord. Både sykling og ferdsel til fots kan føre til at jorda flytter på seg, og høyere fart gir mer forflytning. Jordforflytning bidrar til å forsterke erosjonsprosessen.
- erosjon. Både vind og vann bidrar til erosjon, og vann er den viktigste faktoren. Løs jord som ikke er sammenpakket, er mest utsatt for erosjon, og påvirkninger som bidrar til å løse opp og flytte på jorda, bidrar til økt erosjon. Utsatthet for erosjon er sterkt knyttet til terrengform; erosjon oppstår lettere i bratt terreng.

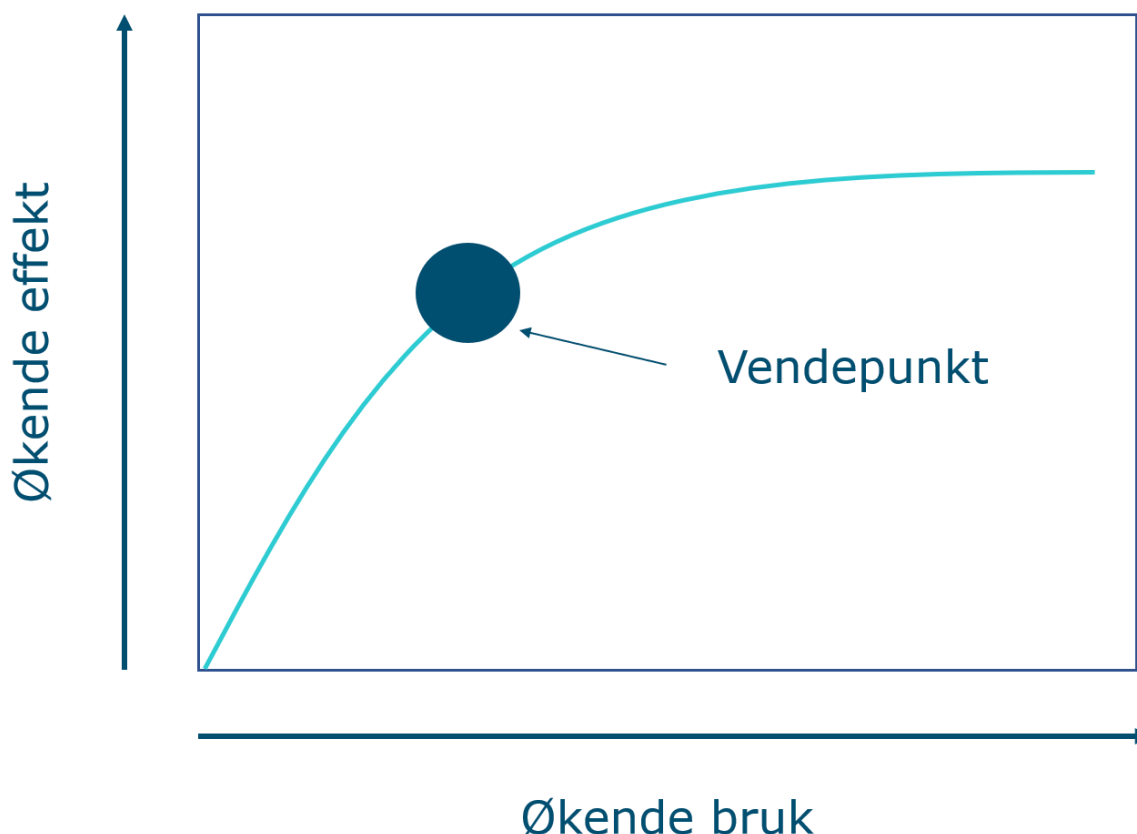
Jordsmonnets egenskaper er dermed viktig for hvor fort slitasje oppstår og hvor raskt vegetasjon kan gjenopprettes. Jord med høyt innhold av organisk materiale er mer sensitivt for tråkk enn mineraljord (Arnesen 1999a, b, Whinam & Chilcott 2003), men fuktig organisk jord kan gi godt grunnlag for gjenvekst dersom ferdselen opphører, spesielt i flatt terreng. I dårlig drenert

jordsmonn oppstår det dessuten lett gjørmehull, som ofte fører til utvidelse av stiene (folk går rundt), slik at større arealer påvirkes av tråkk (Leung & Marion 1996, Meadema mfl. 2020).

Substratets sammensetning har også stor betydning for erosjonsutsatthet, som særlig påvirker vegetasjonens evne til gjenoppretting. Det oppstår lettere dype stier gjennom mer tap av jord på fint og homogent jordsmonn enn på blandet substrat (Leung & Marion 1996, Olive & Marion 2009, Marion & Wimpey 2017), men ved høyt leirinnhold kan jorda pakkes godt og være motstandsdyktig mot erosjon (Marion & Wimpey 2017). Våt jord er dessuten ofte mer utsatt for erosjon enn tørr jord (Wilson & Seney 1994), som betyr at erosjonsutsatthet for en gitt sti både kan variere i rom (mellom ulike partier på stien) og i tid (stien er mer erosjonsutsatt etter mye nedbør) (Olive & Marion 2009).

Terrengets helling og eksponering har også stor betydning for graden av slitasje fra ferdsel. Dette henger sammen med at en liten påvirkning raskt kan forverres i bratt bakke på grunn av erosjon og eventuell utvasking ved regnvær. Det er påvist at samme type påvirkning fra ferdsel innen samme område forårsaker komprimering av jord i flatt og relativt tørt terreng og erosjon i bratt terreng med fuktig jord (se f.eks. Wilson & Seney 1994, Thurston & Reader 2001, Olive & Marion 2009, Marion & Wimpey 2017, Meadema mfl. 2020). Ustabil terreng eller overflate vil også automatisk redusere gjenveksten ved at nyspirte planter ikke klarer å etablere seg før de blir forstyrret. Her er bratte og tørre områder spesielt utsatt.

Ferdsel på eksisterende sti har i hovedsak direkte effekter på selve stibanen og i mindre grad på vegetasjonen rundt stien (Cole 1995a, Wimpey & Marion 2010, Monz mfl. 2013). En av de viktigste generaliseringene fra slitasjestudier av ferdsel er den kurvilineære dose-responsammenheng mellom bruksomfang og effekt: Størst effekt skjer når et nytt område tas i bruk, mens effekten flater ut ved økt bruk (Monz mfl. 2013, Hammit mfl. 2015; **Figur 2**). Modellen antar at i områder med lite eller ingen eksisterende bruk vil selv en liten økning i bruksomfang gi raske effekter, mens i områder med mye bruk vil en økning i bruk ha små effekter (se kurvens vendepunkt i **Figur 2**). Dette forutsetter imidlertid at ferdselen er konsentrert til selve stibanen, der vegetasjonsdekket alt er slitt bort og jorda sammenpakket (Monz mfl. 2013). Modellen tar ikke høyde for 'normal' adferd når man ferdes, som at folk passerer hverandre, går side om side, eller går utenom gjørmehull, mye stein og røtter, dårlig merket sti som gjør at man mister stibanen, snarveier eller omveier til f.eks. varder eller utsiktspunkter (Wimpey & Marion 2010). Slik normal ferdselsadferd kan endre responskurven mellom bruk og effekt i forhold til forventet. Videre kan kurven ha ulik form avhengig av miljøforholdene på stedet (Monz mfl. 2013): i områder med tynt jordsmonn rett på berget kan kurven være flat, mens i områder med tjukt jordsmonn kan eskalerende erosjon forårsaket av bruk føre til en bratt kurve.



Figur 2. Skjematisk dose-responskurve for sammenhengen mellom bruksmengde og effekter på sti. Tilpasset fra Monz mfl. 2013.

2.1.2 Er det forskjeller i slitasje fra stisyklister og gående?

Både syklistene og gående sliter på vegetasjonsdekket på og langs en sti (Thurston & Reader 2001), men hvorvidt sammenhengen mellom bruk og effekt (dose-responskurver, se **Figur 2**) er annerledes for stisyklister enn for gående, er fortsatt omdiskutert. I en litteraturgjennomgang slår Davies & Newsome (2009) fast at terrengsyklistene kan forårsake andre typer erosjon enn andre brukere, f.eks. gjennom bremsing og skrensing (Horn mfl. 1994, Cessford 1995). Slik adferd løsner og forflytter jord og skaper dype hjulspor, som igjen kan lede vann og øke avrenning og erosjon. Imidlertid slår Davies & Newsome (2009) også fast at ulike syklistene vil ha svært ulik effekt gjennom sykkelstil, hastighet osv.; kutting av svinger, bremsing og skrensing har for eksempel større slitasjeeffekt enn rolig sykling (Chiu & Kriwoken 2003).

To typer tilnærminger er hovedsakelig i bruk for å undersøke slitasjeeffekter av ferdsel, og sammenlignbare effekter av ulike brukergrupper og bruksmengder, på vegetasjon og terreng. Den første er en eksperimentell tilnærming, utviklet bl.a. av Cole & Bayfield (1993). Med en slik tilnærming ser man på slitasje i intakt vegetasjon, altså på nydanning av stier, og vegetasjonens evne til å gjenopprettes, på relativt kort sikt (Cole & Bayfield 1993). Den andre typen er observasjonsstudier.

Den **eksperimentelle tilnærmingen** har vært brukt for å undersøke effekter av ferdsel i ulike vegetasjonstyper (Cole 1995a, b, Whinam & Chilcott 2003, Roover mfl. 2004, se over) og sammenlignbare effekter av terrengsyklistene og gående (Thurston & Reader 2001, Pickering mfl. 2011). Thurston & Reader (2001) sammenlignet effekten av syklistene og gående på vegetasjon (tetthet av skudd, artsrikdom) og dekning av bar jord i en løvskog i Canada. I studien sammenlignet de

fem bruksmengder (kontroll, 25, 75, 200 og 500 passeringer) og effekter kort tid etter og ett år etter ferdsel. Både syklist og gående påvirket kun en smal sone, og de fant at selv om dekingen av bar jord økte med økende bruk, var det ingen forskjeller i effekt mellom brukergruppene. Pickering mfl. (2011) sammenlignet effekter av ferdsel til fots og terrengsyklist, og ulik bruk av terrengsykler (oppover, nedover og langs skråninger) i subalpine gressmarker i Australia. De målte effekter på vegetasjonshøyde, artssammensetning, vegetasjonsdeking, jordpakning og deking av bar jord. Ferdsel til fots ble gjennomført med 200 og 500 passeringer, mens sykling ble gjennomført med 25, 75, 200 og 500 passeringer. Både ferdsel til fots og terrengsykling medførte reduksjon i vegetasjonens høyde, vegetasjonsdeking, endring i vegetasjonens sammensetning og økt pakning av jorda, og det var noe større effekt av sykling enn ferdsel til fots, men bare på jordpakning. Sykling oppover/nedover en skråning medførte noe større tap av vegetasjon enn sykling langs en skråning.

Oppsummert viser resultatene fra eksperimentelle studier:

- sensitiviteten ift. ferdsel varierer mellom ulike vegetasjonstyper og terreng
- slitasje oppstår både ved terrengsykling og ved ferdsel til fots
- det er små forskjeller i effektene på vegetasjon og jord av sykling og ferdsel til fots på kort sikt og ved kontrollert og relativt lav bruksintensitet.

Slike eksperimentelle studier er imidlertid mindre relevante for å si noe om effekter av ulik ferdsel på eksisterende stier. For å undersøke dette brukes gjerne **observasjonsstudier**. Noen av disse har en kvasiexperimentell tilnærming der en forsøker å ha kontroll på bruk, enten brukstype og/eller mengde bruk. For eksempel sammenlignet Wilson & Seney (1994) effekten av 100 passeringer av gående, syklist, hester og motorsyklist på eksisterende stier i Montana (USA) og fant ingen forskjell i erosjon mellom syklist og gående, men større effekter av hest. På Tasmania (Australia) sammenlignet Chiu & Kriwoken (2003) effekter av opp til 400 passeringer av syklist og gående på eksisterende stier ('abandoned fire roads'). De målte endringer i jorddybde, både umiddelbart og etter 6 og 12 uker, og inkluderte også variabler som helningsgrad, jordfuktighet og sving/rett strekning i analysene. I tillegg så de spesielt på effekten av skrening på sykkel. Chiu & Kriwoken (2003) fant ingen statistisk signifikante forskjeller mellom ferdsel til fots og sykling på endring i jorddybde, men fant at sykling i vått terreng og i bratt terreng hadde større effekter på jordtap enn sykling i flatt og tørt terreng. Videre fant de at skrening økte erosjonen.

I andre observasjonsstudier har en mindre kontroll på mengden bruk, men fokuserer på å undersøke hvordan stislitasje varierer med egenskaper ved vegetasjon og terreng. F.eks. undersøkte Bjorkman (1998) stislitasje på nybygde sykkelstier i Wisconsin, USA, der mengden bruk i løpet av de fem årene studiene pågikk, omfattet om lag 90 000 passeringer. Slitasjeeffektene fra sykling oppsto i hovedsak på selve stibanen (stiens kjernesone), gjennomsnittlig stibredde økte likevel noe, mens stidybden ikke ble påvirket. Egenskaper ved vegetasjon og terreng samvirket med bruk; stier i flatt og soleksponert terreng økte mindre i bredde enn stier i bratt terreng og i skygge. White mfl. (2006) studerte slitasjeeffekter (stibredde og -dybde) på stier som i hovedsak ble brukt til sykling, og så hvordan dette varierte med terrengets helningsgrad. Sykkelstier i ulike fjellområder i USA ble inkludert. White mfl. (2006) fant at stidybde, men i mindre grad stibredde, økte med økende terrenghelning, og at det var store regionale variasjoner i stislitasje. Også i Australia fant Goeft & Adler (2001) at helningsgrad og jordsmonn hadde stor betydning for slitasjeeffektene som oppstår ved sykling.

Olive & Marion (2009) sammenlignet stier hovedsakelig brukt av syklist og stier hovedsakelig brukt av gående. De undersøkte sammenhengen mellom miljøvariabler, brukstype og jordtap og fant ingen forskjeller i jordtap mellom stiene. I Norge har Hagen mfl. (2016) undersøkt slitasje på stier brukt til sykling og ridning. Mengden sykling ble ikke kvantifisert, men kategorisert i «mye» og «lite» bruk, og stiene som ble undersøkt, var flerbruksstier. De fant at stislitasje var større i fuktig terreng (bredere stier) og i bratt terreng (dypere stier), og at mye brukte stier var mer slitt enn lite brukte stier, spesielt i fuktig terreng. Imidlertid var studien ikke designet for å kvantifisere sammenhengen mellom bruksmengde og slitasje, eller for å undersøke separate effekter fra ulike bruksformer.

2.1.3 Oppsummering: stisykling og slitasje

Oppsummert viser internasjonal litteratur terrengsykling har omtrent de samme slitasjeeffektene (i form av vegetasjonstap og erosjon) som ferdsel til fots (Monz & Kulmatiski 2016). Miljøfaktorer som jordsmonn, helningsgrad og vegetasjon, har større betydning for stislitasje enn brukstype (Monz & Kulmatiski 2016). Eksisterende studier av slitasje fra sykling har imidlertid noen begrensninger:

- de sammenligner ikke sykling og ferdsel til fots direkte (Bjorkmann 1998, White mfl. 2006, Goeft & Adler 2001, Hagen mfl. 2016),
- de kvantifiserer ikke bruk (White mfl. 2006, Goeft & Adler 2001, Olive & Marion 2009, Hagen mfl. 2016),
- der bruk kvantifiseres, er antallet passeringer som undersøkes, svært lavt i forhold til faktisk bruk av stier (Wilson & Seney 1994, Chiu & Kriwoken 2003).

Med andre ord mangler studier som direkte sammenligner effekter av syklist og folk til fots på eksisterende stier og som kontrollerer for både bruksmengde, brukstype og miljøforhold langs stien.

Feltstudien som inngår i dette prosjektet, er utformet for å gi økt kunnskap om slitasje på og ved eksisterende sti og for å kunne sammenlikne effekter fra gående og syklende under forhold som er representative for norske nasjonalparker.

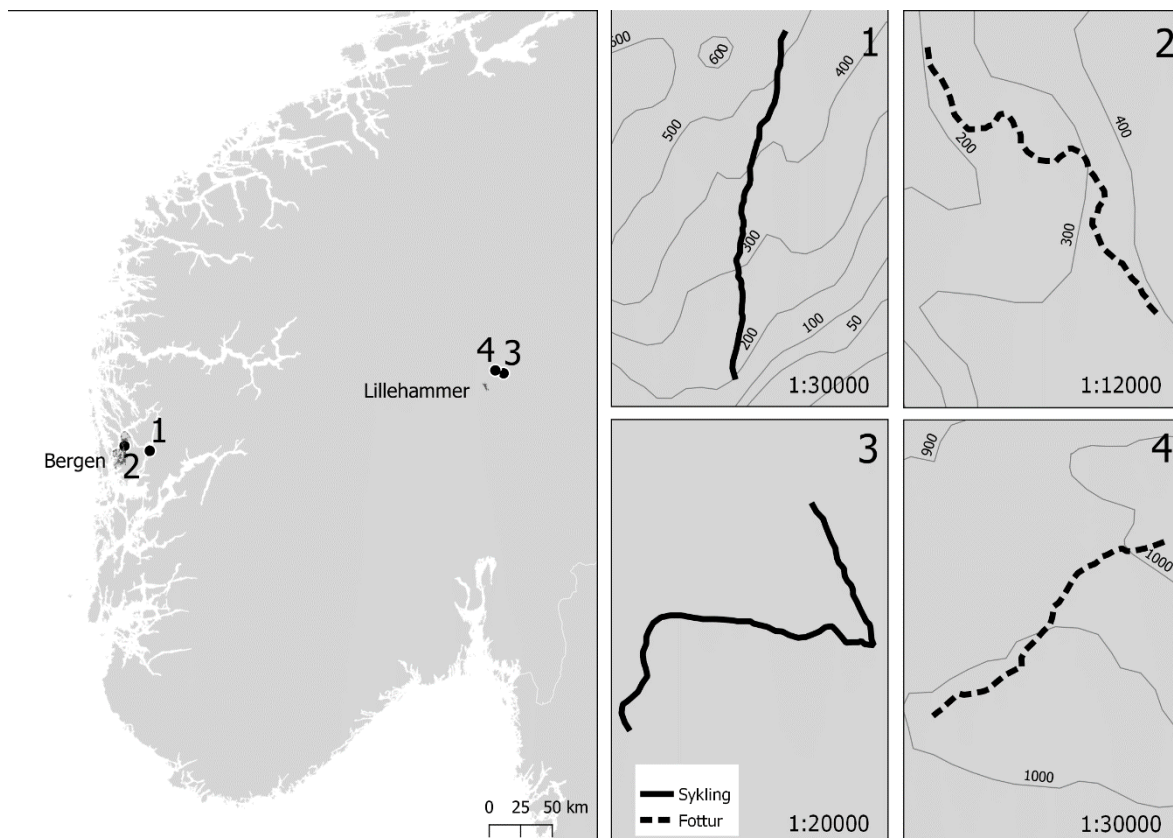
2.2 Metode

Den overordnede målsetningen med feltstudien er å få økt kunnskap om stislitasje fra gående sammenlignet med syklende. Feltstudien er gjennomført som et forenklet felteksperiment der brukstype (gåing/sykling) og bruksomfang er registrert. Studien er lagt til to ulike geografiske områder og til stier som dekker flere naturtyper, slik at vi kan undersøke hvordan graden av slitasje varierer med ulike naturgitte forhold. Feltstudien er presentert i detalj i Evju mfl. (2020).

2.2.1 Studieområder

I henhold til Oppdragsgivers prosjektbeskrivelse skulle feltstudien foregå utenfor verneområder. Studieområdene skulle representere naturforhold i norske nasjonalparker og inkludere naturtyper både i skog og fjell. Samtidig skulle områdene ligge slik til at det var logistisk mulig å gjennomføre feltstudien, både for å sikre gode ferdselsdata og for gjentatte registreringer av slitasje.

To studieområder ble valgt for å dekke variasjon i klima (temperatur og nedbør), topografi og naturtyper (**Figur 3**): Bergen/Samnanger (Hordaland, Vestland fylke) og Nordseter ved Lillehammer (Oppland, Innlandet fylke).



Figur 3. Oversikt over studieområder (Vestlandet: Bergen, Østlandet: Lillehammer) og studiestier i feltstudien. Merk at målestokken varierer på de fire kartutsnittene. Tilpasset fra Evju mfl. (2020).

Feltstudien skulle foregå på eksisterende stier. Vi brukte topografiske kart, kart over sykkelstier (trailguide.net), Strava heatmaps (<https://www.strava.com/heatmap#7.00/-120.90000/38.36000/hot/all>), kontakt med lokale brukere (sykkelklubber, turlag og idrettsklasser) og egen kunnskap om områdene for å identifisere potensielle studiestier. Vi befarte potensielle stier i og rundt Bergen den 9.–11.4.19 og på Nordseter den 31.5.19. En egen sjekklister ble utarbeidet i forkant, og under feltarbeidet ble følgende faktorer notert: stiens lengde, naturvariasjon (naturtyper, jordfuktighet, substrattyper og terreng), nåværende bruk og slitasjepreg, stikryss og stiskiller langs stien, eventuelle turmål og egnede plasseringer for ferdselstellere, selvregistreringskasser og informasjonsskilt.

Følgende kriterier ble satt som utgangspunkt for valg av sti til feltstudien:

- minimum 2 km uten stikryss
- naturlig overflate (ikke opparbeidet med grus, bark e.l.)
- naturlig vegetasjon (ikke i plantefelt, parker mm.)
- variasjon i topografi og naturtyper
- liten eksisterende slitasje
- i hovedsak brukt av én brukergruppe (enten syklister eller gående)
- ikke brukt til ridning

Basert på en samlet vurdering av disse kriteriene, samt innhentede tillatelser fra grunneiere til å gjennomføre feltstudien, ble fire studiestier valgt (**Figur 3, Tabell 1**). For stien for gående (heretter kalt gåstien) på Vestlandet ble lengdekriteriet ikke møtt, men stien var likevel den best egnede av ulike befarte alternative stier.

Studieområdet på Vestlandet har oseanisk klima med høy årsnedbør (2250 mm) og høy årsmiddeltemperatur (7,6 °C; data fra Bergen by for perioden 1961–1990; www.yr.no/nb/), i et fjordlandskap med fjell opptil 700 m.o.h. Studiestiene her dekker både lavalpin sone og skog. Studieområdet på Østlandet har kontinentalt klima med lav årsnedbør (600 mm) og årsmiddeltemperatur (2,9 °C, data fra Lillehammer by for perioden 1961–1990; www.yr.no/nb/). Studiestiene her ligger i lavalpin sone, dominert av heivegetasjon, ca. 900 m.o.h., med fjelltopper opp mot 1100 m.o.h.

Tabell 1. Oversikt over studiestiene, med hovedbrukstype, koordinater for start- og slutt punkt, samt naturforhold og vær under studieperioden. Værdata er fra mai til september 2019 og er interpolerte data med en romlig oppløsning på 1 × 1 km, beregnet som et snitt for verdiene for stiens start- og slutt punkt. Døgntemperatur er gjennomsnitt ± standardavvik.

	Vestlandet, sykkelsti	Vestlandet, gåsti	Østlandet, sykkelsti	Østlandet, gåsti
Start	5.703224 60.423866	5.339887 60.417350	10.722836 61.227350	10.608774 61.244522
Slutt	5.703116 60.400437	5.325548 60.423422	10.706955 61.216772	10.578671 61.231929
Høyde (m.o.h.)	200-250	200-400	920-990	960-1030
Lengde (km)	2,7	1,3	2,6	2,3
Vegetasjon	Åpen skog og hei med enkelte myrpartier	Skogdominert, med noe hei og myr	Subalpin hei med enkelte myrpartier	Subalpin hei med enkelte myrpartier
Berggrunn	Amfibolitt, glimmerskifer	Kvartsitt	Sandstein, tykke morenelag	Sandstein, tykke morenelag
Ant. obspunkter	23	20	22	22
Nedbør (mm)	1569	1135	546	543
Ant. nedbørsdager	104	105	90	82
Døgntemperatur (°C)	11,1 ± 4,6	11,3 ± 4,5	8,5 ± 5,0	8,3 ± 5,0

2.2.2 Gjennomføring av ferdsel i feltstudien

For å kunne undersøke effekten av gåing vs. sykling på sti forsøkte vi å tilrettelegge for økt ferdsel av syklister på de utvalgte sykkelstiene og økt ferdsel til fots på de utvalgte gåstiene. Vi kontaktet lokale sykkelmiljøer (Bergen MTB klubb, BergEnduro, Lillehammer NOTS, Birken Sykkelfestival, Hafjell Bike Park) og orienterte om prosjektet og oppfordret til å spre informasjon og å bruke stien så mye som mulig gjennom sesongen. Sykkelstien på Vestlandet ble i tillegg valgt ut som en etappe for BergEnduro, en stiserie-konkurranse, der deltakerne kunne sykle segmentet når de ville og så mange ganger de ville gjennom hele studieperioden. Sykkelstien ved Lillehammer var en del av Ultrabirken-løypa for Birken Sykkelfestival som ble arrangert 31. august i 2019. For å oppmuntre til bruk bidro NINA med en premie i BergEnduro hver måned, mens det på Lillehammer ble trukket premier hver måned blant de som hadde registrert at de hadde syklet stien på Strava. Vi orienterte ikke syklistene om hvilke stier som var utvalgt som gåstier.

For å øke ferdselen på gåstiene kontaktet vi lokale turlag (Bergen turlag, DNT Lillehammer) samt Toppturgruppa Bergen sin Facebook-side (per. 25. august 2020 har siden 14 346 medlemmer). Vi satte også opp informasjonsskilt ved stienes endepunkter, der vi orienterte om prosjektet og oppfordret folk til å gå turen (**Figur 4**). Stiene ble merket med gule bånd og/eller maling for å sikre at folk fant fram. Vi satte opp en postkasse omtrent halvveis mellom start og slutt, med en notatbok med mulighet til å registrere navn og telefonnummer (**Figur 5**). Premier ble trukket hver måned.



Figur 4. Informasjonsskilt ble satt opp ved gåstiene, med informasjon om prosjektet og en oppfordring om å gå en tur langs stien. Foto: Siri Lie Olsen.



Figur 5. Postkasse med mulighet for å registrere navn og telefonnummer og delta i trekningen av premier. Foto: Siri Lie Olsen

2.2.3 Ferdselstellere

Vi monterte ferdselstellere for å få oversikt over antall passeringer fra gående og syklende på de fire stiene. Fire TRAFx-tellere (TRAFx Research Ltd., Canmore, Alberta, Canada) ble plassert langs hver sti; to sykkeltellere som registrerte sykler og to infrarøde (IR) tellere som telte alle

passeringer, både syklister og gående. Sensoren i IR-tellerne reagerer på infrarød stråling (varme) i et smalt søkefelt og registrerer dermed kroppsvarmen når et menneske passerer telleren, mens sykkeltellerne bruker et magnetometer for å oppdage sykler. To tellere av hver type ble brukt for å sikre at alle passeringer langs hele stien ble telt, og for å ha en ekstra i tilfelle funksjonsfeil. Tellerne ble plassert nær stiens 'start' (dvs. der folk flest ville startet turen) og mot stiens 'slutt'. Sykkeltellerne ble gravd ned i bakken ca. 15 cm under jorden like ved stien på steder der dreneringen var god. Alle tellerne ble plassert i smale deler av stien slik at bare én person av gangen kunne passere telleren. IR-sensorene ble plassert vinkelrett på stien i trær eller varder omtrent 1 m over bakken for å unngå å telle dyr, som sauer eller hunder, men IR-tellerne registrerer dermed heller ikke små barn. Det ble sørget for at ingenting, som grener eller blader, sto mellom sensoren og stien, og direkte eksponering for sollys ble unngått. Alt utstyr (sensor, teller, batteri) var skjult for å unngå at folk tuklet med det. Tellerne ble samlet inn igjen på slutten av studieperioden.

I følge produsenten (TRAFx Research Ltd., Canmore, Alberta, Canada) opererer tellerne innenfor en feilmargen på $\pm 5\%$ under 'normale' forhold. Før og etter montering ble tellerne testet med standardmetode ved å passere sensoren 100 ganger og registrere at feilmarginen var innenfor $\pm 5\%$. Vi har ti års erfaring med denne typen tellere og har tidligere testet nøyaktighet under forskjellige forhold (Andersen mfl. 2014) og i felt etter observasjon (Gundersen mfl. 2013). I de fleste tilfeller fungerer tellerne innenfor en feilmargen på 5% . I perioden 2009–2014 har teknisk svikt i utstyret resultert i et tap på 7% av den totale telletiden (samlet over alle tellere på alle studiestedene, Andersen mfl. 2014). Etter studieperioden ble data fra tellerne gjennomgått manuelt og undersøkt for å kontrollere at daglige- og sesongvariasjoner virket logiske. Eventuelle 'utligger' ble vurdert nærmere når det gjaldt faktorer som når i sesongen, ukedag, klokkeslett, værforhold, og sammenlignet med de andre tellerne på samme sti. I tilfeller med tilfeldige feiltellinger foregår det en standard korreksjon av tallet, som baserer seg på tilsvarende tidspunkt, ukedag og klokkeslett, to uker før og to uker etter. Tellerne fungerte stort sett godt, med ett unntak: det var teknisk funksjonsfelt på de to sykkeltellerne på gåstien på Østlandet. For å estimere antall syklister på denne stien brukte vi Strava Metro data (San Francisco, CA, USA) for de to stiene på Østlandet og forholdet mellom Strava sykkelregistreringer og antall telte sykkelpasseringer på sykkelstien på Østlandet under studieperioden. For resten av stiene brukte vi data fra tellere plassert ved stistart for å estimere antall passeringer. Flere detaljer om tellerne finnes i Evju mfl. (2020), se også **Vedlegg 1**.

2.2.4 Registrering av stislitasje og naturforhold

For å undersøke effekten av brukstype og bruksmengde benyttet vi et oppsett med før-analyser og deretter gjentatte registreringer i løpet av feltsesongen. Vi etablerte faste observasjonspunkter (segmenter) langs hver sti. Leung & Marion (1999) viser at observasjonspunkter hver 100 m langs en sti gir gode estimater på hvor stor andel av stien som er påvirket av ferdsele, men at systematisk utlagte observasjonspunkter i liten grad fanger opp korte problemstrekninger langs stien (fenomener som forekommer sjelden).

Vi valgte derfor en tilpasning av Leung & Marions (1999) metodikk, der vi først undersøkte naturforholdene langs hver 100 m av stien, og i områdene mellom hvert potensielle observasjonspunkt, og deretter forskjøv noen observasjonspunkter for å sikre at også sjeldnere fenomener, som naturtyper eller jordforhold (fuktighet, substrat) ble fanget opp. På gåstien på Vestlandet ble det valgt en avstand på 80 m for å få nok observasjonspunkter. Antallet observasjonspunkter per sti varierte mellom 20 og 23 (**Tabell 1**).

Observasjonspunktene ble etablert tidlig i vekstsesongen (Vestlandet: 7.–8.5.19, Østlandet: 4.–5.6.19). Et observasjonspunkt er en 15 m lang homogen strekning av stien. Langs observasjonspunktet ble det etablert tre faste registreringslinjer vinkelrett på stien, i avstand 2,5 m, 7,5 m og 12,5 m fra observasjonspunktets startpunkt (**Figur 6**). Fastmerker (spikere og lave, fargede plastpinner) ble satt ned i sideterrenget, i intakt, uforstyrret vegetasjon, for at registreringslinjene

skulle kunne gjenfinnes, men uten å være spesielt synlige for forbipasserende. GPS-punkter ble tatt for hver registreringslinje, og observasjonspunkt og registreringslinjer ble fotografert.

Naturtype, dvs. kartleggingsenhet i henhold til NiNs instruks for kartlegging i målestokk 1:5000 (Bratli mfl. 2019), ble angitt for observasjonspunktet som helhet, dvs. det ble gjort en vurdering av hvilken naturtype som var dominerende i arealet der observasjonspunktet lå. Vi målte også stiens kompassretning og terrengets helningsretning med et 360°-kompass. Fra disse tallene utledet vi stiens plassering i terrenget, kalt «trail slope alignment» i internasjonal litteratur (e.g. Wimpey & Marion 2010), som forskjellen i kompassretning mellom terrengets helning og stien, og der 0 angir en sti som går rett opp skråningen (på tvers av høydekonturene), mens 90 angir en sti som går på langs av skråningen/høydekonturene.

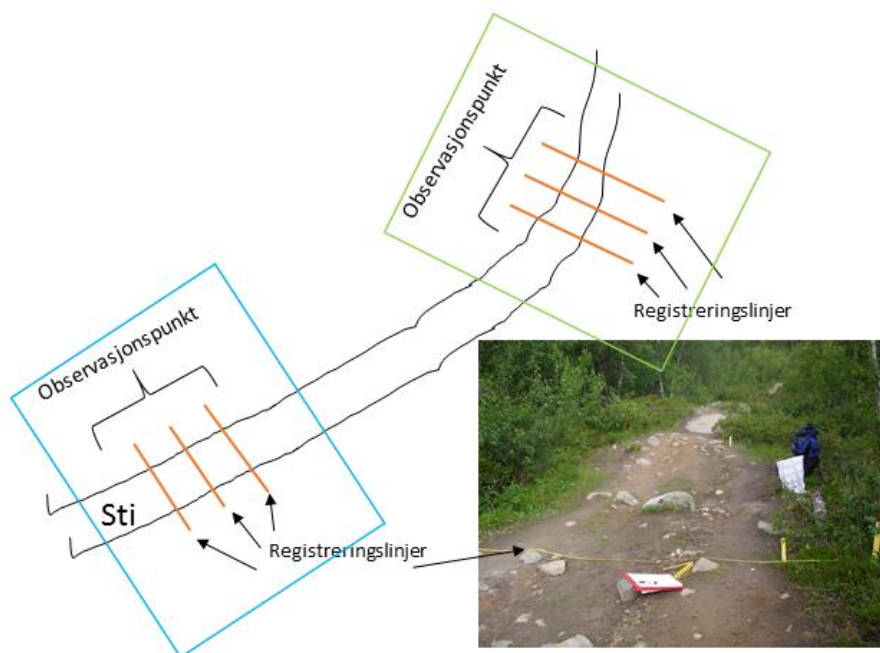
Et målebånd ble spent mellom fastmerkene i registreringslinjen. Ved første registrering målte vi stiens helningsgrad i registreringslinjen ved å legge et hardt underlag på stien (f.eks. en perm eller en bok), og legge et klinometer i stiens lengderetning. Vi brukte Plaincode™ Clinometer + bubble level app for Android og målte helning i grader. For å registrere kornstørrelsen av mineraljorda anslo vi prosent dekning av fem ulike kornstørrelsesklasser: 1) fast fjell og blokk (diаметer på substrat > 25 cm), 2) stein og grov grus (2–25 cm), 3) fin og middels grus (0,2–2 cm), 4) sand (0,06–2 mm) og 5) fin sand, silt og leire (< 0,06 mm) (Halvorsen mfl. 2016). Videre anslo vi andel organisk innhold i substratet i %, enten som torv eller humus.

Måling av slitasje ble gjort i henhold til metodikken brukt i Hagen mfl. (2016), som baserer seg på protokollen utarbeidet i prosjektene «Overvåking i verneområder» (2007) og «Pilotprosjekt: Bevaringsmål i store verneområder» (Hagen & Evju 2011), se **Tabell 2**. Metodikken som benyttes og variablene som måles, er i samsvar med internasjonale arbeider innenfor rekreasjonsøkologi (se f.eks. Marion & Wimpey 2017, Meadema mfl. 2020).

Tabell 2. Variabler målt på registreringslinjene ved hver registrering. Målingene ble gjort med tomrestokk eller målebånd.

Variabel	Måling/kategori
Stibredde	Målt som bredden av den delen av stien der hoveddelen av ferdsele går, i cm.
Slitasjegrad, sti	Helt slitt: uten vegetasjonsdekke, mineraljord og/eller organisk jord eksponert.
	Kraftig slitt: synlige hull i vegetasjonsdekket.
	Moderat slitt: ingen synlige hull i vegetasjonsdekket, men synlige spor etter ferdsel.
Stidybde	Målt som den største avstanden mellom et målebånd spent mellom stiens ytterkanter og substratet, i cm.
Bredden av overgangssonene/ Overgangssonebredde	Definert som partiet mellom stien og intakt vegetasjon, der det er spor av ferdsel, målt i cm for hver side av stien.
Slitasjegrad, overgangssone	Kraftig slitt (se over).
	Moderat slitt (se over).

Registreringene av slitasje ble gjentatt fire ganger i løpet av sesongen for hver studiesti, med ca. 1 måneds mellomrom (Vestlandet: 12.–13.6., 9.–10.7., 8.–9.8. og 9.–10.9.19, Østlandet: 4.–5.7. 2. og 6.8., 30.8. og 3.9., samt 25.–26.9.19). Sykkelstien på Østlandet ble brukt som en del av Birkebeinerrittet 31. august 2019, og vi gjennomførte en ekstra registrering av slitasje langs denne stien, slik at vi fikk data rett før (30. august) og rett etter (2. september) rittet. Bilder ble tatt av alle registreringslinjer, med målebåndet strukket mellom fastmerkene, ved hver registrering. Ved siste registrering ble alle fastmerker fjernet.



Figur 6. Konsept for registreringslinjer i observasjonspunkt (Hagen mfl. 2016).

2.2.5 Databearbeiding og statistiske analyser

Datasettet inneholdt totalt 1371 registreringer av 261 registreringslinjer i 87 observasjonspunkter fordelt på de fire studiestiene. Etableringen av observasjonspunkter ble gjort tidlig i feltsesongen, og vi oppdaget at vi i noen tilfeller hadde overestimert bredden av overgangssonene ved første registrering, da vegetasjonen var dårlig utviklet. Vi brukte derfor bilder av registreringslinjene til å manuelt gå gjennom registreringslinjene, og for åtte registreringslinjer ble bredden av overgangssonen ved førstegangs registrering justert ned. I løpet av sommeren ble fastmerkene fjernet (formodentlig av forbipasserende) for noen registreringslinjer. Bilder ble brukt for å relokalisere plasseringen i felt, men for to registreringslinjer klarte vi ikke å plassere nye fastmerker på samme sted, og disse dataene ble fjernet fra datasettet.

Vi beregnet tråkkpåvirket sone (total stibredde) som bredden av sti + bredden av overgangssonene (i cm). Fordi stibredde og -dybde varierte mellom stiene (se kap. 2.3.1), beregnet vi endring i stibredde og stidybde fra første registrering til gjentak x og brukte endring som responsvariabel. Vi brukte naturtype (kartleggingsenhet) og verdier for beskrivelsesvariabelen Uttøringsfare (UF) til å lage en ordinal variabel for jordfuktighet fra 1 (tørt) til 4 (fuktig) (**Tabell 3**).

Vi slo sammen de fem kategoriene for substratstørrelse til tre: 1) fast fjell og blokk (kategori 1 over), 2) grus (kategori 2 og 3 over) og 3) sand og silt (kategori 4 og 5 over).

En beskrivelse av statistiske analyser er gitt i Evju mfl. (2020), og et sammendrag gis her. Analyser av korrelasjoner mellom ulike forklaringsvariabler for substrat (jordfuktighet, andel torv, andel humus, andel fast fjell og blokk, andel grus, andel sand og silt) gjorde at vi valgte å bruke jordfuktighet og andel sand og silt som forklaringsvariabler for å representere substrat i videre analyser. Vi brukte i tillegg stiens helningsgrad og stiens plassering i terrenget.

Tabell 3. Oversettelse mellom naturtype (jf. Bratli mfl. 2019) og en ordinal variabel for jordfuktighet.

Jordfuktighet	UF trinn	Naturtyper
1	ef	T4-C9 Lyngskog
1.5	de	T3-C2 T31-C2 Kalkfattig fjell-lynghei Kalkfattig boreal lynghei
2	cd	T4-C5 T4-C6 Bærlingskog Svak bærling-lågurtskog
2.5	bc	T3-C1 T31-C1 Kalkfattig leside Kalkfattig boreal frisk hei
3	ab	T4-C1 T4-C2 Blåbærskog Svak lågurtskog
4	Våtmarks- typer	V1-C1 V1-C5 V1-C6 Svært og temmelig kalkfattige myrflater Svært og temmelig kalkfattige myrkanter Litt kalkfattige og svakt intermediære myrkanter

Vi estimerte antall passeringer totalt og antall syklistere fra ferdselstelloene. Detaljerte beskrivelser av datasettet og bearbeiding av dette er gitt i Evju mfl. (2020), inkludert oversikt over registrerte og estimerte passeringer, se også **Vedlegg 1**. For hver registreringsrunde beregnet vi totalt antall passeringer samt andelen av passeringene gjort på sykkel. Disse to variablene (antall passeringer, andel syklistere) representerte bruksomfang og brukstype i analysene.

Vi brukte variansanalyse (ANOVA) og lineære miksedede modeller (LME) og analyserte data med hensyn på:

- forskjeller i slitasje og naturforhold mellom stiene før ferdsel (data fra første registrering, LME).
- bruksomfang og brukstype i forhold til planlagt bruk; vi undersøkte hvorvidt ferdselen økte i løpet av sesongen, og om sykkelstiene ble brukt til sykling og gåstiene til gåing (data fra andre–femte registrering, ANOVA).
- slitasje (stibredde, ekskludert og inkludert overgangssoner, stidybde) som respons på bruksomfang, brukstype og naturforhold (data fra alle registreringer, LME). Endring i stibredde (ekskludert overgangssoner), total stibredde (inkludert overgangssoner) og stidybde ble analysert.

Oppsett av modeller er nærmere beskrevet i Evju mfl. (2020).

I tillegg brukte vi LME til å undersøke slitasjen på sykkelstien på Østlandet spesielt, for å se nærmere på effektene av et sykkelritt. For å få mer detaljerte data på dette registrerte vi slitasje både umiddelbart før og etter rittet ble gjennomført, i tillegg til tre uker etter rittet. Endring i stibredde (ekskludert overgangssoner), tråkkpåvirket sone (inkludert overgangssoner) og stidybde ble analysert som funksjon av ulike forklaringsvariabler: bruk (antall passeringer) og miljøvariabler (som beskrevet over). Andel syklistere ble ikke inkludert i denne analysen, da andelen var relativt konstant gjennom feltsesongen.

2.3 Resultater

2.3.1 Beskrivelse av stiene

Studiestiene omfattet i alt 12 kartleggingsenheter, fordelt på hovedtypene «skogsmark», «fjellhei, leside og tundra», «boreal hei» og «åpen jordvannsmyr». Mens Vestlandsstiene hovedsakelig lå i skog, lå Østlandsstiene i boreal hei, men alle stiene hadde noen observasjonspunkter i myr (**Tabell 4**).

Tabell 4. Observasjonspunkter langs stiene fordelt på naturtype, her gitt som kartleggingsenhet i målestokk 1:5000.

Kode	Naturtype	Vestlandet		Østlandet	
		Sykling	Gåing	Sykling	Gåing
T4-C1	blåbærskog		11		
T4-C2	svak lågurtskog		2		
T4-C5	bærlyngskog	7	1		
T4-C6	svak bærlyng-lågurtskog	1			
T4-C9	lyngskog	7	2		
T3-C1	kalkfattig leside			2	
T3-C2	kalkfattig fjell-lynghei	6	2		
T31-C1	kalkfattig boreal frisk hei			9	9
T32-C2	kalkfattig boreal lynghei			5	11
V1-C1	svært og temmelig kalkfattige myrflater	2	2		
V1-C5	svært og temmelig kalkfattige myrkanter			3	2
V1-C6	litt kalkfattige og svakt intermedieære myrkanter			3	
		23	20	22	22

Tabell 5. Observasjonspunkter langs stiene fordelt på jordfuktighet, skåret som en ordinal variabel basert på variabelen Uttørkingsfare (se kap. 2.2.5).

Jordfuktighet	Naturtype	Vestlandet		Østlandet	
		Sykling	Gåing	Sykling	Gåing
1	Lyngskog	7	2		
1,5	Lynghei	6	2	5	11
2	Bærlyng- og bærlyng-lågurtskog	8	1		
2,5	Leside og frisk hei			11	9
3	Blåbær- og lågurtskog		13		
4	Myrkant og myrflate	2	2	6	2
		23	20	22	22

Tabell 6. Observasjonspunkter langs stiene i forhold til stiens plassering i terrenget; på tvers av høydekontene (rett opp), på skrå, eller på langs (langs skråningen), inndeling i kategorier følger Wimpey & Marion (2010).

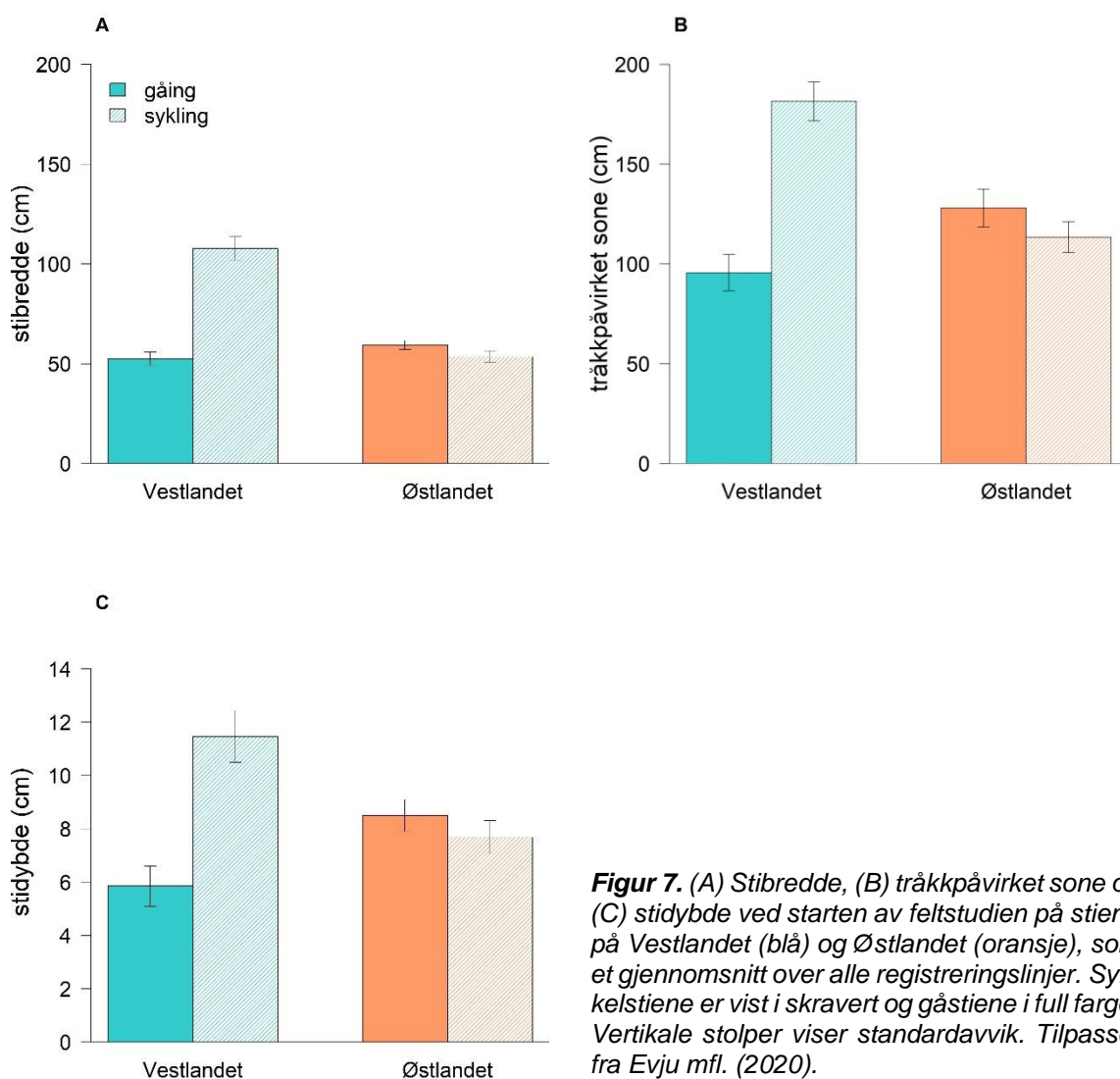
Stiens plassering i skråningen	Vestlandet		Østlandet	
	Sykling	Gåing	Sykling	Gåing
≤ 30: På tvers	5	3	6	6
30–60: På skrå	4	3	6	7
≥ 60: På langs	14	14	10	9
	23	20	22	22

Tabell 7. Registreringslinjer langs stiene i forhold til stiens helningsgrad, her delt i tre kategorier (se kap. 4.2.2.1), jf. Marion & Wimpey (2017). Merk at stiens helningsgrad i felt ble målt i grader, mens tabellen oppgir % helning.

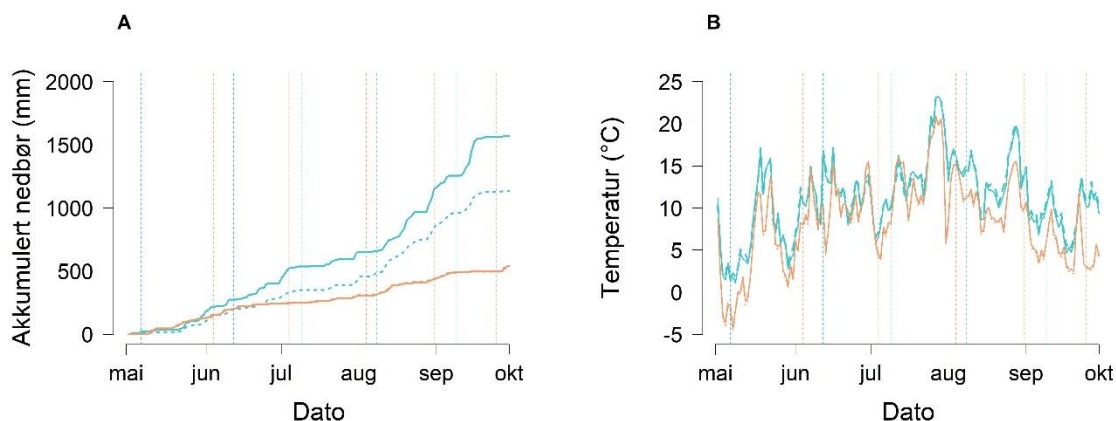
Helningsgrad	Vestlandet		Østlandet	
	Sykling	Gåing	Sykling	Gåing
< 5 %: liten helning	22	9	25	21
5–10 %: middels helning	9	11	12	14
> 10: stor helning	38	40	29	31
	69	60	66	66

Variasjon i jordfuktighet ble dermed også fanget opp langs stiene (**Tabell 5**). Stienes plassering i terrenget varierte, med observasjonspunkter både på tvers av, på skrå og langs skråninger (**Tabell 6**). Registreringslinjene fanget også variasjon i stiens helningsgrad, slik at både slake og bratte partier ble målt (**Tabell 7**).

Stiene var ulike med hensyn på stibredde, overgangssoner og stidybde ved starten av sesongen, med størst avvik i sykkelstien på Vestlandet (**Figur 7**). Statistiske analyser av data (se Evju mfl. 2020 for detaljer) viste at både stibredde, total stibredde og stidybde var signifikant forskjellig mellom Vestlandet og Østlandet, og at forskjellen mellom sykkelstien og gåstien på Vestlandet var signifikant. I tillegg var det flere miljøvariabler som var med å forklare variasjon: stibredden (både med og uten overgangssoner) var noe mindre der sand og silt utgjorde en stor andel av substratet, total stibredde økte i tillegg med økende jordfuktighet og var større i flatt terreng. Stiene var derimot dypere i bratt terreng.



Som **Tabell 1** viser, var det stor forskjell i nedbør mellom studieområdene i løpet av sommeren 2019, og på Vestlandet var det også forskjell mellom gåstien og sykkelstien. I **Figur 8** vises nedbør og temperatur i mer detalj, og relatert til feltregistreringene.



Figur 8. (A) Akkumulert nedbør (mm) og (B) døgnmiddeltemperatur i perioden mai til oktober 2019, i studieområdet på Vestlandet (blå) og Østlandet (brun), på hhv. sykkelstier (stiplet) og gåstier (helttrukket). De vertikale linjene viser tidspunkt for feltregistreringer på Vestlandet (blå) og Østlandet (brun). De to studiestiene på Østlandet hadde relativt like verdier, og linjene ligger i stor grad oppå hverandre. Tilpasset fra Evju mfl. (2020).

2.3.2 Bruksomfang og brukstype

Antallet passeringer økte i løpet av sesongen på alle stiene, men totalt bruksomfang varierte (**Tabell 8**). De mest brukte stiene var gåstien på Østlandet og sykkelstien på Vestlandet, mens sykkelstien på Østlandet var minst brukt. Brukstype var signifikant forskjellig mellom stiene; sykkelstiene hadde en mye høyere andel syklistene enn gåstiene (ANOVA med registreringstidspunkt og brukstype som forklaringsvariabler; $F_{2,13} = 101,3$, $p < 0,001$), i gjennomsnitt 47 % vs. 13 %.

Tabell 8. Kumulativt antall passeringer og andel syklistene ved 1.–4. gjentak av slitasjeregistreringene.

Sti	Antall passeringer				Andel syklistene (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Vestlandet, sykling	661	1197	1849	2450	37	46	50	46
Vestlandet, gåing	990	1264	1687	1927	12	14	15	15
Østlandet, sykling	312	643	915	1504	34	53	52	60
Østlandet, gåing	639	1908	2478	3310	8	13	14	13

2.3.3 Endringer i stibredde og stidybde med økende bruk

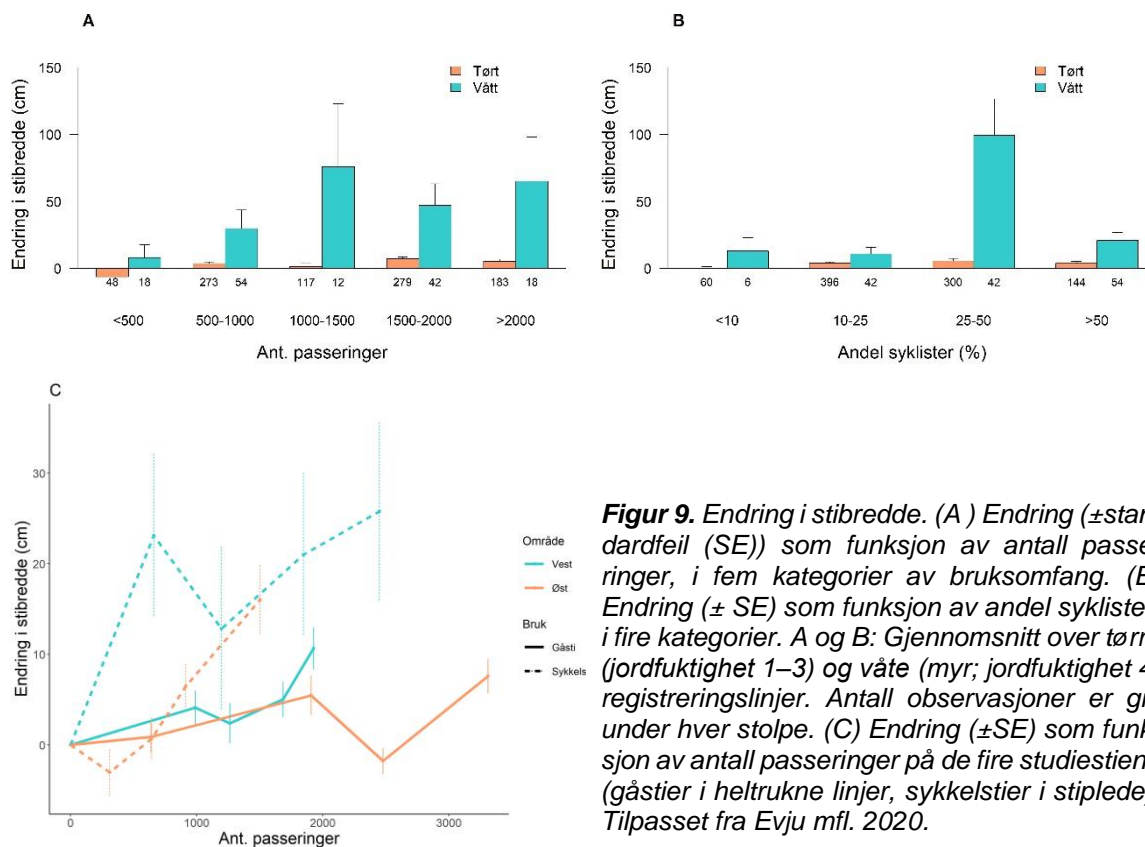
2.3.3.1 Sti

Den målte stibredden varierte mellom registreringslinjer, fra 17 til 650 cm ($75,8 \pm 54,2$ cm, gjennomsnitt \pm standardavvik (SD)). Stibredden varierte også gjennom sesongen, og både økende og avtagende stibredde ble registrert i registreringslinjene (**Figur 9**). I gjennomsnitt økte stibredden med 8,9 cm ($\pm 43,0$ SD, spenn: -98 til 559 cm, samlet over alle gjentak). Avtagende stibredde ble observert først og fremst mellom første registrering og første gjentak og skyldtes i hovedsak at de første målingene ble gjort tidlig i vekstsesongen. Med økende plantevekst (og relativt lite ferdsel fram mot gjentak 1) ble det synlig påvirkede kjerneområdet av stien mindre.

De statistiske analysene viste at stibredden økte med økende bruksmengde (Tabell 3a i Evju mfl. 2020). Det var en signifikant interaksjon mellom bruksmengde og andel syklistene – stibredden økte mer med mye bruk når en stor andel av brukerne var syklistene. Naturforholdene langs

stien hadde også betydning; stibredden økte mer i våte partier, og spesielt når en stor andel av brukerne var sykklister (signifikant interaksjon mellom jordfuktighet og andel sykklister).

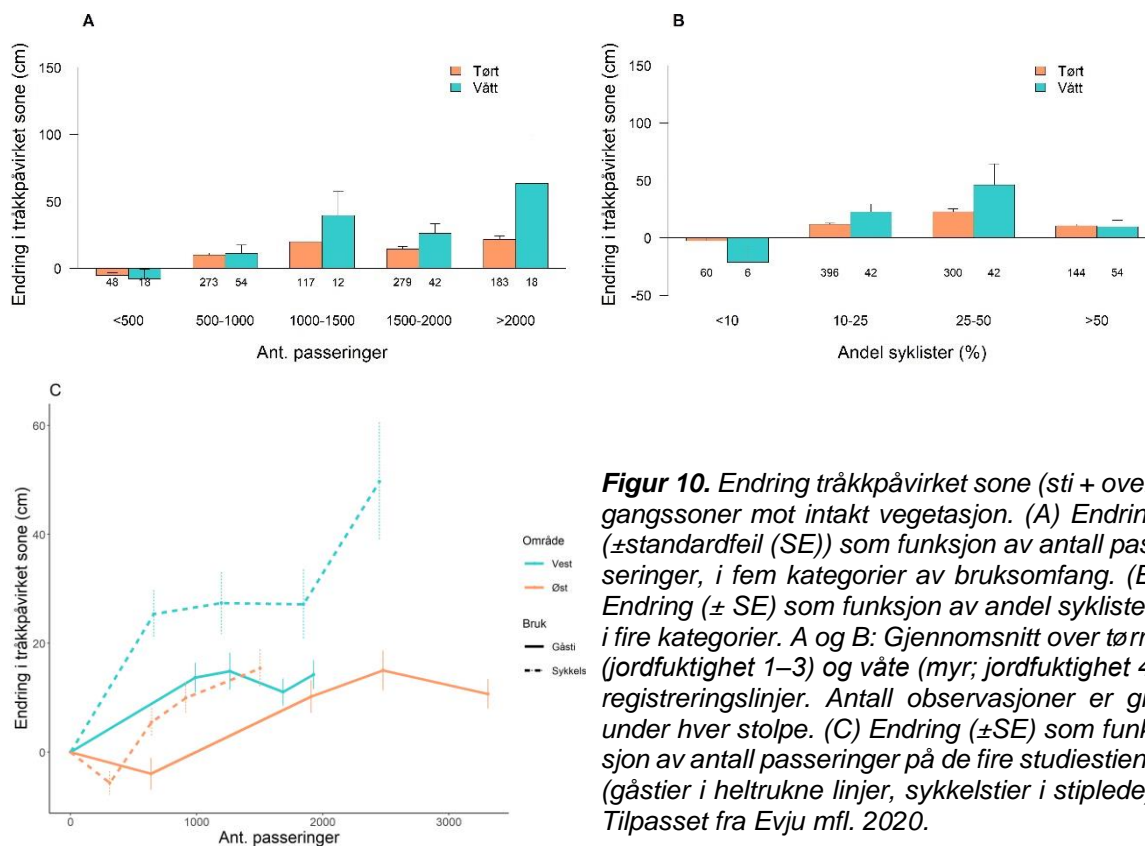
Figur 9 illustrerer resultatene på ulike måter, der inndelingen i kategoriene for bruksomfang og andel sykklister er tilpasset antall observasjoner (en finere inndeling ville gitt færre observasjoner, spesielt av registreringslinjer i myr).



2.3.3.2 Tråkkpåvirket sone

Den tråkkpåvirkede sonen (total stibredde; sti pluss overgangssoner) var betraktelig bredere enn selve stien, og spente fra 34 til 808 cm (gjennomsnitt \pm SD: $143,2 \pm 87,2$ cm). Også bredden på denne sonen varierte gjennom sesongen, i ett tilfelle ble total stibredde målt til 88 smalere enn ved første registrering, og maks økning var på 638 cm. I gjennomsnitt økte bredden av tråkkpåvirket sone med 15,4 cm ($\pm 38,6$ cm). Som for stibredde, ble avtagende tråkkpåvirket sone observert først og fremst mellom første registrering og første gjentak. Analysene viste at også tråkkpåvirket sone økte med økende bruksmengde – og mer når andelen sykklister var høy (signifikant interaksjon mellom antall passeringer og andel sykklister) (Tabell 3b i Evju mfl. 2020). Effekten av økende bruksmengde var spesielt stor i våte partier (signifikant interaksjon mellom antall passeringer og jordfuktighet) og i partier med fint substrat (signifikant interaksjon mellom antall passeringer og andel sand og silt). Analysene ble kjørt både med og uten en avvikende observasjon i datasettet (økning i stibredde på 638 cm), men resultatene var de samme.

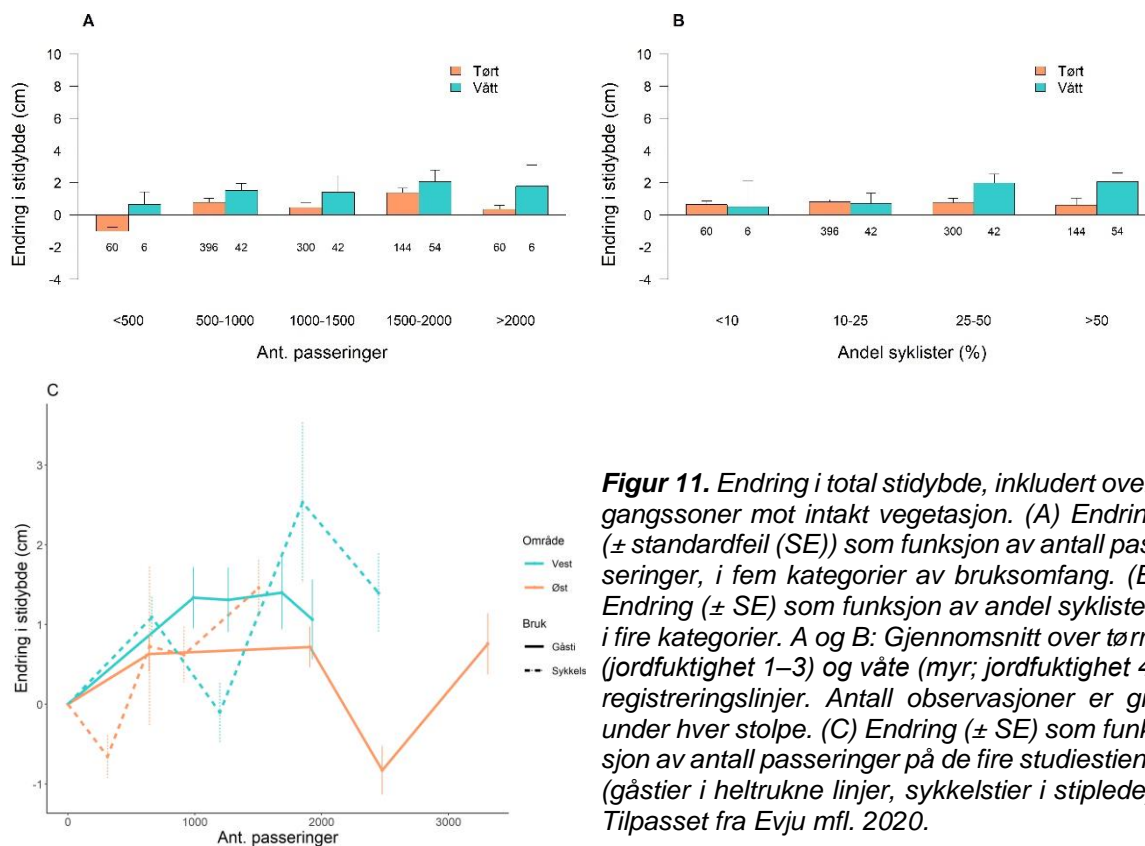
Figur 10 illustrerer resultatene på ulike måter, der inndeling i kategoriene for bruksomfang og andel sykklister er tilpasset antall observasjoner (en finere inndeling ville gitt færre observasjoner, spesielt av registreringslinjer i myr).



Figur 10. Endring tråkkpåvirket sone (sti + overgangssoner mot intakt vegetasjon. (A) Endring (\pm standardfeil (SE)) som funksjon av antall passeringer, i fem kategorier av bruksomfang. (B) Endring (\pm SE) som funksjon av andel sykklister, i fire kategorier. A og B: Gjennomsnitt over tørre (jordfuktighet 1–3) og våte (myr; jordfuktighet 4) registreringslinjer. Antall observasjoner er gitt under hver stolpe. (C) Endring (\pm SE) som funksjon av antall passeringer på de fire studiestiene (gåstier i heltrukne linjer, sykkelstier i stiplede). Tilpasset fra Evju mfl. 2020.

2.3.3.3 Stidybde

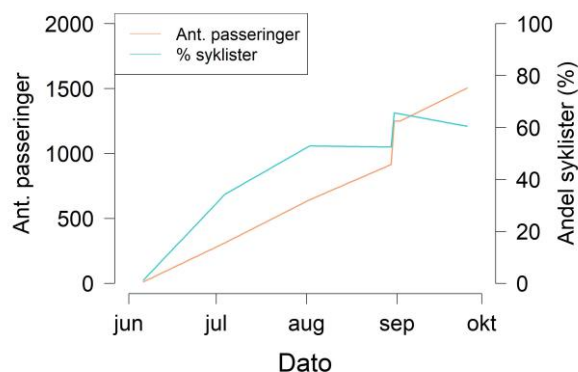
Stidybden varierte mellom 0 og 65 cm gjennom sesongen (gjennomsnitt \pm SD: 9,1 \pm 6,8 cm). Den gjennomsnittlige endringen i stidybde over tid var liten (gjennomsnitt \pm SD: 0,84 \pm 4,0 cm), og svært variabel (fra –13,5 til 57 cm). Endring i stidybde kunne best forklares med jordfuktighet (økende stidybde med økende fuktighet), og en signifikant interaksjon mellom antall passeringer og andel sykklister viste i tillegg at dybden økte noe mer der bruksomfanget var høyt og en stor andel av brukerne var sykklister (**Figur 11**). Terrang og substrat hadde ingen effekt på endring i stidybde.



2.3.3.4 Mer om Birkebeinerrittet

Ultrabirken er en del av Birkebeinerrittet og er på 100 km. Av 342 startende fullførte 326 personer Ultrabirken i 2019. Det var vind, tåke og regn på riddagen noe som førte til fuktig (gjørmete) føre.

Data fra ferdselstellerne viste at Ultrabirken ga 340 passeringer på sykkel på én dag (31. august) på sykkelstien på Østlandet (**Figur 12**).

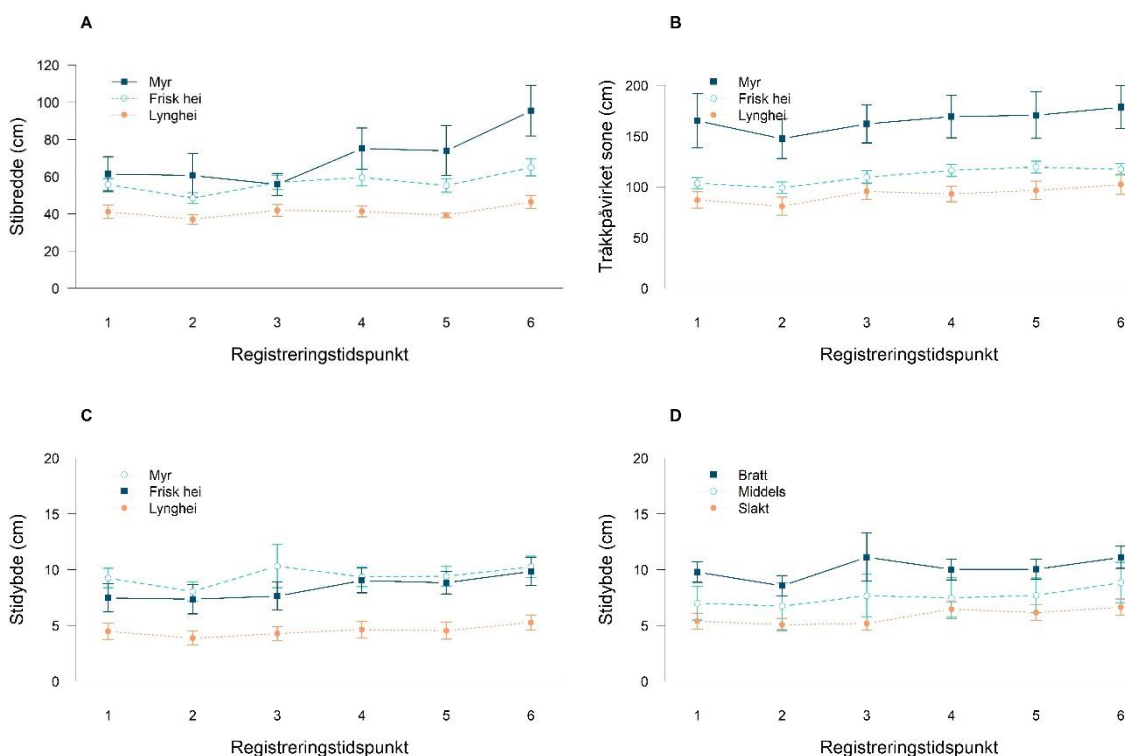


Figur 12. Bruksmengde og andel sykklister på sykkelstien på Østlandet gjennom sesongen 2019.

Analysene over hele sommersesongen viste at stibredde økte med antall passeringer, men med en sterk effekt også av jordfuktighet (**Figur 13, Tabell 9**). Det var ingen markert økning av stibredde umiddelbart etter sykkelrittet i august, men i siste registrering ca. fire uker etter rittet var stien bredere, særlig i vått terreng (**Figur 13**). Bredden av tråkkpåvirket sone økte med økende bruksmengde, men var i liten grad relatert til miljøforhold langs stien. Også stidybden økte med økende bruk, og mest i våte partier langs stien (**Figur 13, Tabell 9**). Det var ingen effekter av helning eller stiens plassering i terrenget.

Tabell 9. Resultater fra analyser med LME av slitasje som funksjon av bruksmengde og miljøvariabler på sykkelsti på Østlandet. Endring i (A) stibredde, (B) tråkkpåvirket sone og (C) stidybde.

	Estimat	Standardfeil	t-verdi	p-verdi
A) stibredde				
Intercept	3,153	2,191	1,439	0,155
Ant. passeringer	7,309	1,007	7,260	< 0,001
Jordfuktighet	5,367	2,280	2,354	0,022
Ant. passeringer × jordfuktighet	4,533	1,053	4,305	< 0,001
B) tråkkpåvirket sone				
Intercept	5,115	2,305	2,218	0,030
Ant. passeringer	8,705	1,055	8,167	< 0,001
C) stidybde				
Intercept	0,162	0,246	0,657	0,514
Ant. passeringer	0,852	0,110	7,739	< 0,001
Jordfuktighet	0,701	,253	2,766	0,007



Figur 13. Egenskaper ved sykkelstien på Østlandet, som ble brukt som del av Birkenrittet 31. august. Registrering nr. 4 er gjort umiddelbart før og nr. 5 umiddelbart etter rittet, mens nr. 6 er gjort ca. fire uker etter rittet. Utvalgsstørrelser: Lynghei $n = 15$, frisk hei $n = 33$, myr $n = 18$. Bratt $n = 29$, middels $n = 12$, slakt $n = 25$.

3 Brukerundersøkelse

3.1 Om stisykling og stisyklister

Syklister er en mangfoldig brukergruppe, langt utover skillet mellom de som bruker el-sykkel og de som bruker «vanlig sykkel» (videre kalt bare 'sykkel'). Det finnes et stort spekter av sykler, skreddersydd for ulike bruksformer og brukere. Dette avspeiler de mange måtene/aktivitetene som kalles sykling. SSB skiller på en forenklet måte mellom 'sykkeltur i naturomgivelser' og 'sykkeltur på sti/ute i terrenget'. Den siste kategorien er målt hvert tredje-fjerde år (Levekårsundersøkelsene) siden 2001 (Vaage 2015). I alt 35 % av den voksne norske befolkningen drev med sykkeltur i naturomgivelser (en eller flere ganger) i 2017 (siste gjennomførte måling), mens 23 % drev med sykkeltur på sti/i terrenget (16 % med 1–10 turer i året og 7 % med 11 eller flere turer i 2017). SSBs kategorier samsvarer godt med sykkelformene slik de er definert i Merkehandbokas sykkelveileder (Den norske turistforening mfl. 2019b), som bruker følgende begreper:

- **Tursykling:** Aktivitetsform der tråsykkel benyttes til ferdsel på vei og lett fremkommelige grus-, tur- og traktorveier.
- **Terrengsykling:** Aktivitetsform der tråsykkel benyttes til å ferdes i terrenget og på sti, herunder stier spesielt tilrettelagt for formålet.

I mange nasjonalparker vil hoveddelen av sykling sannsynligvis foregå på kjørespor eller gamle traktor-/grusveier. Dette betyr at nasjonalparker som har «*lett fremkommelige grus-, tur- og traktorveier*», trolig vil oppleve mer sykling (pr. definisjon 'tursykling') enn der terrengsykling er eneste muligheten. I dette prosjektet er det terreng-/stisyklisten som er relevant.

For å få bedre kunnskap om stisyklistene og deres forståelse av egnethet m.m. gjennomførte vi en brukerundersøkelse. Det er tre viktige elementer i en slik undersøkelse:

- Målpopulasjonen: Hvilken type sykklister vil vi ha i tale?
- Gyldigheten: Det må lages et godt spørreskjema som både dekker det tematiske spekteret i prosjektet og som brukerne føler det er relevant og interessant å svare på.
- Representativiteten: Hvordan når vi denne brukergruppen best og til en overkommelig pris?

3.2 Metode

3.2.1 Utforming

Vi gjennomførte brukerundersøkelsen som et nettbasert spørreskjema. Spørreskjemaet inneholdt bakgrunnsvariabler om brukerne og spørsmål om deres forhold til sykling: hva slags type syklist de karakteriserer seg som, ferdighetsnivå, hvor mye de sykler og hva slags sykkelutstyr de har. I tillegg inkluderte vi en rekke spørsmål knyttet til ulike temaer som sykling i nasjonalparker, vegetasjonsslitasje, forstyrrelse av dyreliv, tilretteleggingstiltak, bruk av sti og preferanser for hvordan en sykkelsti bør være. I tillegg til at et medlem av forskergruppa selv driver med stisykling, ble skjemaet videresendt til tre stisyklister, hvorav én kommenterte på spørsmålene og bidro til å sikre at begrepsbruken i skjemaet var god og i samsvar med hva som brukes av stisyklister selv. Undersøkelsen besto av 83 spørsmål (se **Vedlegg 2**). Det tok anslagsvis 7–10 minutter å besvare undersøkelsen.

3.2.2 Gjennomføring

Spørreskjemaet ble lagt inn i det elektroniske verktøyet SurveyXact (www.surveyxact.no). Fordi det var sti- og terrengsyklister vi ønsket å få svar fra, samarbeidet vi med tidsskriftet

Terrengsykkel (www.terrengsykkel.no) om distribusjon av undersøkelsen. Terrengsykkel er «Norges største sykkelnettsted», og tidsskriftet finnes også i fysisk form. Nettversjonen har både artikler åpne for alle og låste artikler som krever abonnement.

Undersøkelsen ble distribuert gjennom en åpen artikkel/nyhetssak med tittelen: *Hva slags stier egner seg for sykling? Norsk institutt for naturforskning skal kartlegge hva sykkelistene vil ha: Svar på spørreundersøkelsen her* (<https://www.terrengsykkel.no/sykkelritt/hva-slags-stier-egner-seg-for-sykling>). Artikkelen ble skrevet av tidsskriftets journalist og beskrev oppdraget som undersøkelsen er en del av og understreket samtidig viktigheten av å få stisyklistenes synspunkter angående stisykling og egnethet. Nederst i artikkelen var det en lenke til undersøkelsen, og det ble også henvist til lenken innledningsvis i artikkelen. Det ble i tillegg informert om undersøkelsen på Terrengsykkel sin Facebook-side (per. 5. mai 2020 har siden 21 665 følgere) og på Facebook-siden til Bergen MTB Klubb Sosial (per. 25. august 2020 har siden 1 414 medlemmer). De som trykket på lenken i artikkelen, ble sendt direkte til spørreskjemaet. Undersøkelsen var anonym.

Artikkelen i Terrengsykkel ble publisert 26.02.19 og lå øverst på nettsiden med ekstra synlighet i relativt kort tid, før den ble dyttet lengre ned etter hvert som nyere artikler kom til. Etter en ukes tid ble saken flyttet opp på topp igjen og lå der noen dager. Det var flest besvarelser i løpet av de første dagene etter publisering, og det at nyhetssaken ble løftet opp igjen etter en ukes tid hadde liten effekt på svarfrekvensen. Undersøkelsen ble lukket for besvarelser 29.04.19.

3.2.3 Analyser av data

Til sammen ble det samlet inn svar fra 963 respondenter. I alt 866 hadde fullført hele undersøkelsen, og disse utgjør datamaterialet som det rapporteres fra. Utvalget er et bekvemmelighetsutvalg fra målpopulasjonen stisyklistere, og det er de stisyklistene vi greide å nå med lenken og de av dem som svarte på undersøkelsen, som er utvalget. Det er dermed viktig å understreke at det ikke er et systematisk tilfeldig utvalg. Dette kommer vi tilbake til under. Rådataene ble overført til SPSS Statistics, og analysene ble gjennomført i denne programvaren. Alle figurer ble laget i Excel.

Sykkelistene ble i noen av analysene under delt inn i *vanlige syklistere* og *el-syklistere* for å se om det var forskjeller som kunne henge sammen med sykkeltype. De som hadde begge typer sykler, ble plassert i de to gruppene basert på hvilken sykkel de oppga at de brukte mest. De som oppga at de brukte begge typer sykler like mye (30 respondenter), ble utelatt i analysene som omfattet type syklist; i disse analysene er $n = 836$.

Sykkelistene ble i noen av analysene delt i grupper etter ferdighetsnivå. Det var i utgangspunktet fire ulike ferdighetsnivåer, men det var få respondenter på det aller laveste ferdighetsnivået, så vi slo sammen de to laveste gruppene (de som takler hhv. grønn og blå løype – se også kap. 3.3.1 og **Figur 15**).

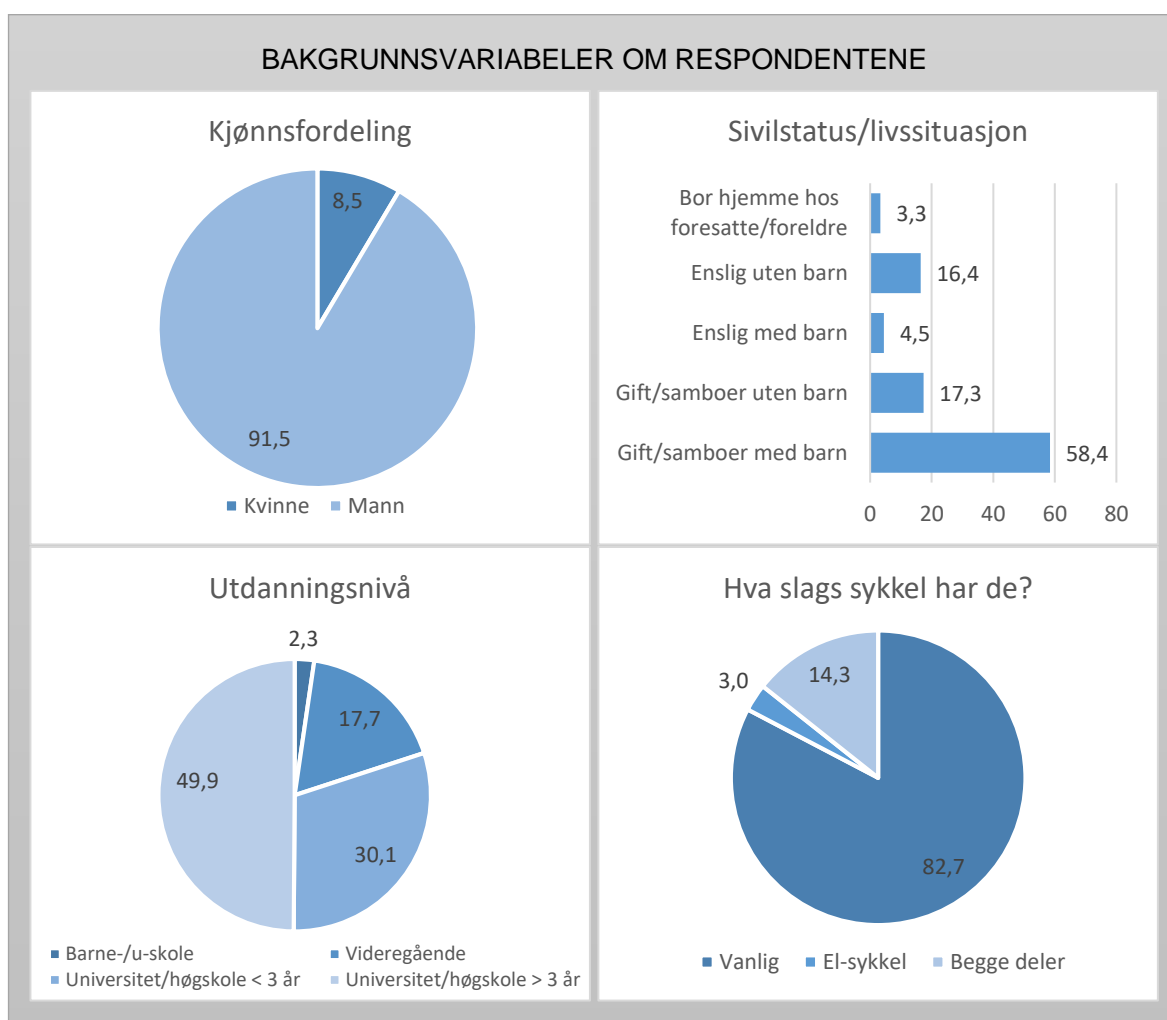
Det ble i hovedsak gjort deskriptive fremstillinger fra datamaterialet. Gjennomsnittsverdier og standardfeil blir oppgitt i fotnoter, henholdsvis med betegnelsene M og SE . Utvalgsstørrelsen blir referert til i teksten som « N » og viser totalt antall respondenter som er med i analysen for det enkelte spørsmålet. For å se på forskjeller mellom ulike respondentgrupper (eksempelvis vanlige syklistere og el-syklistere) ble det utført t-tester og enveis variansanalyser (ANOVA) med Hochberg's GT2 post hoc-test. Det ble også kjørt kji-kvadrattest for enkelte kategoriske data. For alle analysene var signifikansnivået satt til $\alpha = 0,05$.

3.3 Resultater

3.3.1 Hvem er syklistene som har deltatt i undersøkelsen?

En overordnet karakteristik av respondentene var at de for det meste var gifte/samboende fedre i 40-årsalderen, med høy utdanning. De er hovedsakelig sti-/terrengsyklister som bruker vanlig sykkel (ikke el-sykkel), de trives best på sti, og de er erfarne og behersker krevende og vanskelige løyper. Det betyr at undersøkelsen har fanget opp de mest erfarne og engasjerte stisyklistene, altså at det er disse vi har nådd via lenken og som har svart på undersøkelsen med metoden beskrevet over. Dette utvalget ble som forventet.

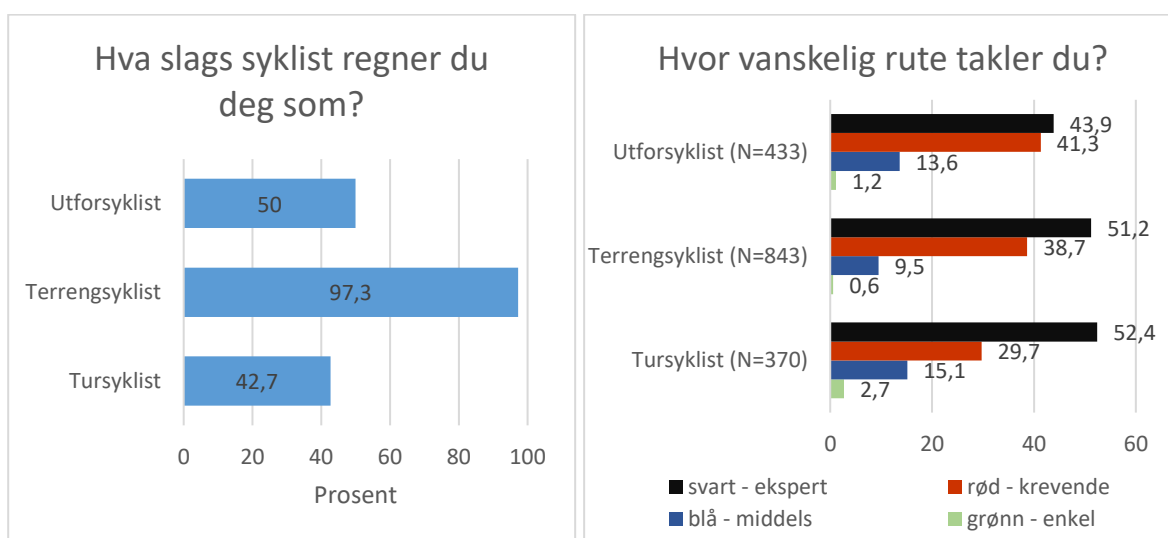
Dersom vi ser mer inngående på hvem respondentene er, så utgjorde menn så mye som 91,5 % og kvinner kun 8,5 % (**Figur 14**). Nesten 60 % av respondentene hadde familie og barn. Totalt 80 % av respondentene hadde høyere utdanning, hele 50 % mer enn 3 års universitets-/høgskoleutdanning. Alderen varierte fra 14 til 75 år og var i gjennomsnitt 40. Den store majoriteten hadde vanlig sykkel (nesten 83 %), mens drøye 14 % hadde både el-sykkel og vanlig sykkel. Kun 3 % oppga at de bare hadde el-sykkel. Hele 97,7 % oppga at de var stisyklister.



Figur 14. Bakgrunnsinformasjon om respondentene (n=866).

Syklistene ble bedt om å karakterisere hva slags type syklist de anså seg som, i henhold til merkehåndbokas ferdighetsgradering (Den norske turistforening mfl. 2013). I merkehåndboka ble tre ulike kategorier sykling definert: *tursykling*, *terrengsykling* og *utforsykling*. I 2019 (etter gjennomføring av brukerundersøkelsen) ble merkehåndboka oppdatert (Den norske turistforening mfl. 2019a, b). En gikk da bort i fra betegnelsen *utforsykling*, og nå benyttes kun de to kategoriene *tursykling* og *terrengsykling*. Vi viser likevel resultatene for alle de tre sykkeltypene.

Syklistene ble altså bedt om å oppgi om de karakteriserte seg som henholdsvis *tursyklist*, *terrengsyklist* eller *utforsyklist* (**Figur 15**). Det var mulig å karakterisere seg som flere typer syklist. Nesten alle respondentene regnet seg som terrengsyklist, mens 50 % og 43 % regnet seg som henholdsvis utforsyklist og tursyklist. Som oppfølgingsspørsmål ble respondentene bedt om å oppgi hvor vanskelige stier de taklet. Respondentene var drevne syklist; for alle syklistkategoriene oppga over 80 % at de taklet rød eller svart løype¹. I den siste versjonen av Merkehåndboka er det også brukt en fem-delt skala der det svarte nivået er delt i 'ekstra krevende' og 'ekstrem'; disse nye definisjonene er ikke brukt i vår undersøkelse.

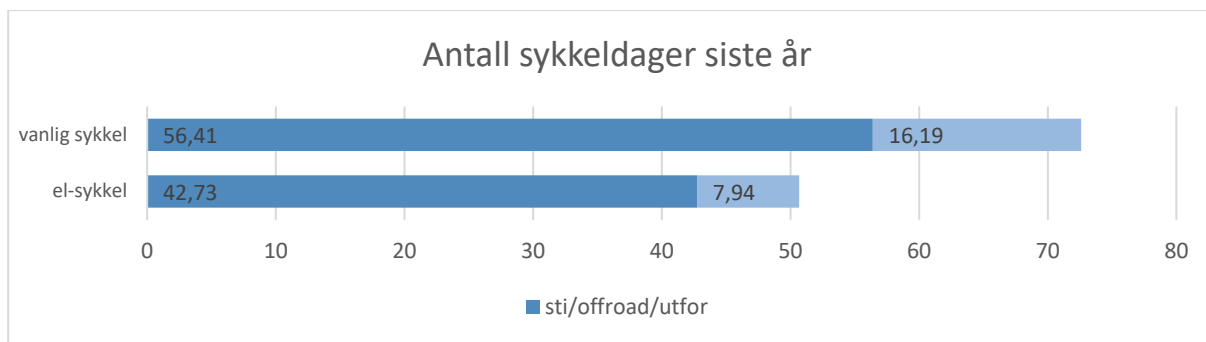


Figur 15. Hva slags syklist respondentene regner seg som til venstre og hvor vanskelig rute de takler til høyre.

Syklistene ble spurt om hvor mange sykkeldager de hadde i løpet av et år. Antallet varierte stort. Noen oppga at de hadde hatt én sykkeldag siste år, andre at de syklet hver dag. Gjennomsnittlig antall sykkeldager på vanlig sykkel var 73 dager, hvorav sykling på sti/offroad/utfor utgjorde 56 dager (**Figur 16**). Gjennomsnittlig antall sykkeldager siste år på el-sykkel var 51 dager, hvorav sykling på sti/offroad/utfor utgjorde 43 dager. Det betyr at sykling på sti utgjorde 84 % av sykkeldagene på vanlig sykkel og 78 % av sykkeldagene på el-sykkel. Antall sykkeldager varierte med syklistenes ferdighetsnivå. De mindre erfarne syklet i gjennomsnitt 43 dager, de erfarne 70 og ekspertene 83 dager siste år².

¹ En kort hjelpetekst med beskrivelse fra merkehåndboka var lagt til i undersøkelsen for at syklistene skulle kunne skille de ulike kategoriene og vanskelighetsgradene dersom de hadde behov for det

² Vi har her tatt utgangspunkt i de 97,3 % som definerer seg som terrengsyklist.

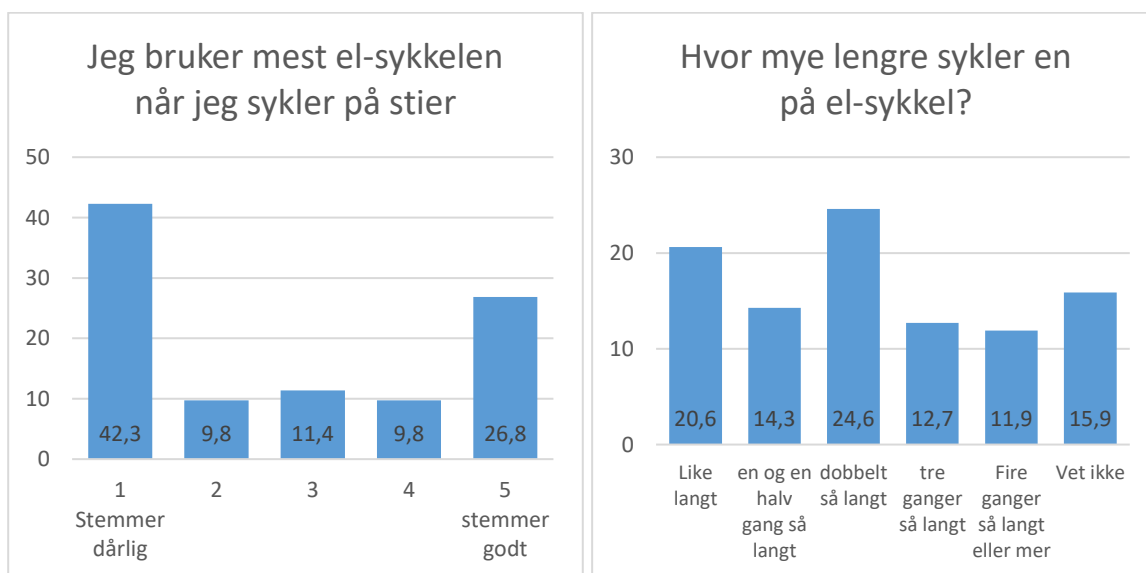


Figur 16. Antall sykkeldager totalt siste år (mørk + lys blå del av søylene), og antall dager stisykling (mørk blå del av søylene) (n=866).

3.3.2 Mer om el-syklister og el-sykling

Til sammen hadde 17 % av respondentene i undersøkelsen el-sykkel. Det var 3 % som kun hadde el-sykkel, mens 14,3 % hadde både el- og vanlig sykkel (se **Figur 14**). Blant de som hadde begge typer sykler, oppga 40 % at de brukte el-sykkelen mest og 25 % at de brukte begge sykler like mye. El-syklister (altså alle som hadde el-sykkel) var gjennomgående fornøyde med sykkelen sin.

For de som hadde begge sykkeltyper, var det ganske ulikt hvor mye de brukte el-sykkelen til stisykling. I overkant av 40 % brukte el-sykkelen lite til stisykling, mens 27 % for det meste brukte el-sykkelen når de syklet på sti (se **Figur 17**). Omtrent $\frac{3}{4}$ oppga at de syklet både på barmark og snø-/isføre. El-syklister ble også spurt om hvor mye lengre de syklet på el-sykkel sammenlignet med når de brukte vanlig sykkel. Hvor mye lengre de mente de syklet var veldig variabelt, se **Figur 17**), men flertallet syklet lenger på el- enn på vanlig sykkel.



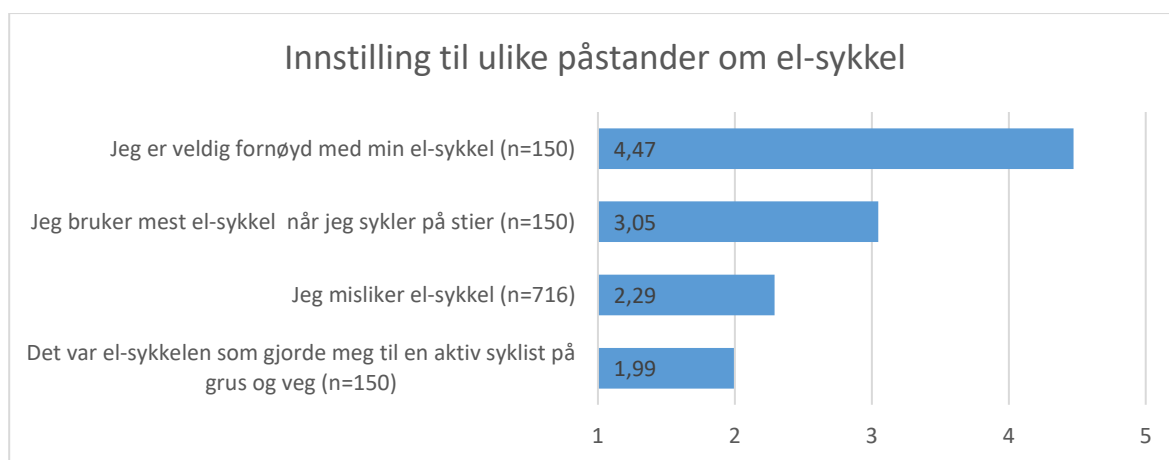
Figur 17. Bruk av elsykkelen til sykling på sti, til venstre (n=123), og respondentens opplevde rekkevidden på el-sykkelen sammenlignet med vanlig sykkel, til høyre (n=126).

Av de som ikke hadde el-sykkel, planla kun 4 % (27 respondenter) å skaffe seg en, mens 25 % vurderte å gjøre det (n=716)³. De fleste av de som planla el-sykkelkjøp, vurderte å skaffe seg el-sykkel for sti/terreng (17 av 27 respondenter). Det å komme lett opp til topper for å sykle utfor og kunne sykle lenger, ble oppgitt som de viktigste grunnene for kjøp av el-sykkel blant disse fire prosentene.

Når det gjaldt ferdighetsnivå blant stisyklistene, var det langt færre av el-syklistene⁴ som taklet svarte løyper enn blant de med vanlig sykkel⁵. Tilsvarende var det også en større andel av el-syklistene som var uerfarne enn blant de med vanlig sykkel. Andelen som var erfarne (rød løype) var lik for både el-syklistene og de med vanlig sykkel. En bør imidlertid huske at antall el-syklistene er noe lavt og prosentfordelingene for de ulike ferdighetsnivåene kan derfor være beheftet med usikkerhet.

Undersøkelsen inkluderte også fire påstander om el-sykkel, der respondentene ble bedt om å oppgi hvor godt påstandene passet for dem. Tre av påstandene gikk til de som hadde el-sykkel og én påstand gikk til de som ikke hadde el-sykkel. Sistnevnte gruppe ble stilt spørsmål om de misliker el-sykkel. Gjennomsnittskåren er 2,29 noe som indikerer at de «vanlige» syklistene er relativt uenige i dette.

Når det gjelder el-syklistene, fikk disse spørsmål om hvor fornøyd de er med el-sykkelen, om det for det meste er den de bruker når de sykler sti og om det var el-sykkelen som har gjort dem til en aktiv syklist (**Figur 18**). El-syklistene må sies å være godt fornøyd med el-sykkelen sin, med en gjennomsnittskår på 4,47. Hvorvidt de for det meste brukte el-sykkel når de syklet på sti, varierer, og gjennomsnittskåren havner midt på treet; 35,5 % oppga at det stemmer dårlig at de for det meste bruker el-sykkelen, mens 37,3 % oppga at det stemmer godt. El-syklistene var også relativt uenige i at el-sykkelen har bidratt til at de hadde blitt en aktiv syklist på grus/veg. 16 % av el-syklistene oppga imidlertid at det stemte godt.



Figur 18. Innstilling til el-sykkel, oppgitt som gjennomsnittskår på en skala fra 1 stemmer dårlig til 5 stemmer godt.

3.3.3 Stipreferanser og innstilling til ulike forvaltningstiltak

Stisyklistene (97,7 %) ble bedt om å oppgi hvordan de helst ønsker at stien skal være. Skogs-terreng var noe høyere preferert enn snaufjell, men begge stitypene fikk høye gjennomsnittsskå-
rer (hhv. 4,23 og 3,98, på en skala fra 1 til 5 – se **Figur 19**). Når det gjelder kvaliteter ved stien,

³ De som allerede hadde el-sykkel (n=150) ble ikke stilt dette spørsmålet.

⁴ Se for øvrig andre avsnitt i kapittel 3.2.3 for nærmere beskrivelse av respondentene.

⁵ $\chi^2(2) = 16,060$, $p < 0,05$.

utover hvilken naturtype den ligger i, var en svingete og utfordrende sti det viktigste for respondentene samlet. Det at den går i tørre områder, var også preferert relativt høyt, noe som korresponderer med at stier med innslag av myr i liten grad var foretrukket. Stein og røtter i stibanen og det at stien er lagt på en slik måte at en ikke behøver å bære sykkelen, var middels foretrukket. At stien er bredere enn 1 meter, var i liten grad ønsket, mens smale stier med nærkontakt med naturen i langt større grad var foretrukket.

Dersom vi ser nærmere på ulike delgrupper av syklistene, finner vi noen forskjeller. El-syklistene var noe mindre opptatt av stien bare går i tørre områder og ønsket i mindre grad at stien har mye stor stein eller trerøtter i selve stibanen enn de med vanlig sykkel⁶.

Syklistene prefererte i større grad utfordringer, som store steiner og trerøtter og at stien er svingete og utfordrende, jo mer erfarne de var⁷. Det var få som foretrakk at stien har innslag av myr og at den er bredere enn 1 meter, men disse to forholdene var enda mindre preferert jo mer erfarne syklistene var⁸. At stien er smal slik at syklistene får nærkontakt med naturen, var mindre viktig for de uerfarne enn for ekspertene og de erfarne⁹.

Det var to forhold som vurderes ulikt av menn og kvinner. Menn foretrakk i større grad enn kvinner at stien skal være svingete og utfordrende fordi de ønsker å følge linja, og at stien skal ha store steiner og røtter slik at de kan forsere «crux» (vanskelige stipartier)¹⁰.

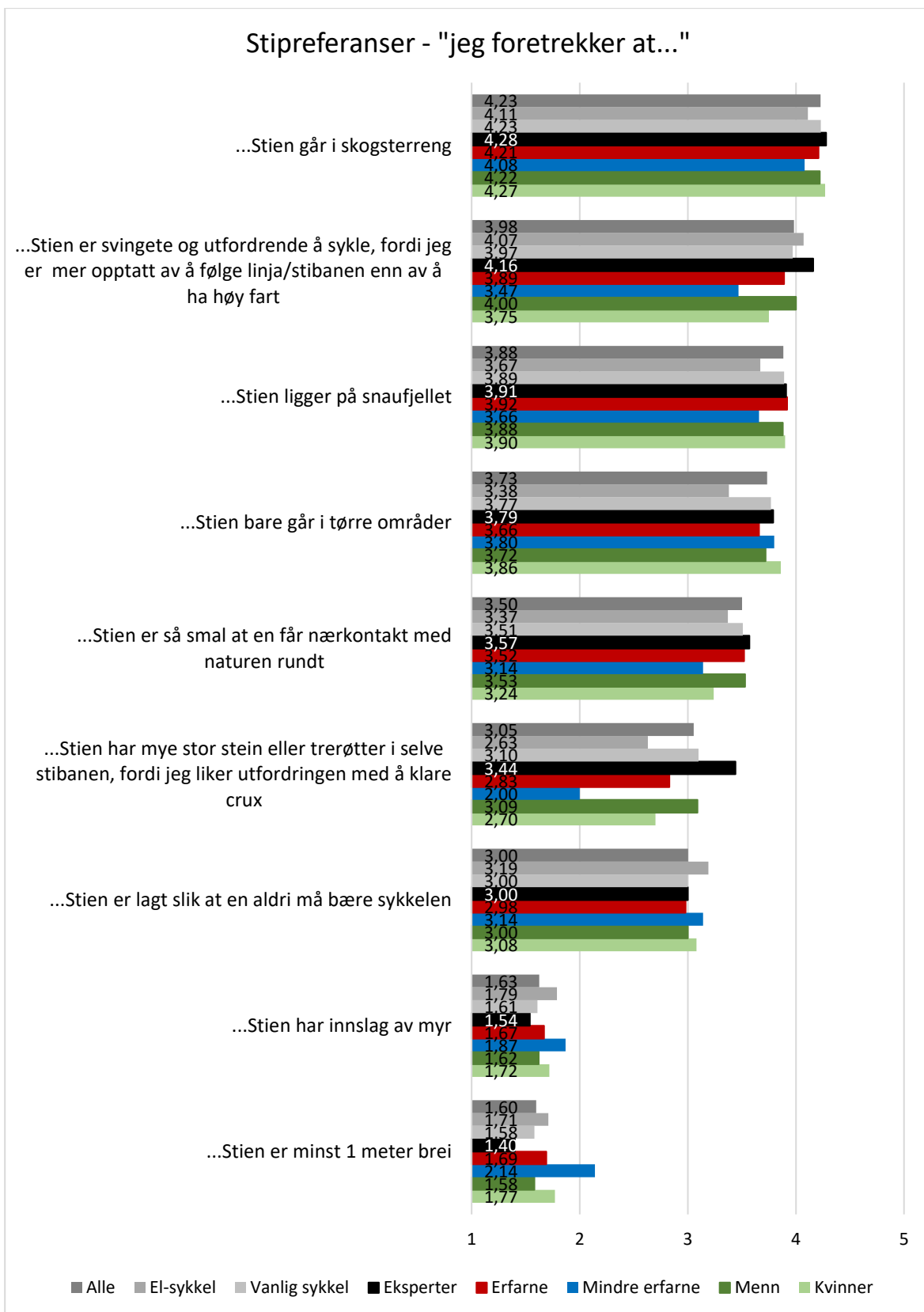
⁶ **Stien bare går i tørre områder:** El-syklister: M=3,38, SE=0,132 - Vanlige sykklister: M=3,77, SE=0,039 ($T_{817}=2,892$, $p<0,005$). **Stien har mye stor stein eller trerøtter i selve stibanen, fordi jeg liker utfordringen med å klare crux:** El-syklister M=2,63, SE=0,144 - vanlige sykklister M=3,10, SE=0,044 ($T_{817}=3,200$, $p<0,005$).

⁷ **Stien har mye stor stein eller trerøtter i selve stibanen, fordi jeg liker utfordringen med å klare crux:** mindre erfarne: M=2,00, SE=0,103 - erfarne: M=2,83, SE=0,062 - eksperter: M=3,44, SE=0,054 ($F_{2,834}=69,54$, $p<0,001$). **Stien er svingete og utfordrende å sykle fordi jeg er mer opptatt av å følge linja enn av å ha høy fart:** mindre erfarne: M=3,47, SE=0,106 - erfarne: M=3,89, SE=0,049 - eksperter: M=4,16, SE=0,041 ($F_{2,834}=25,43$, $p<0,001$).

⁸ **Stien har innslag av myr:** mindre erfarne: M=1,87, SE=0,100 - erfarne: M=1,67, SE=0,047 - eksperter: M=1,54, SD=0,040 ($F_{2,834}=5,87$, $p<0,005$). **Stien er minst 1 meter bred:** mindre erfarne: M=2,14, SE=0,127 - erfarne: M=1,69, SE=0,047 - eksperter: M=1,4, SE=0,038 ($F_{2,834}=30,08$, $p<0,001$).

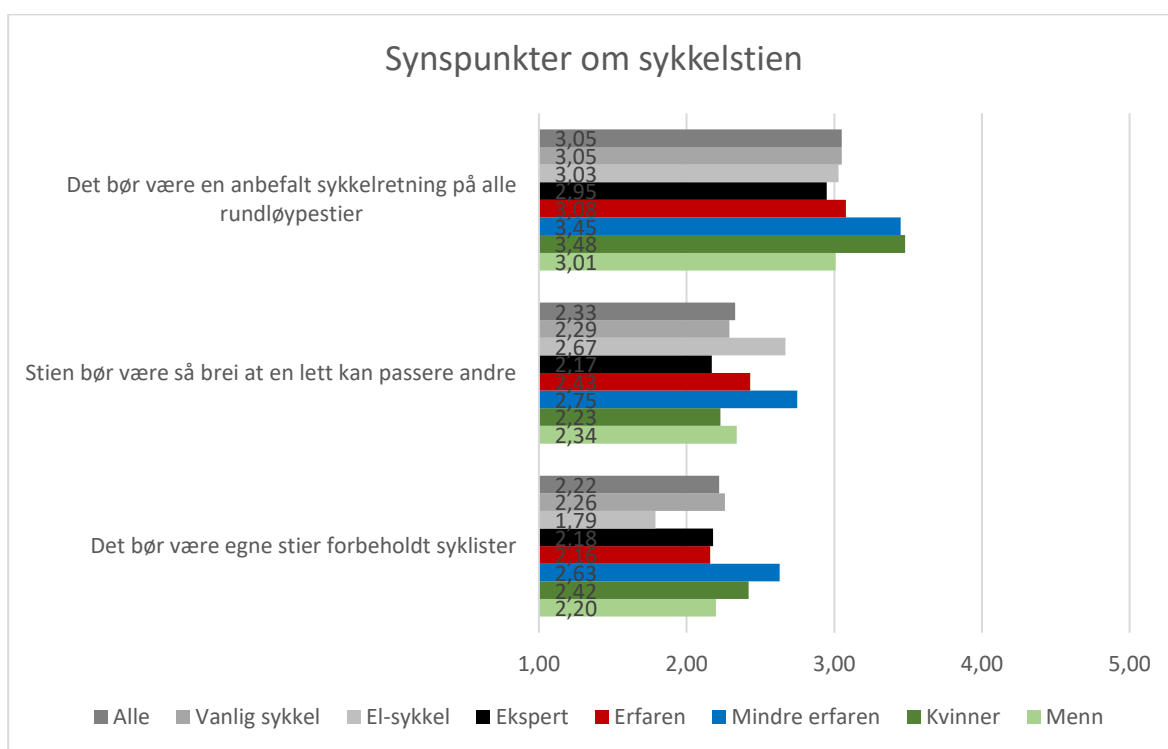
⁹ **Stien er så smal at en får nærkontakt med naturen rundt:** mindre erfarne: M=3,14, SE=0,118 - erfarne: M=3,52, SE=0,059 - eksperter: M=3,57, SE=0,054 ($F_{2,834}=5,21$, $p<0,05$).

¹⁰ **Stien har mye stor stein eller trerøtter i selve stibanen, fordi jeg liker utfordringen med å klare crux:** Kvinner: M= 2,70, SE=0,147 - Menn: M=3,09, SE=0,043 ($T_{846}=-2,578$, $p<0,05$). **Stien er svingete og utfordrende å sykle fordi jeg er mer opptatt av å følge linja enn av å ha høy fart:** Kvinner: M=3,75, SE=0,115 - Menn: M=4,00, SE=0,032 ($T_{81,18}=-2,161$, $p<0,05$).



Figur 19. Preferanser for hvordan sykklistene foretrekker at stien helst skal være oppgitt som gjennomsnittsskår på en skala fra 1 helt uenig til 5 helt enig. Vist for alle sykklistene samlet og for ulike delgrupper av respondentene.

Vi ba syklistene oppgi hvor enige de var i seks ulike påstander som omhandlet sosiale forhold og andre brukere av stiene. Tre av disse påstandene er også relevante i forhold til preferanser og dermed også relatert til stiens egnethet; de vises i **Figur 20**. Samlet sett var syklistene likegyldige til om rundløyper bør ha én sykkelretning. Imidlertid ser en at kvinner og de som var mindre erfarne i større grad prefererte dette¹¹, enn menn og ekspertene. Det var ingen forskjeller knyttet til sykkeltype (vanlig, el) for dette. Samlet så syklistene i relativt liten grad ut til å preferere brede stier som sikrer lett passering av andre, og de så heller ikke ut til å ønske seg egne stier som kun er forbeholdt syklistene. For begge disse påstandene var det imidlertid noen signifikante forskjeller mellom ulike delgrupper. El-syklistene¹² var noe mer positive til at stien er bred, selv om det ikke var en klar preferanse for dette. Dette kan også være et utslag av mindre erfaring, siden el-syklistene var mindre erfarne terrengsyklistere. Det fremkommer også at ferdighetsnivå¹³ spiller inn: jo mer dreven syklist jo mer negativ var en til bred sti. El-syklistene¹⁴ var også vesentlig mer uenig i at det bør være egne stier forbeholdt syklistene. De som har mindre erfaring, var noe mer positivt innstilt til dette¹⁵, selv om de også grunnleggende må sies å være negative.



Figur 20. Synspunkter om sykkelstien, oppgitt som gjennomsnittskår på en skala fra 1 helt uenig til 5 helt enig. Vist for alle syklistene samlet, og for ulike delgrupper av respondentene.

Syklistene ble også spurt om hvor viktig ulike tilretteleggingstiltak var for dem når de sykler i naturen. Fire av tiltakene er relevante i forhold til stipreferanser, se **Figur 21**. Samlet sett anså

¹¹ Kvinner: $M=3,48$ $SE=0,149$ - menn: $M=3,01$ $SE=0,049$ ($T_{846}=2,761$, $p<0,05$) - mindre erfarne: $M=3,46$ $SE=0,145$ - erfarne: $M=3,08$ $SE=0,076$ - eksperter: $M=2,95$ $SE=0,066$ ($F_{2,834}=4,891$, $p<0,05$) det er kun forskjellen mellom de *mindre erfarne* og *ekspertene* som er signifikante ($p<0,05$).

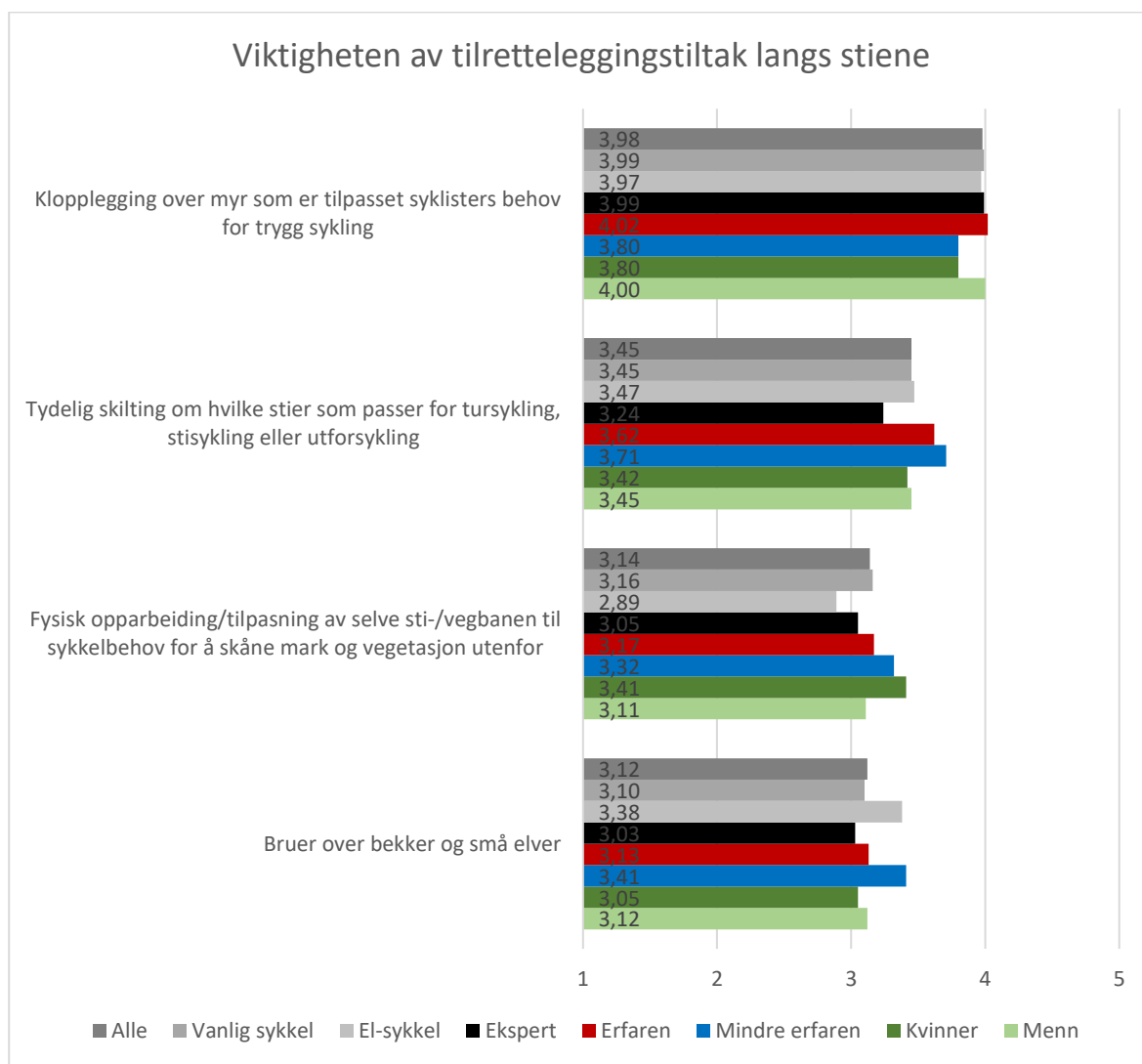
¹² El-sykkel: $M=2,67$, $SE=0,152$ - vanlig sykkel: $M=2,29$, $SE=0,038$ ($T_{81.04}=-2,397$, $p<0,05$).

¹³ Mindre erfarne: $M=2,75$, $SE=0,123$ - erfarne: $M=2,43$, $SE=0,060$ - ekspert: $M=2,17$, $SE=0,049$ ($F_{2,834}=12,847$, $p<0,005$).

¹⁴ El-sykkel: $M=1,79$, $SE=0,125$ - vanlig sykkel: $M=2,26$, $SE=0,048$ ($T_{94.194}=3,485$, $p<0,005$).

¹⁵ Mindre erfarne: $M=2,63$, $SE=0,147$ - Erfarne: $M=2,16$, $SE=0,066$ - Ekspert: $M=2,18$, $SE=0,065$ ($F_{2,834}=4,746$, $p<0,05$) forskjellene er signifikante mellom *mindre erfarne* og *erfarne* og mellom *mindre erfarne* og *eksperter*, men ikke mellom *erfarne* og *eksperter*.

syklistene at klopplegging over myr var viktig, men bruer over små bekker/elver havnet på middelverdien. Bruer var imidlertid litt viktigere for de minst erfarne¹⁶. Tydelig skilting om hvilke stier som passer for hva slags type sykling, var samlet sett ansett som litt viktig. Sistnevnte hang imidlertid også sammen med syklistenes ferdighetsnivå, og de mest erfarne (ekspertene) syntes dette var mindre viktig enn de minst erfarne¹⁷ (forskjellene mellom de minst erfarne og de erfarne – de som takler rød løype – var ikke signifikante). Fysisk opparbeiding/tilpasning av stien for å skåne mark/vegetasjon fikk også samlet sett en skår på middelverdien. Det var noen mindre forskjeller mellom flere av delgruppene for dette tiltaket, men det var kun forskjellene mellom menn og kvinner som var signifikante¹⁸: Kvinner syntes dette var viktigere enn menn.



Figur 21. Hvor viktige ulike tiltak langs sykkelstien er for syklistene, oppgitt som gjennomsnittsskår på en skala fra 1 ikke viktig til 5 svært viktig. Vist for alle syklistene samlet, og for ulike delgrupper av respondentene.

¹⁶ Mindre erfarne: M=3,41, SE=0,118 - erfarne: M=3,13, SE=0,066 - eksperter: M=3,03 SE=0,061 ($F_{2,834}=3,589$, $p<0,05$).

¹⁷ Mindre erfarne: 3,71, SE=0,111 – erfarne: M=3,62, SE=0,068 – eksperter: M=3,24, SE=0,063 ($F_{2,840}=10,631$, $p<0,01$).

¹⁸ Kvinner: M=3,41, SE=0,130 - menn: M=3,11 SE=0,042 ($T_{864}=2,031$, $p<0,05$).

3.3.4 Sykling og verneområder

En av fire oppga at de tidligere har syklet i en norsk nasjonalpark, mens i overkant av halvparten oppga at de ikke hadde det, og i alt 22 % oppga at de ikke vet dette (**Figur 22**). Blant de som ikke hadde syklet i en nasjonalpark, oppga de fleste at de kunne tenke seg det (80 %). Den absolutt vanligste grunngivingen for hvorfor de kunne tenke seg dette, var knyttet til natur og naturopplevelser, men mange nevnte også at de ønsker å utforske nye områder og at de tror nasjonalparkene har gode/lange stier som er egnet for sykkelopplevelser. Blant de få som oppga at de ikke ønsker å sykle i en nasjonalpark (n = 27), grunnga de fleste dette med at det finnes andre steder å sykle, at sykling ikke hører hjemme i en nasjonalpark, at de ikke ønsker å forstyrre dyreliv eller bidra til slitasje eller at de ikke ønsker konflikter med andre brukere.



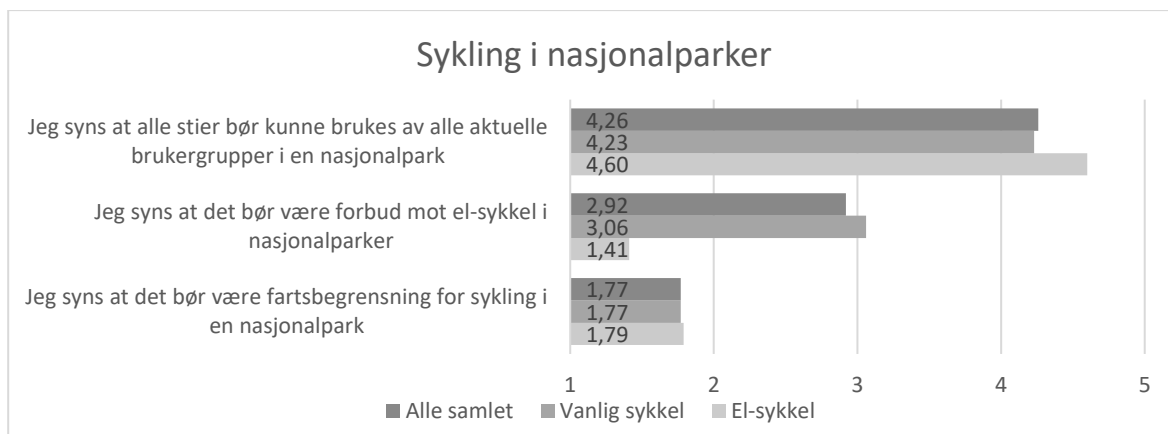
Figur 22. Tidligere erfaring med sykling i nasjonalpark (N=866).

Syklistene var enige i at alle stier i en nasjonalpark bør kunne brukes av alle brukergrupper, og el-syklistene var enda mer enige i dette enn de med vanlig sykkel¹⁹. Når det gjelder et eventuelt forbud mot el-sykkel, fikk denne påstanden en gjennomsnittskår helt på snittet, som skyldes ganske delte meninger: Samlet sett var omtrent 42 % uenige i påstanden, 23 % «likegyldige» og 35 % enige. Imidlertid ser vi, ikke overraskende, at el-syklistene var langt mer negative til dette, med en gjennomsnittskår på 1,4²⁰ (**Figur 23**).

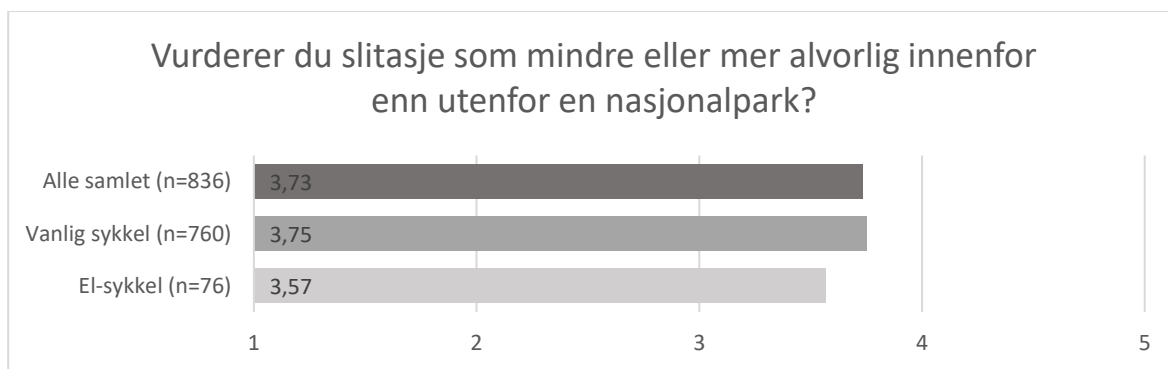
Respondentene vurderte at det er noe mer alvorlig med slitasje innenfor en nasjonalpark enn utenfor, nesten 60 % var av den oppfatning, mens knappe 40 % mente det ikke var utgjorde noen forskjell. El-syklistene tenderte til å vurdere slitasjen noe mindre alvorlig innenfor en nasjonalpark enn de de med vanlig sykkel gjorde, men forskjellene var små (se **Figur 24**) og ikke signifikante.

¹⁹ El-sykkel: M=4,60, SE=0,101 - Vanlig sykkel: M=4,23 SE=0,040 ($T_{96,21}=-3,442$, $p<0,05$)

²⁰ El-sykkel: M=1,41, SE=0,128 - Vanlig sykkel: M=3,06 SE=0,054 ($T_{99,72}=11,928$, $p<0,05$)

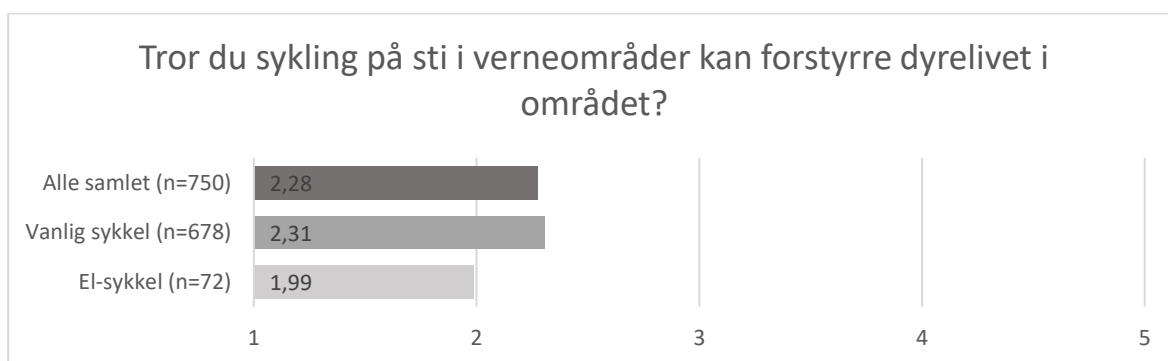


Figur 23. Innstilling til sykling/begrensninger i nasjonalparker (N= 848). Oppgitt som gjennomsnittskår på en skala fra 1 helt uenig til 5 helt enig.



Figur 24. Vurdering av slitasje i nasjonalparker, oppgitt som gjennomsnittskår på en skala fra 1 mindre, via 3 likt, til 5 mer.

Undersøkelsen viste også at mange var av den oppfatning at sykling i verneområder i liten grad forstyrrer dyrelivet. Bare 15 % trodde sykling i stor grad kan forstyrre dyrelivet. El-syklistene trodde i mindre grad enn de med vanlig sykkel at dyrelivet i verneområder kan forstyrres²¹, som også vises i forskjellene i gjennomsnittskår vist i **Figur 25**.



Figur 25. Vurdering av forstyrrelse av dyreliv (n=777) i verneområde, på en skala fra 1 i svært liten grad til 5 i svært stor grad.

²¹ El-sykkel: M=1,99 SE=0,121 - Vanlig sykkel: M=2,31 SE=0,043 (T₇₄₈=2,341, p<0,05)

4 GIS-modell for egnethet av stier

I Målsetningen med denne delen av prosjektet var å utvikle metodikk og verktøy for å gjennomføre egnethetsanalyser av stier for sykling. Egnethetsanalysene skulle baseres på fritt tilgjengelige og landsdekkende kartlag. Metodeutviklingen inkluderte å velge kartlag som skal inngå, hvordan variablene som baseres på kartlagene burde trinninndeles (f.eks. langs en kontinuerlig skala fra uegnet til godt egnet, eller i ulike kategorier), vurdere hvordan ulike variabler skulle vektet i en modell, og hvordan modellen skulle framstilles på kart.

4.1 Bakgrunn

Basert på en bred gjennomgang av vitenskapelig litteratur innenfor fagområdet rekreasjonsøko­logi lister Pickering (2010) opp ti kritiske faktorer som påvirker alvorlighetsgraden av effektene av rekreasjon i verneområder. Faktorene kan grupperes etter:

- økologiske faktorer: Egenskaper ved naturgrunnlaget, som økosystemenes/naturtypenes resistens og resiliens.
- sosiale faktorer: Egenskaper knyttet til folks bruk, som type og mengde bruk, tidspunkt for bruk (spredt utover i sesong, eller høysesonger?, sammenfall med viktige økologiske/biologiske tidspunkter, som hekking eller kalving?), areal som blir brukt.
- forvaltningsmessige faktorer: Egenskaper knyttet til reguleringer eller elementer mennesker har ført inn i landskapet, som verneverdier, muligheter for ferdselsrestriksjoner (nedfelt i verneforskrifter) eller tilrettelegging.

I denne modellen fokuseres det imidlertid på to aspekter av egnethet, i tråd med oppdrags­skrivelsen:

- naturens egnethet, vurdert som utsatthet for slitasje langs sti
- egnethet for stisyklister, basert på stiens tilgjengelighet og hvilke ferdigheter som kreves av en stisyklist for å bruke stien

4.1.1 Eksempler på modellering av sensitive områder

Modellering av egnethet ved hjelp av GIS-verktøy forutsetter kunnskap om hvilke egenskaper som har betydning for egnethet. Videre forutsettes at det finnes kartgrunnlag eller kartdata som kan beskrive disse egenskapene på en relevant måte. Det er tidligere gjort noen forsøk på å modellere områder sensitive for ferdsel. I Polen er det utviklet GIS-baserte kartmodeller for enkelte verneområder for å identifisere områder sensitive for ferdsel (Tomczyk 2011), vurdere stistrekninger innenfor verneområdene ift. sensitivitetkart (Tomczyk & Ewertowski 2013, 2016), og for å foreslå metoder for overvåking av stislitasje basert på en kombinasjon av kartdata og befaringer langs sti (Tomczyk mfl. 2017).

I de GIS-baserte modellene ble sensitivitet vurdert ift. utsatthet for stiu­tvildelse (vegetasjonens sensitivitet) og erosjon (Tomczyk 2011). Vegetasjonstype ble hentet fra vegetasjonskart i målestokk 1:10 000 og klassifisert i fem klasser basert på antatt slitestyrke og evne til gjenopp­retting; fra svært sårbar til svært lite sårbar. Erosjonsutsatthet ble skåret på en 6-trinnskala som en funksjon av variablene helningsgrad, løsmasstype og nedbør. Hver av variablene ble inndelt i klasser (løsmasser: fem klasser, fra svært eroderbar til svært lite eroderbar, helning: seks klasser, fra 0–3° til > 20°, nedbør: årsnedbør over eller under 600 mm), og kombinert for kvalitativt å vurdere erosjonsutsatthet. For eksempel ville et område med svært lite eroderbare løsmasser i flatt terreng ha lav utsatthet for erosjon, mens svært eroderbare løsmasser i bratt terreng ville ha høy utsatthet for erosjon. Topografiske kart, flybilder og jordartskart i målestokk 1:10 000 ble brukt til å klassifisere erosjonsutsatthet. I tillegg til den kvalitative vurderingen beregnet de erosjonsutsatthet ved hjelp av to kvantitative erosjonsmodeller (se kap. 4.2.1.3 for en

gjennomgang). De beregnet også solinnstråling, med en forventning om at områder innenfor verneområdene med lav solinnstråling vil ha høyere jordfuktighet og dermed også erosjonsutsatthet. Verdiene i disse kartlagene ble også reklassifisert til en 5-trinnsskala. Hvert av de fem kartlagene ble lagt oppå hverandre (additiv modell) for å predikere sensitivitet for ferdsel innenfor verneområdene, og det samlede sensitivitetskartet hadde verdier fra 5 til 26, der verdier 5–9 anga veldig liten sensitivitet, 9–13 lav, 14–17 moderat, 18–22 høy og 21–26 veldig høy sensitivitet. Kartmodellen avgrenset områder med potensielt høy eller lav sensitivitet innenfor verneområdene. Den romlige presisjonen var imidlertid relativt lav, på grunn av mangel på høyoppløselige kartdata med god kvalitet. I tillegg ble det brukt fire kartlag for å beregne erosjonsutsatthet og ett kartlag for å beregne vegetasjonens slitestyrke og evne til gjenoppretting. Sensitiviteten som predikeres i modellen, var med andre ord først og fremst et uttrykk for erosjonsutsatthet.

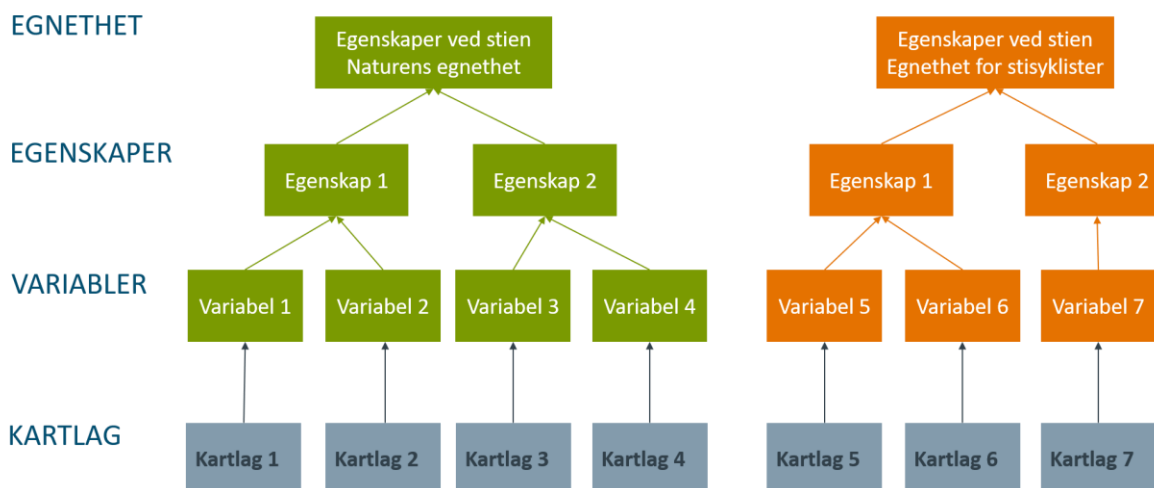
Hawes mfl. (2013) brukte GIS-modeller og innsamlede felldata til å utvikle et system for å kategorisere stier på Tasmania, Australia. Tilgjengelige kartdata som ble brukt, var vegetasjonskart i målestokk 1:25 000 og digitale høydemodeller (25 m oppløsning, interpolerte modeller med 10 m oppløsning). Kategorisering av egnethet ble gjort for stisegmenter på 50–75 m, da dette ble ansett som den minste romlige oppløsningen som var passende, tatt i betraktning oppløsningen på de tilgjengelige kartlagene. Basert på høydemodellen beregnet de for hvert segment stiens helningsgrad, terrengets helningsgrad og eksponeringsgrad for vann. Basert på vegetasjonskartet klassifiserte de segmentene i tre ulike kategorier ift. sensitivitet (substrat med eller uten røtter som øker substratets stabilitet, fuktighet). Hvert segment ble deretter kategorisert i fem klasser, basert på en kombinasjon av substrat, helningsgrad og drenering (Dixon mfl. 2004). Modellen ble validert med data innsamlet i felt. Variablene ble predikert riktig med en presisjon på 75–85 %, og Hawes mfl. (2013) slår fast at modellen kan brukes som et grunnlag for å anslå andelen av ustabile segmenter i et stort stinettverk, som grunnlag for å foreta rettede feltinnsamlinger av data, men i mindre grad for å presist identifisere segmenter som er sensitive for ferdsel.

Det er, som vi kjenner til, ikke gjort noen forsøk på å modellere egnethet for brukere. Men det er en omfattende internasjonal tradisjon for å gradere ferdselsruter (fot, ski, sykkel) i naturen etter hvor krevende de er (vanskelighetsgrad) – som er del av en egnethetskategorisering. Også i den norske Merkehåndboka graderes ferdselsruter (Den norske turistforening mfl. 2019a, b – med egen terrengsykkelveileder – se www.merkehandboka.no).

4.1.2 Konseptuell modell for egnethet

Egnethet for stisyklister og naturens egnethet er to separate kategorier, som beskriver hhv. påvirkningsfaktoren og egenskaper ved naturen (se **Figur 1**). Det finnes ulike metoder for å sammenstille og veie betydningen av helt ulike kategorier, som for eksempel multikriterieanalyser. Ved hjelp av slike verktøy kan en lage én samlet egnethetsverdi for en sti, som inkorporerer både egnethet for stisyklister og naturens egnethet.

Som forvaltningsverktøy er en egnethetsmodell mest nyttig dersom egnetheten av ulike kategorier (og variablene som ligger til grunn for kategoriene) er synlige. En slik modell gir grunnlag for å kunne vurdere utsatthet for slitasje og omfang av bruk (egnethet for stisyklister) separat, og gir derfor nasjonalparkforvalteren bedre innsikt og oversikt over utfordringene knyttet til stiene i nasjonalparken. Egnethetsmodellen som blir utviklet her, slår derfor ikke sammen ulike kategorier av egnethet. Modellen har en hierarkisk struktur, der hver kategori av egnethet representeres ved et sett egenskaper, som igjen representeres ved et sett variabler som hentes fra gitte kartlag (**Figur 26**, se også Tomczyk 2011, Hawes mfl. 2013).



Figur 26. Modellen for stiers egnethet for stisykling er hierarkisk bygget opp, med to kategorier av egnethet, egenskaper som beskriver kategoriene, variabler som representerer egenskapene og kartlag som gir informasjon om variablene.

Variablene som inkluderes i modellen, må være økologisk relevante eller relevante for bruk, dvs. de må på en god måte representere den egenskapen (f.eks. vegetasjonens sensitivitet, tilgjengelighet) de er ment å representere.

Modellens evne til å gi presise anslag på egnethet er sårbar for feil på ulike nivåer: valg av variabler (er de mest relevante variablene inkludert?), vurdering av variabelverdiene ift. egnethet (er terskelverdiene satt på riktig sted?), metodikk for å veie sammen variabler til egenskaper og egenskaper til egnethet, og ikke minst kvalitet i de kartlagene som variablene hentes fra (romlig oppløsning, feil i kartgrunnlag). Valideringen av modellen mot felldata (se kap. 4.2.3) er brukt for å vurdere disse faktorene og ligger til grunn for endelig valg av modell.

Ulike romlige skalanivåer er relevant for ulike forvaltningsutfordringer. Enkle tiltak, som stiforsterkning, kan for eksempel gjennomføres på korte, sensitive deler av stien, men egnethet kan også vurderes på hele stistrekninger (fra A til B) og for rundturer/stinettverk. I dette prosjektet er den romlige analysen av stiers egnethet for sykling gjennomført på to nivåer:

- på punktnivå, som tilsvarer den romlige skalaen for observasjonspunkter i feltstudien. På punktnivå kan områder med liten egnethet, f.eks. sensitiv vegetasjon eller terreng med høy utsatthet for erosjon, identifiseres.
- på stinivå, som tilsvarer strekningen mellom to knutepunkter i stinettverket. Det kan være strekningen mellom en parkeringsplass og en hytte, et annet turmål eller til et stikryss. På dette romlige nivået kan egnetheten til ulike stisegmenter sammenlignes.

Vedlegg 3 utgjør en håndbok for gjennomføring av egnethetsanalyser, der metodikken for hvert enkelt trinn i modelleringen beskrives. Det henvises til dette vedlegget for en detaljert gjennomgang av kartlag, tilrettelegging av data og modellering.

4.2 Metode

4.2.1 Gjennomgang og vurdering av relevante kartlag

4.2.1.1 Stier

Det er tre sentrale GIS-datasett som fanger opp stier i Norge. Det første er N50s 'sti'-datasett. Stier er her definert som «tydelig tråkk i terrenget som er markert gjennom års bruk eller

tilrettelagt for ferdsel til fots». Klassen inneholder stier som går til bygninger, vann, fjelltopper, turmål og andre stier som er del av et lokalt stinettverk (Kartverket 2015; <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kartverket/n50-kartdata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac>). N50s stidata er avledet fra stier i VBASE (NVDB), og – der det er mangler – digitalisert med bruk av ortofoto eller andre eksisterende GIS-data. Stinettverkene har omfattende dekning over hele landet, men nøyaktigheten varierer. Den romlige oppløsningen på dette datasettet er 1:50 000.

Open Street Map (OSM) stidata er 'åpen kildedata' ('open source') og er kartlagt av enkeltindivider ved bruk av GPS, smarttelefoner eller digitalisering av kjente stier med bruk av høyoppløselige satellittbilder (https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pick_your_mapping_technique). Data blir jevnlig brukt, validert og redigert av andre brukere. OSM-stiene er ansett for å være mer presise på grunn av antallet brukere som validerer stidata gjennom å legge inn endringer/modifiseringer der stier på kart ikke godt representerer virkeligheten. En ulempe ved OSM-datasettet er at det bare dekker velkjente og ofte brukte stier. Dekningen av stinettet er derfor variabel.

Den tredje kilden til stidata er «Tur- og friluftsruter» forvaltet av Kartverket (<https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kartverket/tur-og-friluftsruter/d1422d17-6d95-4ef1-96ab-8af31744dd63>), der klassen «sti» omfatter en trasé som er gjenfinnbar i terrenget og som kan være merket eller umerket. Som OSM-dataene, er tur- og friluftsruter kartlagt av frivillige. Stier kan defineres fra eksisterende kilder som N50, papirkart eller ortofoto, eller registreres ved bruk av håndholdt GPS. En presisjon på 10–15 m er anbefalt som beste kvalitet i retningslinjene (Kartverket 2017). Kvaliteten på turrutene avhenger av de målemetodene eller registreringsmetodene som er brukt for den enkelte turrute. Dekningen av tur- og friluftsruter varierer betydelig.

Turkart i papirformat kan også være en viktig kilde til informasjon om stier der de ovennevnte kildene har få digitaliserte stier. I noen tilfeller vil det også være nødvendig å supplere med turkart i papirformat for nasjonalparkene.

4.2.1.2 Digitale høydemodeller

Data for digitale terrengmodeller kan hentes fra Nasjonal detaljert høydemodell (NDH) (Kartverket) gjennom portalen hoydedata.no. Disse dataene er tilgjengelige som en Digital overflatemodell (DOM), som viser høyde inkludert kjennetegn som antropogen infrastruktur og vegetasjon, og en Digital terrengmodell (DTM) hvor slike kjennetegn er fjernet. DTM-data anses som det relevante datasettet for dette formålet. Data fra NDH er tilgjengelig i flere oppløsninger (1 × 1 m, 10 × 10 m og 50 × 50 m). Datasettet med 1 × 1 m oppløsning dekker 200 000 km² av Norge, med en forventet dekning på 230 000 innen 2022.

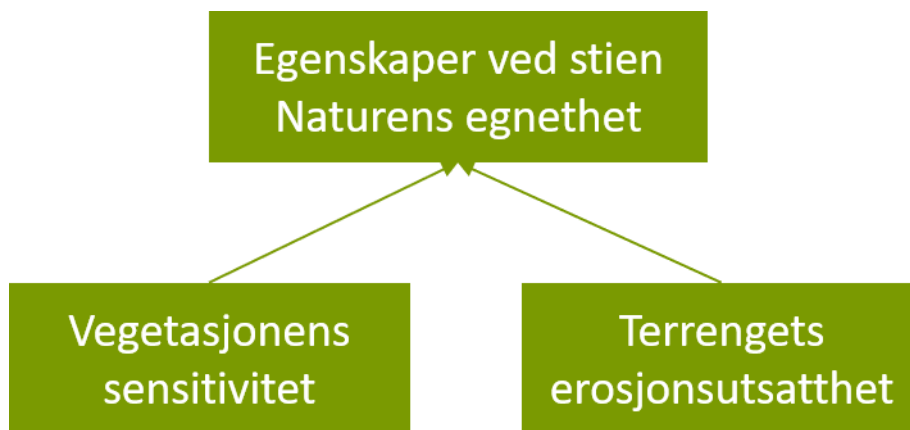
4.2.1.3 Naturens egnethet – stislitasje

I kap. 2.1 gis en grundig gjennomgang av kunnskapsstatus om sammenhengen mellom ulike miljøfaktorer og sensitivitet for slitasje. Den konseptuelle modellen for naturens egnethet bygger på denne kunnskapen og på metodikk for sårbarhetsvurdering av vegetasjon i ferdselslokalteter i verneområder (Hagen mfl. 2019).

Som beskrevet i kap. 2.1 og Hagen mfl. (2019), er det tre faktorer som i hovedsak er avgjørende for utsatthet for slitasje ved ferdsel (videre kalt «naturens egnethet»): vegetasjonens sammensetning (vegetasjons-/naturtype), jord- og substrattyper (fuktighet, kornstørrelse og blandet vs. homogent substrat) og terreng (helningsgrad). Svært fuktige og svært tørre vegetasjonstyper har dårlig slitestyrke. Bratt terreng og løsmasser bestående av fint (og/eller homogent) substrat øker erosjonsutsatthet og reduserer vegetasjonens evne til gjenoppretting. Noen områder har kombinasjon av dårlig slitestyrke og svak gjenvekst, og disse er spesielt sensitive for både kort og langsiktige negative effekter av ferdsel. Slike områder vil kunne merkes på kart som «lite egnet» for ferdsel.

Naturens egnethet (liten sensitivitet for ferdsel) er altså resultat av samspillet mellom en rekke faktorer, som vi har forenklet til en modell med to hovedegenskaper (**Figur 27**):

- vegetasjonens sensitivitet, som i hovedsak beskriver vegetasjonens slitestyrke
- terrengets erosjonsutsatthet, som i hovedsak beskriver vegetasjonens evne til gjenopp-
retting



Figur 27. Naturens egnethet, her definert ift. stislitasje, er en kombinasjon av egenskapene vegetasjonens sensitivitet og terrengets erosjonsutsatthet. Hver av disse må representeres med ulike variabler.

En rekke ulike kartlag kan være aktuelle for å beskrive disse egenskapene. Her går vi gjennom og vurderer aktuelle kartlag for beskrivelse av naturens egnethet, basert på de kategoriene av egenskaper som beskriver naturens egnethet.

Vegetasjonens sensitivitet

Gjennom arbeidet med utvikling av en modell for sårbarhetsvurderinger i verneområder (Hagen mfl. 2019) har vi identifisert og beskrevet hva som er sensitive terreng- og vegetasjonseenheter i kyst, skog og fjell. Slike sensitive enheter er definert på bakgrunn av en grundig gjennomgang av NiN-systemets variabelsett for lokale komplekse miljøvariabler og beskrivelsesvariabler, der hver enkelt variabel er vurdert ift. sensitivitet for ferdsel (se Hagen mfl. 2019).

Vegetasjonstype

For egnethetsmodellen må vegetasjonens sensitivitet hentes ut fra eksisterende kartlag. Det finnes flere tilgjengelige kartgrunnlag man kan benytte for å identifisere arealer av en bestemt arealtype, men inndelingen i areal typer og hvor omfattende/inkluderende ulike areal typer er, varierer mellom kartgrunnlagene. Kartgrunnlagene har også varierende romlig oppløsning.

AR5. Kartlaget AR5 er et arealressurskart i målestokk 1:5000 (Ahlstrøm mfl. 2019). Kartlaget deler inn landarealet etter arealtype, skogbonitet, treslag og grunnforhold. AR5 dekker i prinsippet hele landet, men arealene over skoggrensa er i all hovedsak kun angitt med betegnelsen «ikke kartlagt». AR5 er først og fremst landbrukets arealdokumentasjon og beskriver arealressursene ut fra produksjonsgrunnlaget for jord- og skogbruk. Kartlaget er således ikke egnet til å identifisere sensitive enheter for vegetasjon.

AR50 og N50. Kartlaget AR50 viser Norges arealressurser tilpasset målestokk fra 1:20 000 til 1:100 000. Kartene gir forenklet informasjon på oversiktsnivå og er fremstilt ved generalisering av AR5 under tregrensa og tolking av satellittbilder over tregrensa. Der en verken har hatt AR5 eller satellittbildetolkning, er det brukt informasjon fra N50. N50 er kartdata tilpasset målestokk-området fra 1:25 000 til 1:100 000 og har tema som markslag, vann osv. N50-kart kan utgjøre

grunnlag for å identifisere myr som sensitive vegetasjonsenheter innenfor en nasjonalpark. Imidlertid vil områder mindre enn 15 dekar ikke vises som egne kartfigurer i N50. Den romlige oppløsningen på kartet er dermed svært grov ift. behovet i en kartmodell.

Naturtyper – NiN. Resultater fra naturtypekartlegging etter Natur i Norge (Bratli mfl. 2019) kan brukes for å identifisere sensitiv vegetasjon. Kartlaget er tilgjengelig fra Naturbase (<https://kart.naturbase.no>). Naturtypekartlegging gir en kartfestet inndeling av naturen i ulike naturtyper (kartleggingsenheter). Dersom naturen kartlegges i målestokk 1:5000, er minstearealet for avgrensede polygoner 250 m². De sensitive vegetasjonsenheterne i sårbarhetsmodellen (Hagen mfl. 2019) er beskrevet og avgrenset i henhold til NiN-hovedtyper, grunntyper og lokale komplekse miljøgradienter (LKM-er). Sensitive enheter omfatter som regel deler av en naturtype (hoved- eller grunntype, jf. NiN) der visse miljøforhold er dominerende og kan med andre ord ikke hentes direkte ut fra et NiN-kart. Et naturtypekart basert på NiN gir imidlertid grunnlag for å identifisere potensielle områder med sensitiv vegetasjon og har den fordel at det er basert på kartlegging i felt, har god romlig oppløsning og er direkte koblet til de sensitive vegetasjonsenheterne i sårbarhetsmodellen. Ulempen er at naturtypekartleggingen foreløpig dekker svært lite areal og dermed ikke kan brukes som grunnlag for en kartbasert modell for norske nasjonalparker.

Naturtyper – DN-håndbok 13. Kartlegging av verdifulle naturtyper etter DN-håndbok 13 har pågått over lengre tid enn kartlegging av naturtyper etter NiN, og datasettet er således større (Naturbase; <https://kart.naturbase.no>). Kartlegging etter DN-håndbok 13 er imidlertid ikke arealdekkende og ofte mangelfull i verneområder, og kartlaget er ikke et godt grunnlag for en kartbasert modell for norske nasjonalparker.

NDVI – The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – er en vegetasjonsindeks basert på forholdstall mellom to spektrale opptaksbånd fanget med fjernmålingssensorer: rød og nær infrarød. NDVI er et mål på planteproduktivitet og kan brukes til å kartlegge vegetasjonstyper basert på mønsteret av refleksjonsgrad. Vi testet NDVI ved å anta at vegetasjon i myr ville ha en distinkt spektral signatur som kunne brukes til å identifisere myr og dermed forbedre eksisterende vegetasjonskart som er tilgjengelige (se neste avsnitt). Vi brukte en 'maximum likelihood supervised classification' av NDVI-data avledet fra Sentinel-2, for Langsua nasjonalpark. Feltdata (se kap. 4.2.3.2) ble brukt som treningsdata og besto av tre klasser: 'myr', 'rabbe' og 'annet'. Bare 39 observasjoner av myr var tilgjengelig i feltdatasettet, dette er for få for en klassifisering av en vegetasjonstype som myr, som har varierende fuktighetsinnhold. NDVI er kjent for å være sensitiv for nedbørhendelser og jordfuktighet. En 'confusion matrix' ble brukt for å vurdere klassifiseringens nøyaktighet. Resultatene viste at myr kunne detekteres med 64 % nøyaktighet, men på grunn av det begrensede testdatasettet (få valideringspunkter) var dette et overestimat av presisjonen, og det resulterende kartet over arealstyper stemte dårlig med virkeligheten. Vi besluttet derfor at på grunn av begrensede treningsdatasett var NDVI ikke egnet for videre bruk.

Vegetasjonstyper. Det mest detaljerte kartlaget for vegetasjonstyper som er arealdekkende i Norge, er vegetasjonskartet til NORUT, som er basert på tolkning og klassifisering av satellittdata og topografiske kart med ulike arealkategorier, og som har en romlig oppløsning på 30 × 30 m (Johansen 2009, Johansen mfl. 2009). Kartlaget er tilgjengelig fra Miljødirektoratets kartkatalog (Satellittbasert vegetasjonskart for Norge (SatVeg): <https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/Dataset/Details/15>). Vegetasjonskartet gir mer informasjon enn bruk av AR50 eller N50 for å avgrense f.eks. myr og andre vegetasjonstyper som er spesielt sensitive for ferdsel. Det satellittbaserte vegetasjonskartet deler vegetasjonen inn i 25 klasser, fordelt på skog, myr og åpen mark. Vegetasjonsklassene kan kobles til Fremstads vegetasjonstyper (Fremstad 1997). En del av klassene er brede og omfatter stor økologisk variasjon, mens en del er mer homogene. Dette kartlaget er per nå det beste tilgjengelige heldekkende kartet over vegetasjonstyper i Norge.

Jordfuktighet

Fuktig mark tåler generelt mindre tråkk enn tørr mark før det oppstår synlige spor. Som oftest forekommer det finskala variasjon i vannmetningsforhold i jorda innenfor en gitt naturtype (eller vegetasjonsklasse i Johansen mfl. 2009), spesielt i klassene med stor økologisk variasjon. Slitasje pga. fuktig jordsmonn kan derfor være vanskelig å fange opp ved bruk av vegetasjonsklasse alene.

Det finnes flere mulige kartlag for å beskrive variasjon i vannmetning/jordsmonnets fuktighet.

Løsmassenes infiltrasjonsevne. Ulike løsmassetyper har ulik infiltrasjonsevne, og i NGUs løsmassekart er alle jordtyper skåret i en avledet variabel basert på løsmassenes kornfordeling, permeabilitet, jorddybde og terrengforhold (Statens kartverk 2006). Variabelen omhandler jordtypens egnethet til å infiltrere og rense avløpsvann. Kategoriene som er forhåndsdefinert, er 'godt egnet' (stor evne til å infiltrere og rense avløpsvann), 'middels egnet', 'lite egnet' og 'uegnet', i tillegg til 'ikke klassifisert'. Generelt vil jordtyper med lav infiltrasjonsevne ha dårligere drenering og høyere vannmetning, og de vil dermed være mindre slitesterke. Det er imidlertid en utfordring med de definerte kategoriene, da kategorien 'uegnet' både inneholder jordtyper med mye organisk materiale (som har høy vannmetning) og bart berg (som har lav vannmetning), som vil ha svært ulik sensitivitet for ferdsl. Videre er målestokken for denne variabelen i kartet fra 1:50 000 til 1:250 000. Vi vurderer derfor at dette kartlaget er lite relevant i egnethetsmodellen.

Avrenning. NVE har beregnet årlige middelværdier for avrenning for hele Norge for perioden 1961–1990 (Beldring mfl. 2002). Metoden for beregninger kombinerer observerte klima- og vannføringsdata med en hydrologisk modell. Oppløsningen for de beregnede avrenningsdataene er 1 x 1 km, og vi vurderer derfor at dataene ikke vil gi nyttig informasjon for å vurdere fuktighet i jordsmonnet på den romlige skalaen som er relevant for ferdsl.

Topografisk fuktighetsindeks. En topografisk fuktighetsindeks (TWI; topographic wetness index) kan avledes fra en digital terrengmodell (DTM). Indeksen sier noe om hvor mange piksler som drenerer til et gitt piksel. Oppløsningen på høydemodellen som brukes, bestemmer oppløsningen på pikslene. TWI kan brukes til å identifisere fuktige områder med god romlig oppløsning og er brukt i flere modeller av sensitivitet for ferdsl (Hawes mfl. 2013, Eagleston & Marion 2020). Vi vurderer at dette vil være et relevant datasett for å identifisere sensitive punkter langs sti.

Terrengets erosjonsutsatthet

Det er flere egenskaper ved terreng, løsmasser og jordsmonn som sammen sier noe om erosjonsutsatthet.

Innenfor den internasjonale litteraturen finnes det flere modeller for å beregne erosjon, særlig i tilknytning til landbruksvirksomhet, f.eks. USLE (Universal Soil Loss Equation), RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) og WEPP (Water Erosion Prediction Project) (se f.eks. Wade mfl. 2012). USLE-modellen (og den avledede RUSLE-modellen) er en empirisk erosjonsmodell, basert på statistiske sammenhenger mellom ulike variabler, som predikerer den gjennomsnittlige årlige erosjonsraten. Inputvariabler i modellen er nedbørsmønstre, jordtype, topografi, avlingstype/avlingssystem og arealdekke. WEPP er en fysisk modell basert på hydrologiske prosesser og jordprosesser. Både USLE og WEPP krever et relativt stort antall variabler, og relativt detaljerte data om variablene, helst tilpasset lokale forhold (målt i felt) for å produsere erosjonsestimater (Pham mfl. 2018).

Store regnskyll gir økt erosjonsutsatthet, og i USLE-modellen inkluderes nedbørshendelser som gjennomsnittlige stormverdier, dvs. antallet og styrken av store nedbørshendelser, i et gjennomsnittså. I WEPP-modellen brukes en hel rekke variabler for nedbør, inkludert maksimal 30-minutters intensitet.

Vi vurderte under modellutvikling å ta i bruk etablerte erosjonsmodeller for å beregne erosjonsutsatthet for stier innenfor nasjonalparkene. Imidlertid krever disse erosjonsmodellene detaljerte

data. Det tilgjengelige datagrunnlaget er av variabel kvalitet og romlig oppløsning. Vi vurderte derfor at en enkel og transparent modell, der verdien av hver variabel er synlig, var en bedre tilnærming enn en kompleks modell der variablene ble veid sammen til ett indekstall. Kartlag relevante for en slik modell presenteres under.

Egenskaper ved terreng og stiens plassering i terrenget

Helningsgrad. Terrengets helning og hvor eksponert det er har stor betydning for effekter av ferdsel. Dette henger sammen med at en liten påvirkning raskt kan forverres i bratt terreng på grunn av erosjon og eventuell utvasking ved regnvær. For eksempel viser flere studier at effekten av et gitt nivå av ferdsel er større i bratte skråninger (se kap. 2.1).

For å vurdere effekter av ferdsel på sti og erosjon i tilknytning til stien er det stiens helningsgrad som er viktig. Helningsgrad benyttes som forklaringsvariabel i mange slitasjestudier (Marion & Wimpey 2017). Variabelen kan avledes fra en digital høydemodell (DTM) kombinert med sti-data. Den romlige oppløsningen på variabelen er avhengig av den digitale høydemodellen som legges til grunn.

Stiens plassering i terrenget. Stiens plassering i terrenget, eller 'trail slope alignment' som variabelen som regel kalles i internasjonal litteratur, beskriver hvordan stien er plassert i forhold til høydekotene, dvs. om stien går på langs av en skråning (parallelt med høydekotene) eller på tvers av en skråning. Variabelen måles som differansen mellom skråningens helningsretning og stiens helningsretning. Selv i bratte skråninger kan erosjonen være minimal dersom stien er plassert langs, ikke på tvers av skråningen (Wimpey & Marion 2010, Marion & Wimpey 2017). Stiens plassering i terrenget ble målt i feltstudien (se kap. 2.2.4), men hadde ingen innvirkning på stislitasje (bredde, dybde) (kap. 2.3.3). Vi vurderer at stiens helningsgrad i stor nok grad fanger opp erosjonsutsatthet og har ikke brukt denne variabelen videre.

Substrat-/løsmasstype

Teksturen på jorden er også en viktig faktor for å vurdere utsatthet for erosjon, som beskrevet i kap. 2.1. Fint substrat (fin sand, silt) er mer erosjonsutsatt enn grovere substrat som grov sand og grus, mens innhold av leire kan redusere erosjonsutsatthet fordi leiren har gode sammenbindingsevner (Marion & Wimpey 2017). Blandet substrat kan redusere hastigheten på avrenningen og dermed redusere erosjonen. Tykkelsen på jordsmonnet vil åpenbart også ha en betydning; stier på tynt jordsmonn over hardt berg vil være mindre erosjonsutsatt enn stier på tykke løsmasser.

NGUs løsmassekart (Statens kartverk 2006) beskriver 92 kategorier av jordartstyper. Kartet dekker hele Norge, og den romlige oppløsningen på kartet varierer fra 1:50 000 til 1:250 000. Dette er den mest relevante kilden til data om substratets eroderbarhet.

Andre aktuelle variabler

Andre variabler, som f.eks. temperatur, nedbør (gjennomsnittlig nedbør, store nedbørshendelser) og varighet av snødekke kan påvirke både vegetasjonens sensitivitet, erosjonsutsatthet og tilgjengelighet for bruk. Slike data finnes på døgnbasis og for en romlig oppløsning på 1 × 1 km (interpolerte data, tilgjengelig fra se Norge-dataportalen; senorge.no). En test av interpolerte data i våre case-nasjonaleparker viste at temperatur og nedbør varierte lite på nasjonalparknivå, og at variablene dermed ikke viser forskjeller mellom stier innenfor en og samme nasjonalpark. Vi valgte derfor å ikke bruke nedbørsdata inn i komponenten erosjonsutsatthet, og heller ikke temperatur eller varighet av snødekke.

4.2.1.4 Egnethet for stisyklister

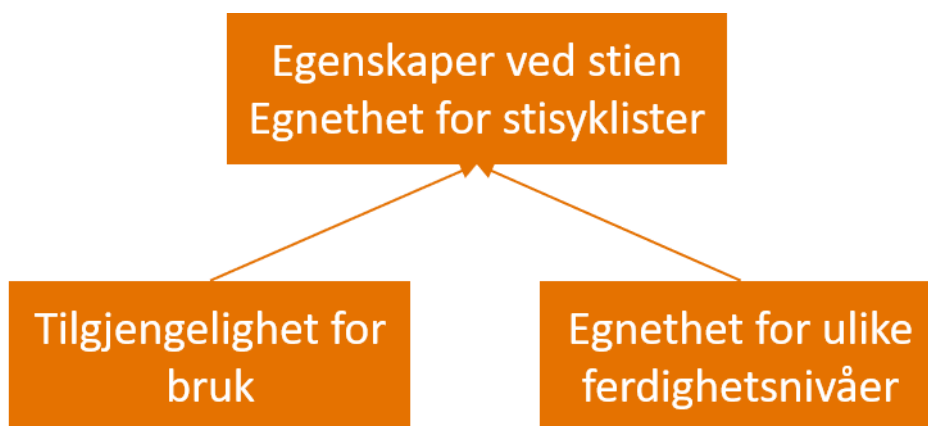
Brukerne (i prinsippet all bruk og alle brukere, men her: syklistene) er påvirkningsfaktoren som utløser sårbarhet i naturen, og ulike aspekter ved brukerne, bruken og ved stiene har betydning for den påvirkningen som syklistene har på naturen. Vi arrangerte møter med stisyklister i Bergen (10. september 2019) og Bodø (9. oktober 2019) for å få innspill på en første versjon av modell

for egnethet for brukere. På møtene ble prosjektet presentert, overordnede konseptmodeller gått gjennom og faktorer som spiller inn for terrengsyklister (og ulike grupper av slike) for valg av stier (tilgjengelighet, attraksjon) ble diskutert. Noen viktige punkter fra disse diskusjonene presenteres her.

Det er enighet om at avstand fra startpunkt for sykling (parkeringsplass) til nasjonalparkgrense er viktig. I områder der en nasjonalpark ligger nært en by, f. eks. Sjunkehatten i Bodø, er sykkelavstand hjemmefra viktigere enn avstand fra parkeringsplass. For de fleste nasjonalparker vil helge- og ferieturer utgjøre en større bruksmengde, og avstand til by kan dermed også være relevant for besøkstall. Gode transportmuligheter (bil, p-plass) er også viktig i denne sammenheng. Hvor lang tid det tar å nå en sti, er imidlertid en bedre variabel enn avstand i seg selv. Dermed burde ideelt sett også bratthet være med i modellen, f.eks. gjennom en tidskostnad per 100 m stigning e.l. Videre vil det for mange som sykler på Vestlandet være slik at stien «starter» når man begynner å sykle nedover, dvs. på toppen av fjellet, ikke ved nasjonalparkgrensa, slik som i modellen. Dermed kan tid til stiens startpunkt, definert som nærmest mulig nasjonalparkgrensen, være et underestimat ift. tid til syklistens opplevelse av stiens startpunkt.

Samtidig kommer det frem at attraktiviteten til stien er viktig, «attraksjon trumfer tilgjengelighet», med andre ord er mange sykklister villig til å kjøre lengre for en god sti. Hva er det som gjør en sti attraktiv for sykklister? Rundløyper foretrekkes, at det er god drenering og godt underlag, men med forekomst av vanskelige partier. Mye myr gjør en sti mindre attraktivt for sykklister – og kanskje mindre enn for turgåere – fordi de ofte må gå av sykkelen og mister flyt. Klopping gjør det mer attraktivt, men bare hvis det utføres på riktig (sykkelvennlig) måte. Det er en fordel om stien er skjermet for vær og vind og inneholder variasjon (skog, fjell, fra lett til teknisk krevende). Hvor teknisk krevende en sti bør være, er det flere ulike meninger om, både fordi syklistene har ulike preferanser, men også ferdighetsnivå. En av informantene våre påpekte også at kravspesifikasjonene i Merkehandboka er vanskelig å bruke i praksis, og at lokal kunnskap er et nødvendig supplement.

Basert på innspill fra sykklister, resultater fra brukerundersøkelsen, tilgjengelige kartlag og modelleringsbegrensninger har vi valgt å dele egnethet for brukere i to komponenter (**Figur 28**), der den første komponenten beskriver tilgjengelighet og den andre komponenten beskriver egenskaper ved stien som stimulerer til bruk fra ulike brukergrupper, det vil si stisyklister med ulike ferdigheter. Begge egenskapene vil i hovedsak ha betydning for bruksintensitet og kan gi forvalterne en pekepinn om hvor mye bruk og hva slags brukere (drevne stisyklister eller nybegynnere og familier) som kan forventes på ulike stier. Ideelt sett skulle vi også hatt med egenskaper som beskriver stienes attraksjonsverdi for syklistene, som kunne predikere hvilke stier syklistene vil foretrekke innenfor en gitt nasjonalpark. Ulike sykklister, med ulike ferdigheter, setter delvis pris på ulike egenskaper ved en sti. I brukerundersøkelsen for sykklister har vi spurt en rekke spørsmål om preferanser for kvaliteter ved stibanen, tiltak på sti og kvaliteter ved naturen rundt, se kap. 3.3 med resultater fra brukerundersøkelsen. Fordi disse preferansene varierer og de i hovedsak er vanskelige å hente fra eksisterende kartlag, er de utelatt fra modellen. For den som vil gå videre med dette temaet gir kapittel 3.3.3 gode innspill, men en må ta høyde for at vi særlig har fått erfarne stisyklister i tale.



Figur 28. Egnethet for stisyklister er her definert som en kombinasjon av egenskapene stiens tilgjengelighet for bruk og egnethet for ulike stisyklisters ferdighetsnivåer. Hver av disse må representeres med ulike variabler.

Tilgjengelighet

Ulike stier i en nasjonalpark vil ha ulik tilgjengelighet, i form av avstand fra der folk bor eller ferierer, eller parkeringsmuligheter.

Parkeringsplasser i randsonene. Grunnlagskart (papirkart, Open Street Maps (<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Parking>)) kan brukes til å identifisere offisielle/tilrettelagte parkeringsplasser i og rundt nasjonalparkene. For dette formålet er parkeringsplasser i en randsoner på 5 km relevant. OSM-datasettet er, som for stier og veier, åpen kildedata, og parkeringsplasser er kartlagt av frivillige med bruk av GPS, smarttelefoner eller ved å digitalisere godt kjente steder med høyoppløselige satellittbilder.

Avstand til stien. Avstand til stiens startpunkt kan beregnes som korteste vei langs eksisterende ferdselsårer fra en eksisterende parkeringsplass. Ettersom tilgjengelighet ikke kun er en funksjon av avstand, men også av tid – hastighet for sykling kan forventes å variere med ulike underlag, topografi mv. – bør avstand vektet med veiens underlag. Vi har brukt tre kategorier underlag: asfalt (alle veier i kartet), grusveier (traktorveier) eller stier (**Tabell 10**). N50-datasettet (Kartverket 2015, s. 210) inneholder bare tre relevante klasser og har ikke informasjon om overflatetype, men vi har antatt at traktorveier er gruslagte. OSM-datasettet inneholder mer informasjon for hver klasse (<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway>). OSM-dataene beskriver 'tracks' som gruslagte og tilgjengelig for landbruks- og skogbruksaktivitet. Klassene 'footway' og 'path' er utelukkende til bruk for syklistene og gående, og kan både være gruslagte eller ikke opparbeidet. Vi har her antatt at disse stiene ikke er opparbeidet. Alle andre klasser er gruppert i kategorien vei, med asfalt som underlag.

Tilgjengelighet kan dermed beregnes som en funksjon av hastighet (km/t) langs et gitt underlag og avstand (km) med det underlaget, summert over den korteste strekningen fra parkeringsplassen til stiens start, se kap. 4.2.3.1. En kunne også lagt inn en høydekostnad i beregningen (f.eks. legge til en halvtime per 200 høydemeters stigning). Dersom en slik høydekostnad skal legges til, må en vite hvilken retning syklistene sykler. For noen stier kan dette være enkelt, mens for andre er det mindre entydig, og en automatisering av beregning av høydekostnad ble vurdert å være vanskelig. Stiens stigning er også en del av variabelen «syklistenes ferdigheter».

Tabell 10. Kategorisering av ulike klasser i OSM og N50 i henhold til underlag/overflate.

OSM 'fclass'	N50 'objtype'	Underlag
Bridleway	VegSenterLinje	Asfalt
Cycleway		
Living_street		
Motorway		
Motorway_link		
Pedestrian		
Primary		
Primary_link		
Trunk		
Trunk_link		
Unclassified		
Unknown		
Track	Traktorveg	Grus
Track_grade1		
Track_grade2		
Track_grade3		
Track_grade4		
Track_grade5		
Footway	Sti	Naturlig/ikke opparbeidet
Path		

Syklistenes ferdigheter

I 2019 kom en revidert versjon av Merkehåndboka (Den norske turistforening mfl. 2019a), med en egen veileder for merking av turruter for terrengsykling og tursykling (Den norske turistforening mfl. 2019b). Ved merking av turruter for terrengsykling benyttes en gradering av vanskelighet fra grønn til dobbelt svart, og veilederen inneholder graderingstabeller med informasjon om hvilke variabler og hvilke verdier av variablene som er relevante, når en turrute skal merkes. Veilederen benytter følgende gradering:

- grønn: Enkel. For nybegynnere. Sti uten, eller med meget enkle tekniske hindringer.
- blå: Middels. For litt øvede syklister med noen tekniske ferdigheter. Sti med mindre hindringer og enkle tekniske partier.
- rød: Krevende. For viderekommende syklister med gode tekniske ferdigheter. Sti med krevende hindringer og tekniske partier.
- svart: Ekstra krevende. For erfarne syklister med veldig gode tekniske ferdigheter. Sti med meget krevende, uunngåelige hindringer.
- dobbelt svart: Ekstrem. For eksperter med veldig gode tekniske ferdigheter. Sti med uunngåelige hindringer, ekstrem vanskelighetsgrad og høy risiko.

Graderingen gjøres på bakgrunn av flere faktorer: stiens bredde, overflate, forekomst og vanskelighetsgrad på tekniske elementer på stien, samt maksimal gjennomsnittlig stigning (oppover og nedover).

Mål på faktorer knyttet til stiens beskaffenhet (smal eller bred, fast eller løst underlag, forekomst av røtter og store steiner, hindringer i stien som krever tekniske ferdigheter) er vanskelig å hente fra eksisterende kartlag. Variabelen maksimal gjennomsnittlig stigning kan beregnes med utgangspunkt i digitale høydemodeller.

4.2.2 Trinndeling og sammenveining av variabler – egnethetsmodell 1.0

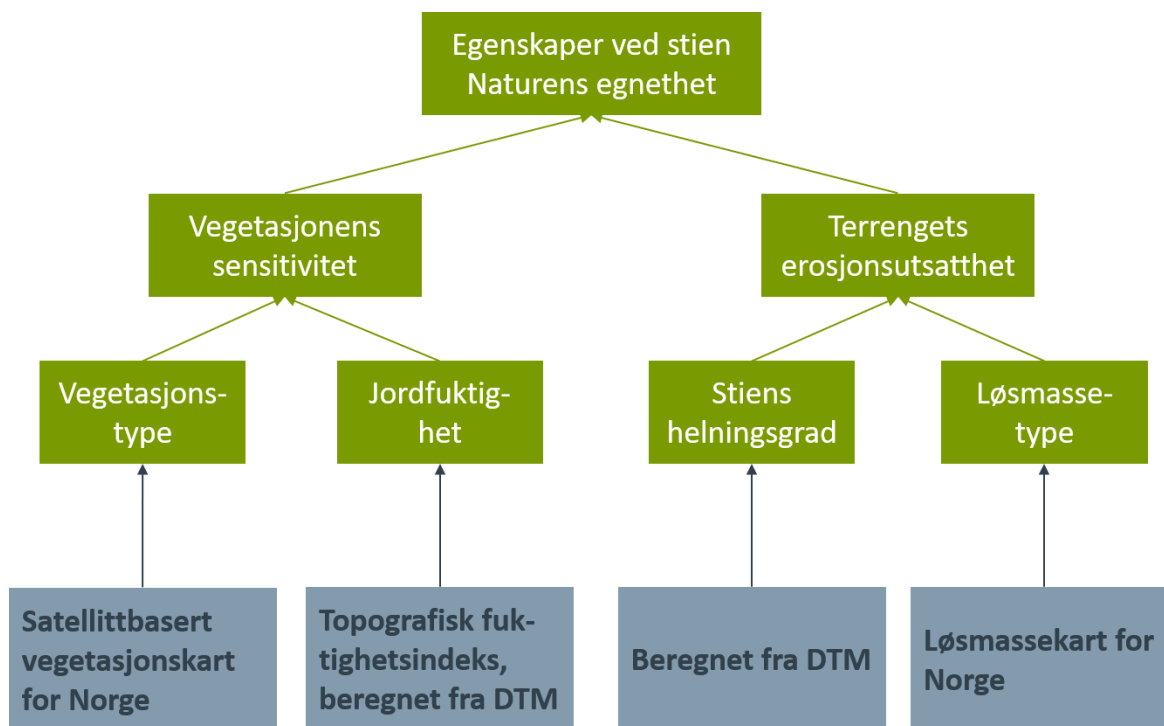
De potensielle variablene har svært ulike egenskaper med hensyn til romlig oppløsning, variabilitet og skala (kategoriske vs. kontinuerlige mv.). Vi har derfor valgt å trinndele hver variabel, slik at variablene er sammenlignbare (jf. Tomczyk 2011, Hawes mfl. 2013). Hver variabel klassifiseres i en tretrinnskala: potensielt godt egnet, middels egnet og lite egnet, basert på kunnskap om sammenheng mellom variabelenes verdi og egenskapen de representerer.

Her beskrives variablene og den kunnskap som er brukt som grunnlag for trinndeling, mens prosessen for å «oversette»/reklassifisere kartlag til variablene beskrives under kap. 4.2.3. Videre beskriver vi her hvordan variablene som representerer en egenskap, kombineres i en additiv modell for å gi en vurdering av egenskapens egnethet (potensielt godt egnet, middels egnet, lite egnet), og hvordan egenskapene kan kombineres for å vurdere hhv. naturens egnethet (stislitasje) og egnethet for stisyklistere (brukspåvirkning) i en egnethetsmodell versjon 1.0.

4.2.2.1 Naturens egnethet – stislitasje

Basert på gjennomgangen av kartlag i kap. 4.2.1 har vi identifisert følgende relevante variabler for naturens egnethet: vegetasjonstype og jordfuktighet (vegetasjonens sensitivitet), stiens helningsgrad og løsmasstype (erosjonsutsatthet) (**Figur 29**).

Disse variablene beregnes på punktnivå langs hver sti.



Figur 29. Oppbygging av modell versjon 1.0 for naturens egnethet: egenskapene vegetasjonens sensitivitet og terrengets erosjonsutsatthet avgjør til sammen naturens egnethet. Disse er representert med variabler, hhv. vegetasjonstype og jordfuktighet, og stiens helningsgrad og løsmasstype. Variablene kan beregnes fra ulike kartlag (grå bokser).

Vegetasjonens sensitivitet

Som redegjort for over, er satellittbasert vegetasjonskart for Norge det best egnede kartlaget per dags dato for å identifisere vegetasjonstyper langs sti innenfor nasjonalparkene. Dette kartlaget

er brukt inn i egnethetsmodellen for å identifisere sensitiv vegetasjon. Som beskrevet i kap. 4.2.1.3, består kartlaget av 25 vegetasjonsklasser. Vi har vurdert hver av de 25 vegetasjonstypene som inngår i vegetasjonskartet med henblikk på vegetasjonens slitestyrke og gjenvekstevne, i samsvar med definerte sensitive vegetasjonsheter i sårbarhetsmodellen (Hagen mfl. 2019). Hver vegetasjonstype er kategorisert som enten 'slitesterk', 'middels slitesterk' eller 'lite slitesterk' (**Tabell 11**). I **Vedlegg 4** vises en faglig begrunnelse for vurderingene i **Tabell 11**, samt vegetasjonsklasser vurdert som ikke relevante for dette prosjektet.

Tabell 11. Kategorisering av vegetasjonsklasser etter Johansen mfl. (2009) i slitesterke, middels slitesterke og lite slitesterke vegetasjonstyper. For detaljer, se **Vedlegg 4**.

Slitestyrke	Vegetasjonsklasse
Slitesterk	Lågurtskog og edellauvskog Blåbær- og småbregnebjørkeskog Kreklingbjørkeskog Lyngrik rabb Lyngrik leside
Middels slitesterk	Barskog – tett tresjikt Barskog og blandingsskog – åpent tresjikt Gras- og frytlerabb Lynghei og frisk rishei Urterik eng Gras- og musøresnøleie
Lite slitesterk	Lavrik furuskog Lavrik bjørkeskog Lavhei Eksponerte rabber, blokkmark og berg i dagen Høgstaude- og storbregnelauvskog Tuemyr og lågvokst fastmattemyr Høgvokst mattemyr Blautmyr og åpen sumpvegetasjon Ekstremsnøleier

Den topografiske fuktighetsindeksen (for beregning, se kap. 4.2.3 og **Vedlegg 3 Veileder for GIS-modellering**) gir en indeksverdi for jordsmonnets fuktighet langs stien med en romlig oppløsning som tilsvarer den digitale terrengmodellen som legges til grunn. Det er vanskelig å vurdere hvor grensene mellom høy, middels og lite fuktig jordsmonn går basert på en indeks, men fordelingen av TWI-verdier innenfor et areal kan brukes til å identifisere de tørreste og de fuktigste områdene. Vi foreslår følgende prosedyre:

- beregne TWI for hver piksel innenfor nasjonalparkene
- bruk prosentilene til fordelingen av TWI-verdier til å sette grenseverdier for jordfuktighet
 - Tørt: de 25 % tørreste pikslene (verdiene under 25 %-prosentilen).
 - Middels fuktig: de pikslene med midlere verdier (verdiene mellom 25% og 75%-prosentilen)
 - Fuktig: de 25 % våteste pikslene (verdiene over 75%-prosentilen)

Validering av egnethetsmodellen med innsamlede data fra de to case-nasjonalparkene ble brukt til å vurdere variabelens relevans (se kap. 4.2.3).

Kombinasjon av variabler for vegetasjonens sensitivitet

Til sammen sier vegetasjonstype og jordsmonnets fuktighet noe om vegetasjonens sensitivitet (**Figur 30**). Lite slitesterke vegetasjonstyper kan være både tørre og fuktige (**Tabell 11**) og vil være sensitive uavhengig av terrengets fuktighet. Vegetasjonstyper som er klassifisert som

middels slitesterke, har ofte stor økologisk variasjon (**Tabell 11** og **Vedlegg 4**). De kan forekomme både på relativt tørr og på fuktig mark, og vil være mer sensitive der det er fuktig. Sammenveilingen av jordfuktighet og vegetasjonstype tar høyde for dette; høy jordfuktighet øker sensitiviteten, se også **Vedlegg 4**.

Vegetasjonstype	Jordfuktighet		
	Tørr	Middels fuktig	Fuktig
Slitesterk	Lite sensitiv	Lite sensitiv	Middels sensitiv
Middels slitesterk	Lite sensitiv	Middels sensitiv	Sensitiv
Lite slitesterk	Sensitiv	Sensitiv	Sensitiv

Figur 30. Kombinasjon av variablene vegetasjonstype og terrengets fuktighet for å bestemme vegetasjonens sensitivitet.

Terrengets erosjonsutsatthet

Som beskrevet over, benyttes helningsgrad som forklaringsvariabel i mange slitasjestudier. Ofte brukes variabelen som en kategorisk variabel (f.eks. bratt vs. flatt), og ofte varierer kategoriene og terskelverdiene for en gitt kategori mellom studier (Marion & Wimpey 2017). Det er derfor vanskelig å identifisere terskelverdier for helning ift. erosjon basert på eksisterende litteratur (jf. Marion & Wimpey 2017). En vanlig tommelfingerregel, i det minste i USA, synes å være at stier ikke bør ha > 10 % helning (Marion & Wimpey 2017).

Vi har derfor brukt følgende terskelverdier for stiens helningsgrad:

- < 5 %: liten helning
- 5–10 %: middels helning
- > 10 %: stor helning

For å kategorisere eroderbarhet langs stien har vi tatt utgangspunkt i NGUs løsmassekart og gått gjennom alle kategoriene av jordartstyper som er angitt i objektkatalogen (Statens kartverk 2006). Hver jordartstype er vurdert ift. kornstørrelse, sorteringsgrad og eventuelle topografiske spesifikasjoner som er angitt, og typene er inndelt i tre kategorier:

- lite eroderbar: Løsmasser/jordartstyper med grovt substrat (blokk, berg), og dårlig sortert materiale.
- middels eroderbar: Løsmasser/jordartstyper med middels substratstørrelse, og løsmasser/jordartstyper med mye leire.
- eroderbar: Løsmasser/jordartstyper som består av fint og sortert substrat, og/eller har en iboende lokal topografi (eks. eskere), samt torv og myr.

Kategoriseringen av jordartstyper ble gjort med hjelp av en kvartærgeolog (L. Erikstad, NINA), og inndelingen finnes i **Vedlegg 5**.

Kombinasjon av variabler for erosjonsutsatthet

Erosjonsutsatthet vurderes som en kombinasjon av stiens helningsgrad og løsmassenes eroderbarhet. Jordsmonn med høy eroderbarhet er alltid noe erosjonsutsatt, men graden øker med stiens helningsgrad. Også lite erosjonsutsatte løsmasser vil være noe erosjonsutsatte i svært bratt terreng. Basert på disse vurderingene er erosjonsutsatthet delt inn i tre trinn (**Figur 31**).

Løsmasstype	Stiens helningsgrad		
	Liten helning	Middels helning	Stor helning
Lite eroderbar	Lite erosjonsutsatt	Lite erosjonsutsatt	Middels erosjonsutsatt
Middels eroderbar	Lite erosjonsutsatt	Middels erosjonsutsatt	Erosjonsutsatt
Eroderbar	Middels erosjonsutsatt	Erosjonsutsatt	Erosjonsutsatt

Figur 31. Kombinasjon av variablene løsmasstype og stien helningsgrad brukes for å bestemme erosjonsutsatthet.

Naturens egnethet – klassifisering

Naturens egnethet beregnes på punktnivå som en funksjon av vegetasjonens sensitivitet og erosjonsutsatthet. Egenskapen kan kombineres på en rekke alternative måter (**Figur 32**), avhengig av hvordan man vurderer betydningen av de to egenskapene. Validering av modellen mot innsamlede feltdata ble brukt for å bestemme endelig valg av modell.

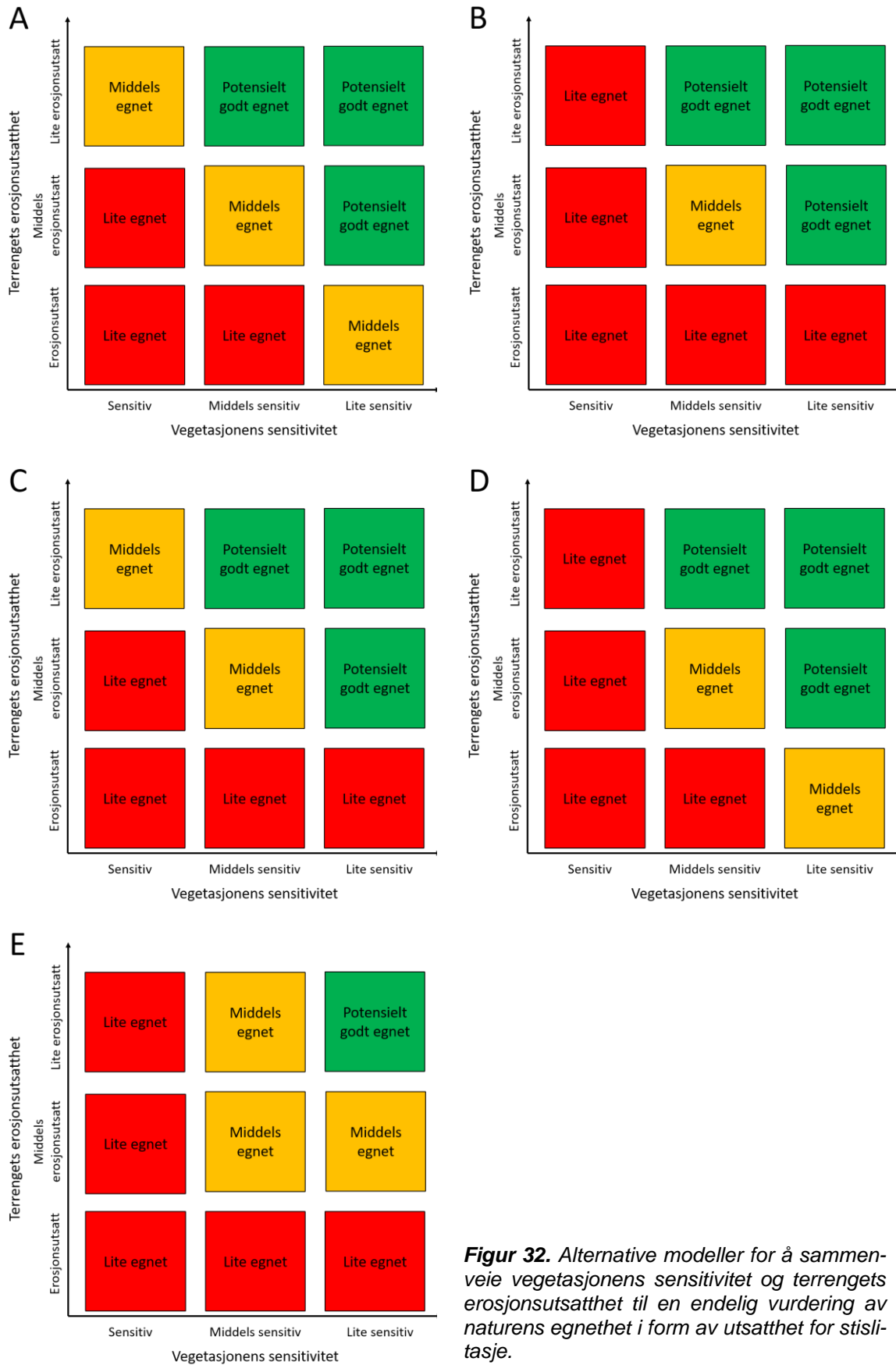
Alternativ A og D innebærer at erosjonsutsatte stipartier er middels egnet om vegetasjonen ikke er sensitiv. Alternativ A og C innebærer at stipartier med sensitiv vegetasjon er middels egnet om terrenget ikke er erosjonsutsatt. Alternativ B og E er mer konservativt ved at de mest sensitive og de mest erosjonsutsatte partiene alltid er lite egnet. Forskjellene mellom alternativ B og E går på hvordan en vurderer kombinasjonen av middels og lite sensitiv/erosjonsutsatt, der E er mest konservativt (bare lite sensitive og lite erosjonsutsatte stipartier er potensielt godt egnet).

Oppskalering: fra egnethet i punkt til egnethet i sti

Beregning av naturens egnethet gjøres først på punktnivå, som et utgangspunkt for å vurdere problemområder (deler av stien med liten egnethet; stor sensitivitet for slitasje) langs en sti. Deretter beregnes stiens egnethet, der en sti er definert som strekningen mellom to knutepunkter (eks. stikryss, parkeringsplass), basert på egnethetsverdiene for punktene langs stien.

Det er få eksempler på slik ekstrapolering fra punkt til sti i litteratur. Vi brukte andel punkter langs stien i ulike kategorier («lite egnet», «middels egnet», «potensielt godt egnet») som utgangspunkt for ekstrapolering og testet følgende terskelverdier:

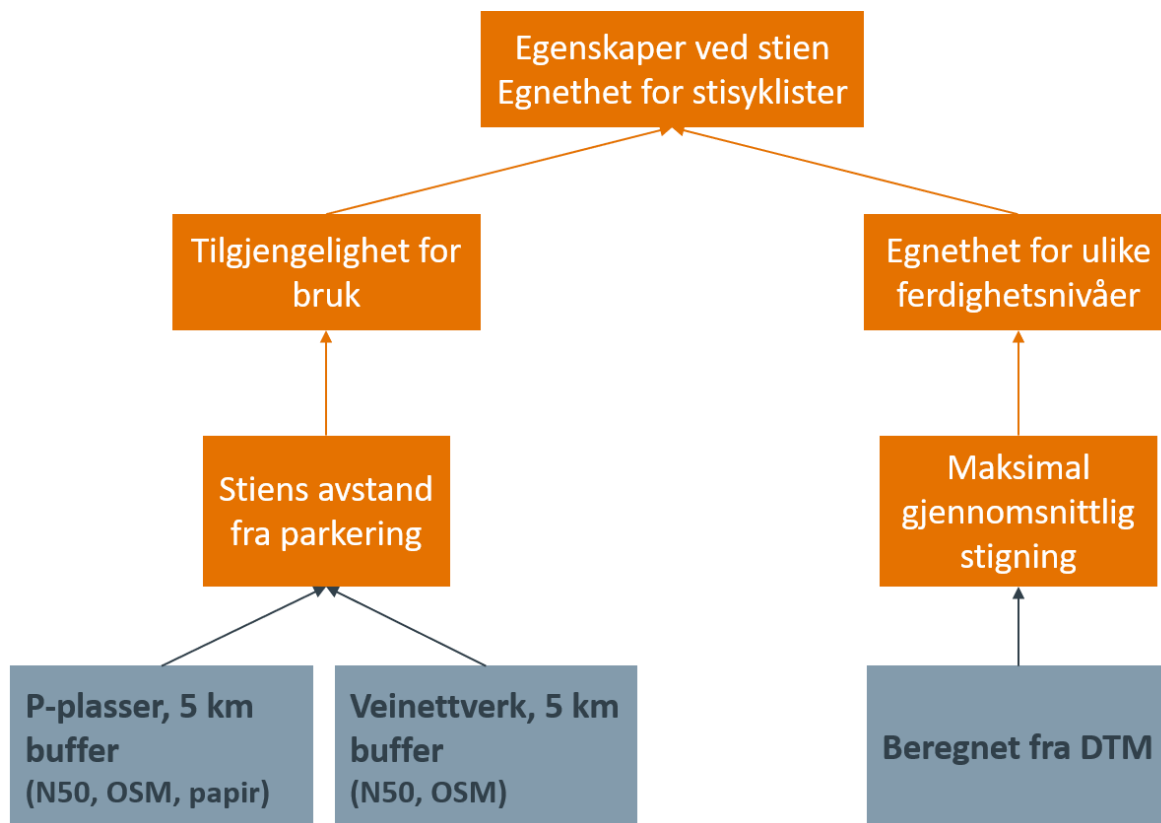
- «potensielt godt egnet» sti: andel av punkter langs stien klassifisert som «potensielt godt egnet»: > 50 %, > 60%, > 70 %, > 80 % og > 90 %
- «lite egnet» sti: andel av punkter langs stien klassifisert som «lite egnet»: > 50 %, > 60%, > 70 %, > 80 % og > 90 %
- «middels egnet» sti: alle stier som ikke møter kriteriene for «lite egnet» eller «potensielt godt egnet», jf. kriteriene over



Figur 32. Alternative modeller for å sammenveie vegetasjonens sensitivitet og terrengets erosjonsutsatthet til en endelig vurdering av naturens egnethet i form av utsatthet for stislisasje.

4.2.2.2 Egnethet for stisyklister

For å beskrive egnethet for stisyklister identifiserte vi følgende relevante variabler: tilgjengelighet og egnethet for ulike ferdighetsnivåer (**Figur 33**). Egnethet for stisyklister beregnes på stinivå, dvs. for en stistrekning fra A til B. Denne komponenten av egnethet ble ikke validert med bruk av innsamlede felldata, men ble justert og tilpasset basert på innspill og diskusjoner fra stisyklister (se kap. 4.2.1.4).



Figur 33. Oppbygging av modell for egnethet for stisyklister: egenskapene tilgjengelighet og egnethet for ulike ferdighetsnivåer avgjør til sammen egnethet for stisyklister. Disse er representert med variabler, hhv. avstand fra parkering og stiens maksimale gjennomsnittlige stigning. Variablene kan beregnes fra ulike kartlag (grå bokser).

Tilgjengelighet for bruk ble beregnet som avstand fra parkeringsplass til stisegmentets startpunkt. Et stisegment er definert som en stistrekning mellom to stikryss, eller fra der stien starter på nasjonalparkgrensen til et stikryss.

Avstanden beregnes som korteste avstand langs eksisterende vei, grusvei eller sti. Stisyklistene vi snakket med, anbefalte å bruke tid framfor avstand som variabel for å vurdere tilgjengelighet. Gjennomsnittlig hastighet vil variere avhengig av underlaget på veien fram til det gjeldende stisegmentet, og et stisegment som starter 5 km fra en parkeringsplass, vil være lettere tilgjengelig dersom veien fram mot stien er dekket av asfalt enn dersom den er en ikke-opparbeidet sti.

Tilgjengelighet beregnes derfor som korteste avstand langs 'vei', vektet for 'veiens' overflate, der ulike gjennomsnittshastigheter benyttes for hver overflate:

- asfalt: 15 km/t
- grus: 10 km/t
- sti/ikke opparbeidet: 5 km/t

Tilgjengeligheten for et gitt stisegment beregnes fra hver parkeringsplass i nasjonalparkens randsone, og den høyeste tilgjengeligheten (minst tidsbruk) brukes som estimat på stisegmentets tilgjengelighet.

Vi bruker derfor følgende trinndeling:

- tilgjengelig: < 1 time fra parkeringsplass
- middels tilgjengelig: 1–3 timer fra parkeringsplass
- lite tilgjengelig: > 3 timer fra parkeringsplass

Vi forventer at stier som ligger en dagstur unna (> 3 timer fra, det vil si 6 timer tur-retur) vil bli betydelig mindre brukt enn stier som ligger nærmere parkeringsplasser.

Veilederen for merking av sykkelruter bruker følgende terskelverdier for gradering etter ferdi-ghetsnivå (Den norske turistforening mfl. 2019b):

- grønn: 3 % maksimal gjennomsnittlig stigning i oppoverbakke, 5 % nedover
- blå: 5 % maksimal gjennomsnittlig stigning i oppoverbakke, 7 % nedover
- rød: 7 % maksimal gjennomsnittlig stigning i oppoverbakke, 9 % nedover
- svart og dobbelt svart: > 7 % maksimal gjennomsnittlig stigning i oppoverbakke, > 9 % nedover

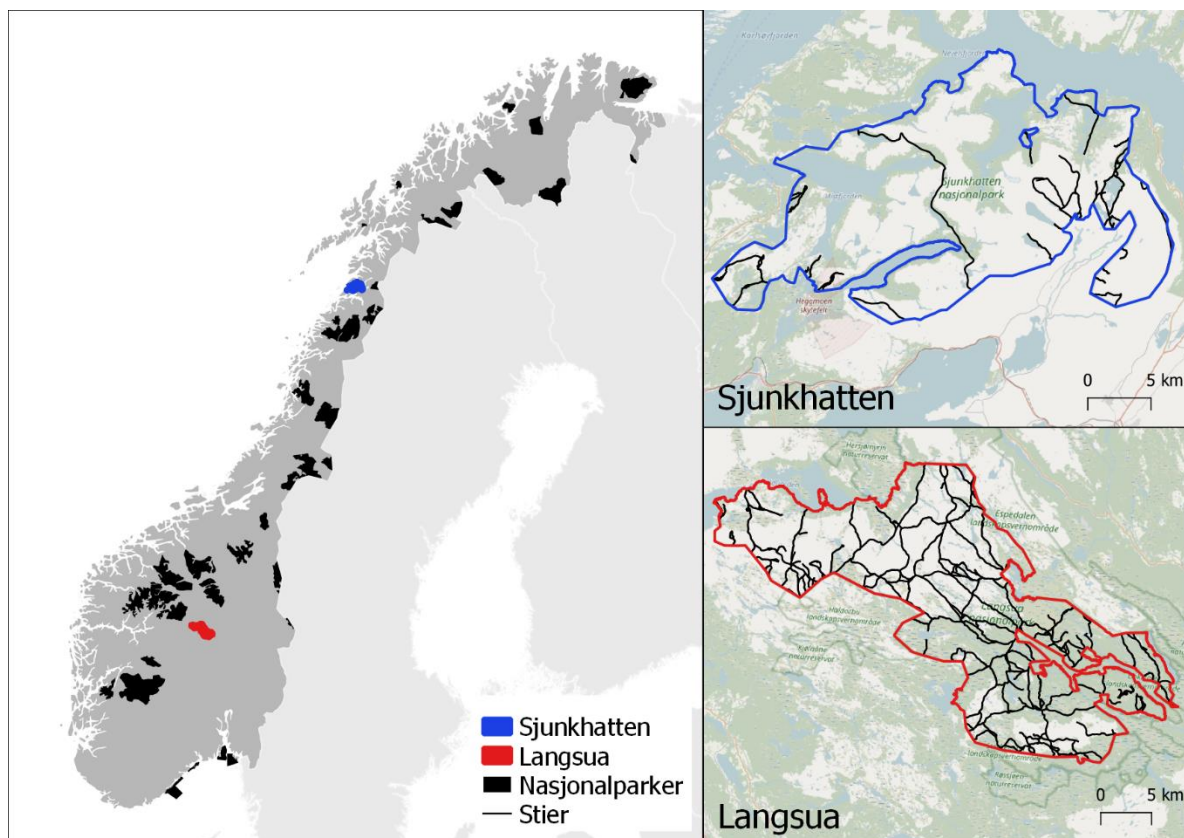
Normen for beregning av gjennomsnittlig stigning er stigning per 100 m sti (A.-M. Planke, DNT, pers. komm.). Vi beregnet stigning for hvert 100-m-del langs en sti og estimerte maksimal gjennomsnittlig stigning for stien som helhet på to måter:

- gjennomsnittet av stigning over alle 100-m-deler av stien
- maksimalverdien for stigning av alle 100-m-deler av stien

Vi benyttet terskelverdiene for stigning i nedoverbakke.

4.2.3 Validering av modell

For å validere modellen brukte vi de to case-nasjonalparkene Langsua og Sjunghatten (**Figur 34**). Data ble samlet inn i felt for et utvalg stier i/ved nasjonalparkene, og disse er brukt for å vurdere kategorien «naturens egnethet» i modellens versjon 1.0. En beskrivelse av framgangsmåte er gitt i **Vedlegg 3 Veileder for GIS-modellering**, mens skript for gjennomføring av analysene er tilgjengelige her: <https://github.com/NINAnor/stisykling>.



Figur 34. Norges nasjonalparker og case-nasjonalparkene Langsua (i rødt) og Sjunkhatten (i blått).

4.2.3.1 Tilrettelegging av kartlag Vegetasjonens sensitivitet

Vegetasjonens slitestyrke (klasser: lite slitesterk, middels slitesterk, slitesterk) ble beregnet fra et rasterlag over vegetasjonstyper – «Satellittbasert vegetasjonskart for Norge», gjort tilgjengelig av Direktoratet for naturforvaltning (<https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/Dataset/Details/15>). Reklassifisering av vegetasjonstypene til tre klasser ble gjort i R med bruk av en look-up-tabell (knytter de ulike kodene for vegetasjonstype til klasser for vegetasjonens slitestyrke) basert på **Tabell 11**.

Jordfuktighetsklasse (klasser: tørt, middels fuktig, fuktig) ble beregnet fra en topografisk fuktighetsindeks med bruk av en look-up-tabell. Den topografiske fuktighetsindeksen (TWI) ble estimert med 1 m og 10 m romlig oppløsning for arealer som omfattet valideringsstiene i begge nasjonalparker, med bruk av data fra digitale terrengmodeller (DTM) med 1 m og 10 m oppløsning. TWI ble beregnet med to ulike oppløsninger fordi TWI-prediksjoner i stor grad er avhengig av oppløsningen på dataene som er brukt til å beregne TWI (altså oppløsningen på den underliggende digitale terrengmodellen). De digitale terrengmodellene med 1 m og 10 m-oppløsning ble hentet fra portalen hoydedata.no, utviklet av Geodata for Kartverket. Metoden for beregning av TWI er vist i **Vedlegg 3**. Look-up-tabeller ble utledet separat for de to ulike nasjonalparkene og for de to ulike oppløsningene. Vi fant at 1-m-oppløsning ga best resultater i Langsua, mens 10-m-oppløsning ga best resultater i Sjunkhatten (**Tabell 12**). Videre analyser ble dermed utført med TWI-data basert på 1 m DTM i Langsua og 10 m DTM i Sjunkhatten.

Tabell 12. Jordfuktighetsklasse i henhold til TWI-verdier i Langsua (1 m romlig oppløsning) og Sjunkehatten (10 m romlig oppløsning).

Jordfuktighet klasse	Langsua TWI (1 m romlig oppløsning)	Sjunkehatten TWI (10 m romlig oppløsning)
Tørt	<4.871	<5.606
Middels fuktig	≥4.871 – <7.381	≥5.606 – <7.579
Fuktig	≥7.381	≥5.579

Vegetasjonens sensitivitet ble beregnet fra vegetasjonen slitestyrke og jordfuktighetsklasse med bruk av en look-up-tabell (**Figur 30**).

Terrengets erosjonsutsatthet

Stiens helningsgradsklasse (klasser: liten helning, middels helning, stor helning) ble beregnet fra stiens helningsgrad med bruk av en look-up-tabell. Stiens helningsgrad (beregnet som den gjennomsnittlige stigningen over et 10-m-vindu rundt hvert punkt langs stien) ble beregnet ved bruk av en digital terrengmodell med 1 m oppløsning (hentet fra portalen hoydedata.no).

Løsmasseklasse (klasser: lite eroderbar, middels eroderbar, eroderbar) ble beregnet fra vektor-datasett over løsmasser, hentet fra NGUs løsmassekart gjennom Geonorge-portalene (kartkatlog.geonorge.no). Datasettet ble rastret til en romlig oppløsning på 10 × 10 m med bruk av `rasterize`-funksjonen i `library(raster)`, og reklassifisert til tre klasser basert på en look-up tabell (se **Vedlegg 5**).

Terrengets erosjonsutsatthet ble først avledet ved bruk av en look-up-tabell-basert klassifisering av stiens helningsgradsklasse og løsmasseklasse (**Figur 31**). Videre utforskning av løsmassekartene innenfor nasjonalparkene antydte at løsmasser var kartlagt med en romlig oppløsning som var for grov til å karakterisere variasjonen i løsmassene innenfor parken. Vi beregnet derfor også terrengets erosjonsutsatthet kun basert på stiens helningsgrad (uten løsmasseklasse).

Naturens egnethet

Naturens egnethet (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet) ble beregnet basert på en look-up-tabellbasert klassifisering av egenskapene vegetasjonens sensitivitet og terrengets erosjonsutsatthet (beregnet både med og uten løsmasseklasse). Fem alternative kombinasjoner av egenskapene til naturens egnethet ble testet (**Figur 32**).

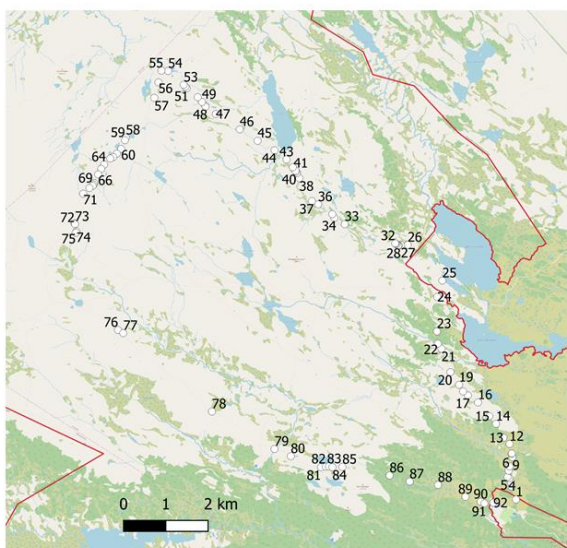
4.2.3.2 Innsamling av data i felt

Vi gjennomførte feltbefaringer i Langsua NP og i randsonen til Sjunkehatten NP for å samle inn data som kunne brukes til å validere naturkomponenten av egnethetsmodellen.

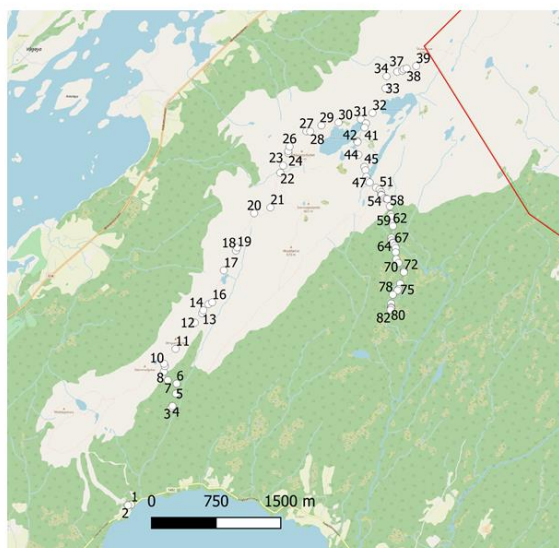
Feltarbeid i Langsua ble gjennomført 22.–25. juli 2019 av Sindre Kolstad Valan og Marianne Evju (dag 1). Langs en rundløype på ca. 30 km med utgangspunkt i Liomseter fjellstue ble det gjennomført sårbarhetsvurdering i henhold til Hagen mfl. (2019). Alle sensitive vegetasjonseenheter langs stiene ble identifisert og registrert med GPS.

Feltarbeid i Sjunkehatten ble gjennomført 8. oktober 2019 av Marianne Evju og Sofie Kjendlie Selvaag. Alternative stier ble diskutert med Stein Haugen i Bodø kommune, selv stisyklist og ansvarlig for STImuli, en målrettet satsing på oppgradering og etablering av bostedsnære turløyper i Bodø. Det ble valgt en sti/rundtur som ligger på trailguide.net, og som brukes av syklist og turgåere. Stiene ligger utenfor nasjonalparken, men leder inn til nasjonalparkgrensa. Langs stiene registrerte vi de partiene som var fuktige, med lett eroderbart substrat, stor helning eller spesielt sensitive vegetasjonstyper.

Langsua



Sjunkhatten



Figur 35. Geolokasjoner (GPS-punkter med registreringer) med data for miljøforhold langs stier i Langsua og Sjunkehatten. Rød linje viser nasjonalparkgrensa.

Miljøfaktorer ble målt langs stiene som 90 geolokasjoner i Langsua og 81 geolokasjoner i randsonen til Sjunkehatten (**Figur 35**). Fra de innsamlede dataene klassifiserte vi hvert punkt etter: 1) vegetasjonsklasse (lite slitesterk, middels slitesterk, slitesterk), 2) jordfuktighet (tørt, vått (veldig vått (bare i Sjunkehatten)), 3) helningsgrad (flatt eller bratt) og 4) substratets eroderbarhet (lite eroderbar, middels eroderbar, eroderbar). Der vi ikke hadde data for en faktor, brukte vi kategorien «Ikke klassifisert» (**Tabell 13**).

Videre klassifiserte vi hvert punkt etter A) vegetasjonens sensitivitet (sensitiv, middels sensitiv, lite sensitiv) basert på modellen for sammenveining av vegetasjonsklasse og jordsmonnets fuktighet som vist i **Figur 30**. For de sensitive enhetene registrert i Langsua, gjorde vi følgende valg:

- *Fuktsig/blauthøl* kan forekomme i ulike vegetasjonstyper, og vegetasjonsklasse ble registrert som «Ikke klassifisert». Enheten er imidlertid alltid sensitiv.
- De sensitive enhetene *Bratt skråning med ustabil substrat* og *Brink/bratt skrent* kan forekomme i ulike vegetasjonstyper og med ulike fuktighetsforhold og kan således være variable med hensyn på vegetasjonens sensitivitet. Både vegetasjonsklasse, fuktighet og vegetasjonens sensitivitet ble registrert som «Ikke klassifisert»

Vi klassifiserte også hvert punkt etter B) erosjonsutsatthet (erosjonsutsatt, middels erosjonsutsatt, lite erosjonsutsatt) basert på modellen for sammenveining av løsmassetype og stiens helningsgrad som vist i **Figur 31**. I Langsua hadde vi registrert stiens helningsgrad bare i de sensitive enhetene *Bratt skråning med fint substrat* og *Brink/bratt skrent*. De andre sensitive enhetene kan imidlertid også forekomme i bratt terreng. Vi gjorde følgende valg:

- *Myr/fuktig område* forekommer som regel på torv, som er eroderbar. Helning kan variere, men ble ikke registrert i felt. Vi brukte derfor den digitale terrengmodellen (se under) til å hente ut stiens helningsgrad for alle punkter i myr.
- De sensitive enhetene *Fuktsig/blauthøl* og *Rabbe* kan forekomme på ulike typer løsmasser og kan være variable med hensyn på erosjonsutsatthet. Både løsmassetype, stiens helningsgrad og erosjonsutsatthet ble registrert som «Ikke klassifisert»

Videre kategoriserte vi hvert punkt ift. egnethet. Sensitive enheter ble per definisjon kategorisert som «lite egnet», slik at alle geolokasjoner fra Langsua var «lite egnet». I Sjunkehatten forekom punkter i alle tre kategorier, men flertallet av punktene var «lite egnet» (**Tabell 13**).

Tabell 13. Utvalgsstørrelse for målte miljøfaktorer langs stiene brukt til validering av modell.

Egenskap	Klasse	Område	
		Langsua	Sjunkehatten
1) Vegetasjonsklasse	Lite slitesterk	40	23
	Middels slitesterk	0	23
	Slitesterk	0	27
	Ikke klassifisert	50	8
2) Fuktighet	Tørt	18	40
	Vått	72	33
	Veldig vått	NA	8
A) Vegetasjonens sensitivitet			
	Sensitiv	73	46
	Middels sensitiv	0	0
	Lite sensitiv	0	34
	Ikke klassifisert	17	1
3) Helning	Flatt	0	64
	Bratt	17	17
	Ikke klassifisert	73	0
4) Løsmassetype	Lite eroderbar	0	32
	Middels eroderbar	0	3
	Eroderbar	46	46
	Ikke klassifisert	44	0
B) Erosjonsutsatthet			
	Erosjonsutsatt	28	17
	Middels erosjonsutsatt	28	28
	Lite erosjonsutsatt	0	36
	Ikke klassifisert	34	0
Egnethet			
	Lite egnet	90	61
	Middels egnet	0	18
	Potensielt godt egnet	0	2

4.2.3.3 Analyser av felldata og kartderiverte data

Validering av modell ble gjort på punktnivå. For sammenligning mellom feltmålingene vi hadde av stiens helningsgrad og de vi beregnet fra den digitale terrengmodellen, hentet vi ut den nærmeste DTM-baserte helningsgraden for hver geolokasjon. Topografisk fuktighetsindeks, vegetasjonens slitestyrke og jordsmonnets eroderbarhet hentet vi fra de respektive kartlagene (se kap. 4.2.1.3) for lokasjoner som omfattet geolokasjonene (punktene med felldata).

Validering av GIS-modellen ble gjennomført på flere nivåer, ved å sammenligne verdier for:

- registrerte miljøfaktorer i felt med de respektive GIS-lagene i modellen,

- egenskapene vegetasjonens sensitivitet og erosjonsutsatthet slik de ble registrert i felt og modellerte egenskaper, og
- naturens egnethet basert på feltregistreringer og modeller.

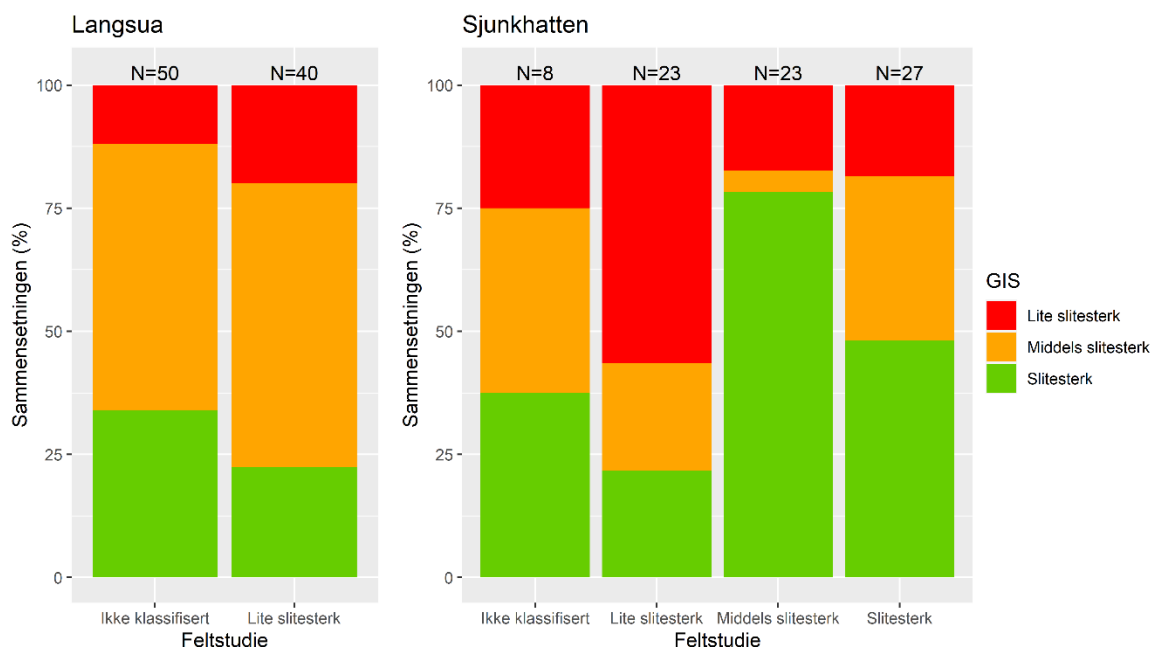
Vi testet ulike alternative modeller for naturens egnethet (se **Figur 32**) og ulike terskelverdier for ekstrapolering fra punkt til sti.

Det kartlaget med grovest romlig oppløsning, er løsmassekartet til NGU. Vi undersøkte derfor også hvordan en modell med egenskapen erosjonsutsatthet som funksjon kun av stiens hellingsgrad, samsvarte med felldata på punktnivå.

4.3 Resultat av modellvalidering

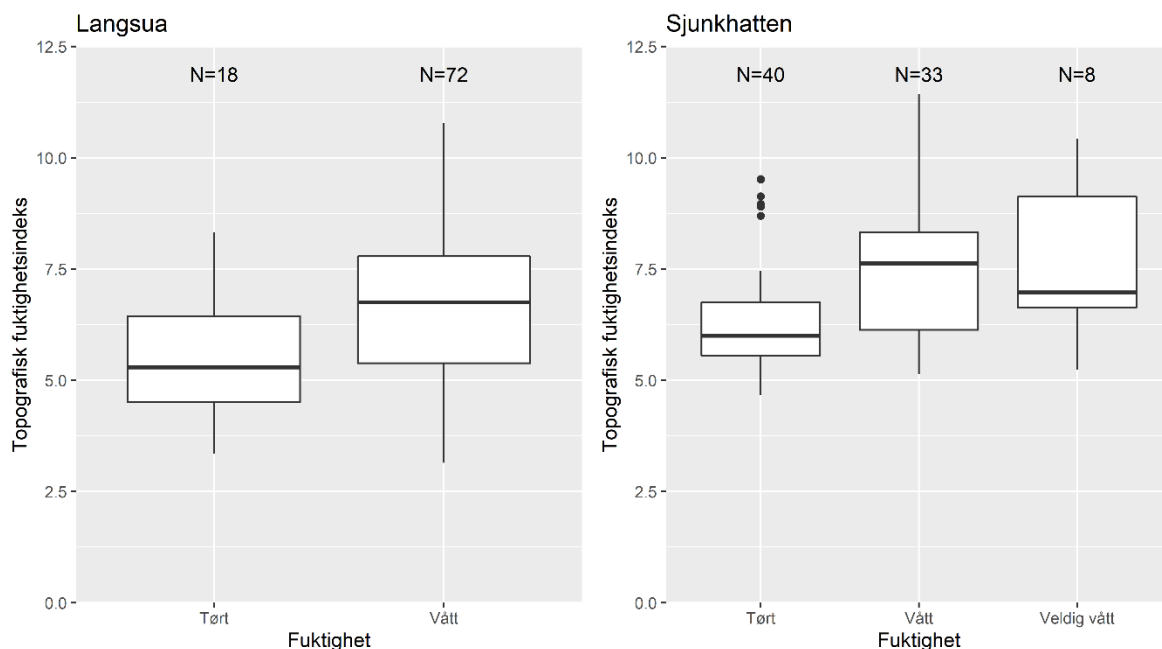
4.3.1 Samsvar mellom variablene målt i felt og hentet fra kart

Vegetasjonens slitestyrke, slik den ble registrert i felt, korresponderte dårlig med vegetasjonens slitestyrke i GIS-laget/vegetasjonskartet (**Figur 36**). Kategori for slitestyrke i felt og i GIS-laget samsvarte bare i 20 % av lokasjonene i Langsua og i 37 % i Sjunkhatten (ikke-klassifiserte lokasjoner ekskludert). For Langsua skyldtes det dårlige samsvaret at alle feltobservasjoner var av klassen «Lite slitesterk», og 80 % av disse lå ifølge kartlaget i «middels slitesterk» eller «slitesterk» vegetasjon. Dette manglende samsvaret skyldes i stor grad feilklassifisering av vegetasjonstyper i det «Satellittbaserte vegetasjonskartet for Norge» i Langsua, se kap. 6.2.1. I Sjunkhatten var samsvaret betraktelig bedre. Feltklassifiseringer av «Lite slitesterk» og «Slitesterk» vegetasjon ble klassifisert riktig i kartlaget i hhv. 57 % og 48 % av tilfellene. Det var også lite sannsynlig at feltregistrert «lite slitesterk» vegetasjon ble klassifisert som «slitesterk» i GIS-laget (26 %), eller omvendt, at feltregistrert «slitesterk» vegetasjon ble GIS-klassifisert som «lite slitesterk» (19 %).



Figur 36. Vegetasjonens slitestyrke registrert i felt (langs x-aksen) i forhold til kartlagets (vegetasjonskart; Johansen 2009) klassifisering av vegetasjonsklasse og vår inndeling av vegetasjonsklassene i slitestyrke.

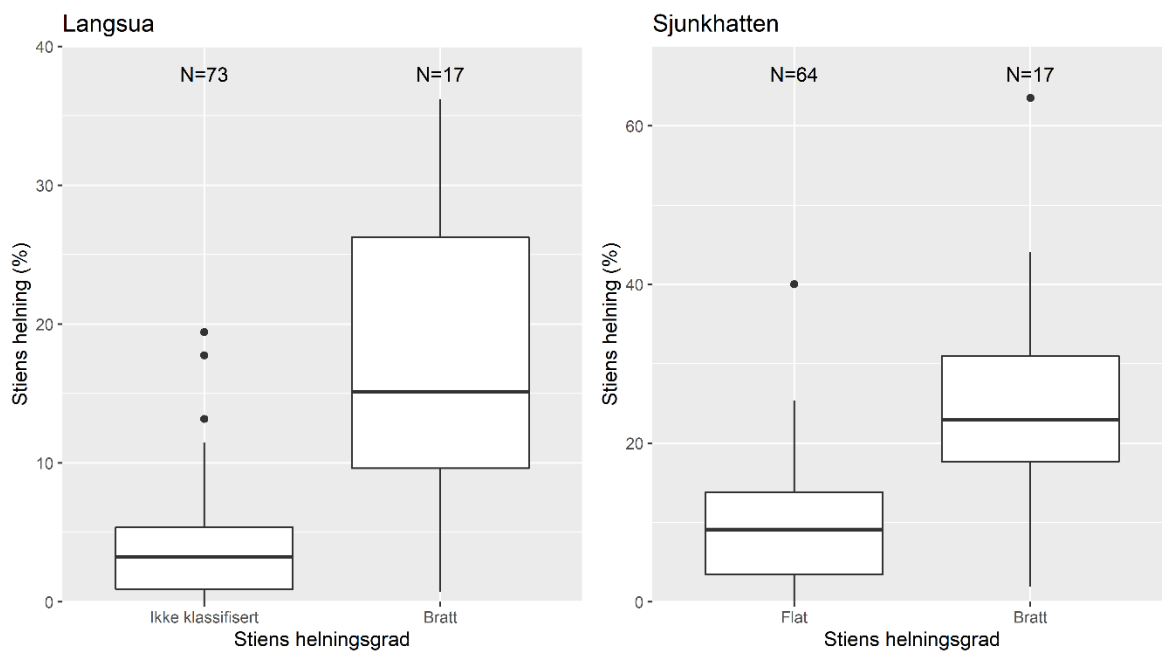
Feltobservasjoner av fuktige områder langs sti stemte godt overens med verdier for den topografiske fuktighetsindeksen (TWI) estimert fra den digital terrengmodellen (DTM) (**Figur 37**). Tørre geolokasjoner i felt var assosiert med lave TWI-verdier, våte lokasjoner i felt var assosiert med høye TWI-verdier. Dette forholdet var sterkest i Langsua når TWI ble beregnet med 1 m-DTM, mens i Sjunghatten var samsvaret mellom feltobservasjoner og TWI sterkest når TWI ble beregnet med 10 m-DTM.



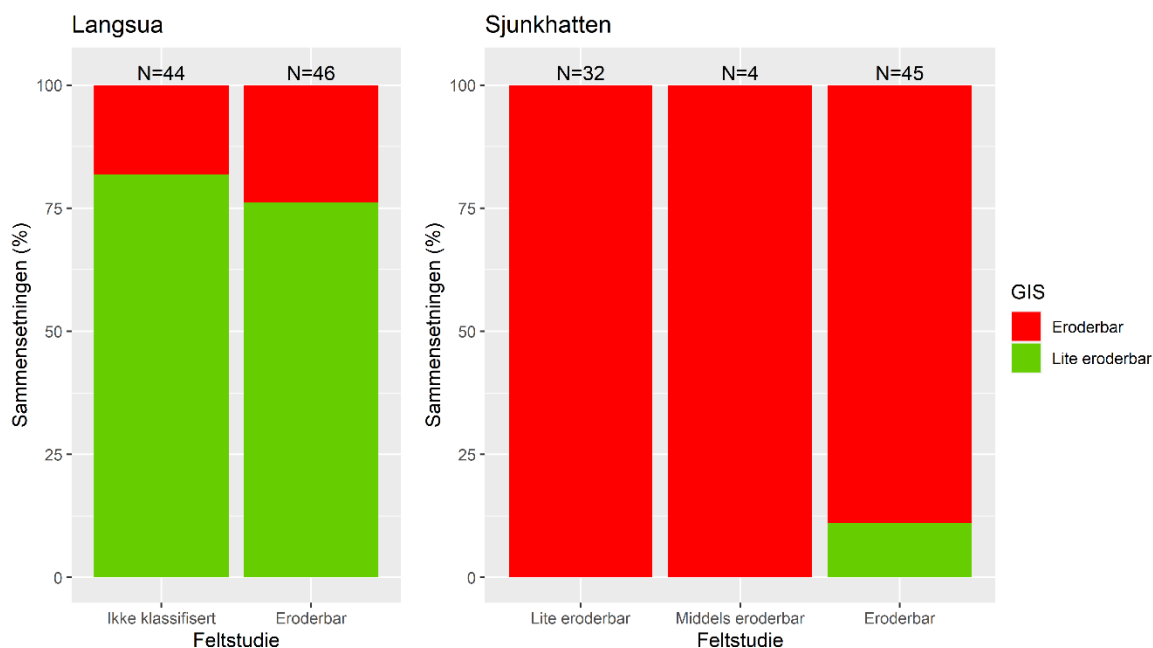
Figur 37. Jordfuktighet som registrert i felt (langs x-aksen) i forhold til topografisk fuktighetsindeks (TWI) (estimert på 1 m for Langsua og 10 m for Sjunghatten).

Stiens helningsgrad, registrert som flatt eller bratt i felt, samsvarte sterkt med helningsgrad beregnet ved bruk av 1 m-DEM (**Figur 38**). For Langsua ble bare sensitive enheter som inneholder bratt terreng (*Bratt skråning med ustabil substrat, Brink/bratt skrent*) klassifisert som bratt, mens alle andre geolokasjoner ble kodet «Ikke klassifisert» (**Tabell 13**). «Ikke klassifisert» kunne i teorien inneholde bratte utforminger av sensitive enheter som myr, men vil i hovedsak være lokalisert i flatt terreng. «Ikke klassifisert» korresponderte da også med svakere helninger estimert fra DTM enn geolokasjoner kodet som bratt. For Sjunghatten samsvarte geolokasjoner kodet som flatt med lavere helningsgrader estimert fra DTM, mens bratte geolokasjoner samsvarte med høyere verdier estimert fra DTM.

For Langsua ble de sensitive enhetene *Myr* og *annet fuktig område med vegetasjonsdekke* og *Bratt skråning med ustabil substrat* definert å ha høy eroderbarhet, mens andre geolokasjoner ble kodet som «Ikke klassifisert». I Sjunghatten ble eroderbarhet registrert direkte. Løsmassenes eroderbarhet, slik det ble registrert i felt, samsvarte ikke med eroderbarhet hentet fra NGUs løsmassekart (**Figur 39**). Bare 24 % av de geolokasjonene som ble registrert som «eroderbar» i felt i Langsua, samsvarte med «eroderbar» i GIS-laget. I Sjunghatten ble det registrert geolokasjoner med varierende eroderbarhet (i hovedsak «lite eroderbar» og «eroderbar»). GIS-laget var imidlertid dominert av «eroderbar»-klassen, slik at feltklassifikasjoner av «lite» og «middels eroderbar» ikke samsvarte med GIS-laget.



Figur 38. Stiens helningsgrad, som registrert i felt (x-aksen) og estimert fra kart (y-aksen; 1 m-DTM).



Figur 39. Løsmassenes eroderbarhet, slik det ble registrert i felt (x-aksen) i forhold til kartlagets (NGUs løsmassekart; Statens kartverk 2006) klassifisering av løsmasser og vår inndeling av løsmasser i eroderbarhet.

Det oppsøkte området i Sjunkehatten har løsmasser av typen «forvitningsmateriale» ifølge NGUs løsmassekart (Statens kartverk 2006). Forvitningsmateriale har tradisjonelt blitt brukt om blokkmark (og grusmark, særlig på Svalbard), men typen forvitningsmateriale i Sjunkehatten kalles saprolitt. Det er dypforvitningsrester, deler av løsmassedekket som stammer fra før istidene og representerer de nedre delene av den før-kvartære landoverflaten (L. Erikstad, NINA, pers. medd.). Berggrunnens beskaffenhet er viktig for egenskapen til slikt materiale, og der det er et

betydelig dekke med finkornet materiale, slik som i Sjunkhatten (**Figur 40**), er eroderbarheten på linje med annet finkornet sediment (L. Erikstad, NINA, pers. medd.).

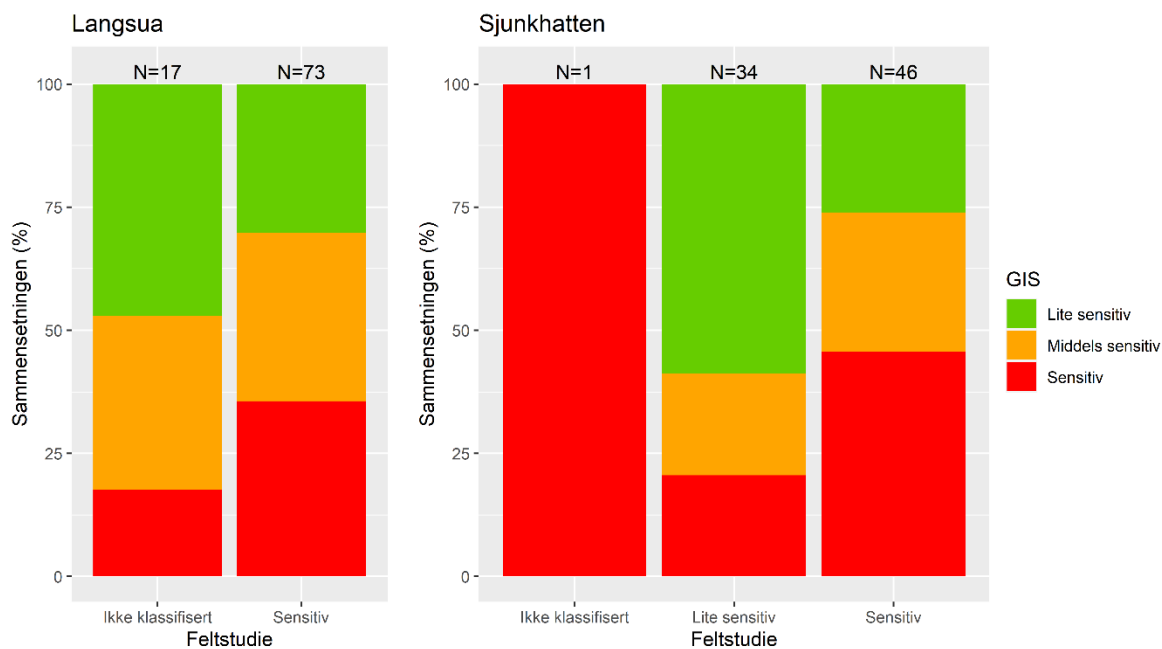


Figur 40. Det befarte området i randsonen til Sjunkhatten nasjonalpark er dominert av finkornet forvittringsmateriale av typen saprolitt. Foto: Marianne Evju.

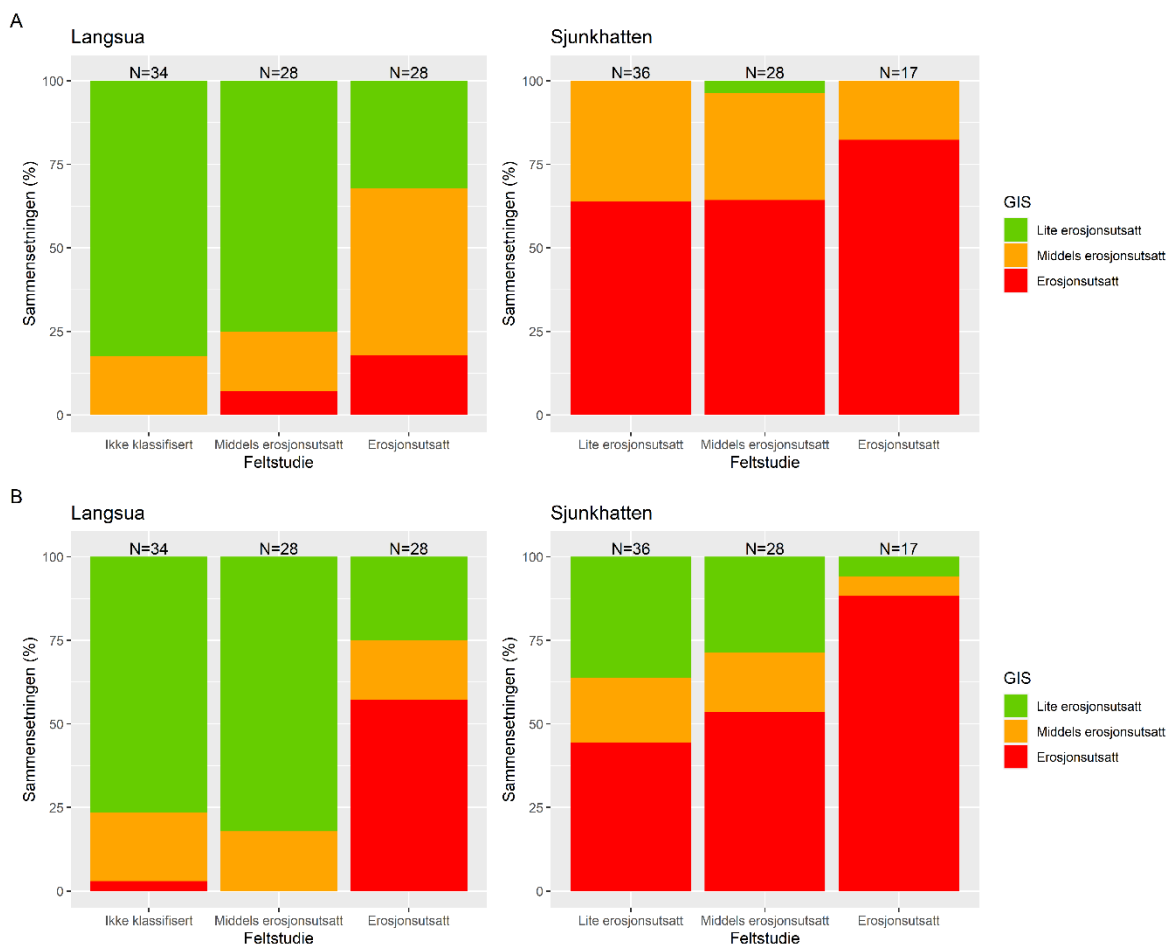
4.3.2 Samsvar mellom egenskaper fra felt og kart

Vegetasjonens sensitivitet, slik den ble registrert i felt, samsvarte middels godt med vegetasjonens sensitivitet slik den ble beregnet fra kart. Mindre enn halvparten av punktene som ble registrert som sensitive i felt, ble i kartmodellen beregnet til lite sensitive i begge områdene (**Figur 41**): 36 % i Langsua og 46 % i Sjunkhatten. For Langsua skyldes dette at sensitive enheter i myr i liten grad var klassifisert som myr i vegetasjonskartet. Kombinasjonen av vegetasjonsklasse og jordfuktighet gjorde likevel modellen i bedre stand til å identifisere sensitiv vegetasjon enn vegetasjonsklasse alene (jf. **Figur 36**). For Sjunkhatten skyldtes det at mange av de sensitive vegetasjonseenhetene var myrkanter med middels slitesterk vegetasjon, der fuktigheten jf. kartet ikke var høy nok til å «flytte» punktet til sensitiv.

Terrengets erosjonsutsatthet, vurdert utfra stiens helningsgrad og løsmassenes eroderbarhet, samsvarte i liten grad med erosjonsutsatthet målt i felt i Langsua, der bare 18 % av de punktene som ble vurdert som erosjonsutsatte i felt, ble det i modellen. I Sjunkhatten var derimot samsvaret godt, på hele 82 % (**Figur 42a**). For Langsua sin del skyldes dette i stor grad det manglende samsvaret mellom løsmassenes eroderbarhet (jf. **Figur 39**) og feltvurderinger, som igjen skyldes den grove romlige oppløsningen i løsmassekartet. Vi beregnet derfor også erosjonsutsatthet basert på stiens helningsgrad alene. Samsvaret mellom feltdata og modell ble bedre i Langsua (54 % overlapp) og tilsvarende noe bedre i Sjunkhatten (88 % overlapp) (**Figur 42b**).



Figur 41. Vegetasjonens sensitivitet registrert i felt (langs x-aksen) i forhold til kartlagets (vegetasjonstype + TWI).



Figur 42. Terrengets erosjonsutsatthet registrert i felt (langs x-aksen) i forhold til (A) kartlagets (stiens helningsgrad + løsmasstype) og (B) en forenklet modell med kun stiens helningsgrad.

4.3.3 Samsvar mellom egnethet målt i felt og modell

Vi vurderte egnethet som målt i felt opp mot fem alternative modeller for sammenveining av egenkapene sensitivitet og erosjonsutsatthet (jf. **Figur 32**). Alle de 90 punktene i Langsua var vurdert som «Lite egnet», mens i Sjunkehatten fordelte punktene seg på «lite egnet» (61), «middels egnet» (18) og «potensielt godt egnet» (2).

Modellene ble vurdert utfra evnen til riktig å predikere punkter som ble feltvurdert til «lite egnet», og utfra hvor stor andel av punktene som ble feilaktig vurdert til «potensielt godt egnet».

De to mest konservative modellene (B og E), som innebærer at de mest sensitive og de mest erosjonsutsatte partiene alltid er lite egnet, hadde best evne til å identifisere lite egnede punkter langs stiene (30 % i Langsua og 97 % i Sjunkehatten; **Tabell 14**). Spesielt i Langsua var forskjellen mellom modell B og E tydelig: mens 54 % av punktene ble vurdert til «potensielt godt egnet» med modell B, ble denne andelen redusert til 19 % med modell E. Utfra et føre-var-prinsipp er med andre ord modell E en bedre tilnærming enn B, da sannsynligheten for at lite egnede punkter blir feilaktig klassifisert som godt egnet, er mye mindre med denne tilnærmingen. Punkter vurdert som «middels egnet» i felt i Sjunkehatten ble med modell E i hovedsak vurdert til «lite egnet». Dette kan skyldes at helningsgrad ble underestimert i felt, da mye av terrenget langs de befarte stiene er svært bratt. Bare to punkter ble vurdert til «potensielt godt egnet» i felt, og det er ikke grunnlag for å sammenligne de ulike modellenes evne til å identifisere godt egnede punkter basert på dette utvalget.

Tabell 14. Resultater av sammenligning mellom feltvurdering av egnethet av geolokasjoner i Langsua ($n = 90$) og Sjunkehatten ($n = 81$) og ulike modeller for vurdering av egnethet, jf. **Figur 32**. Uthevede celler viser de cellene der samsvaret burde være høyest.

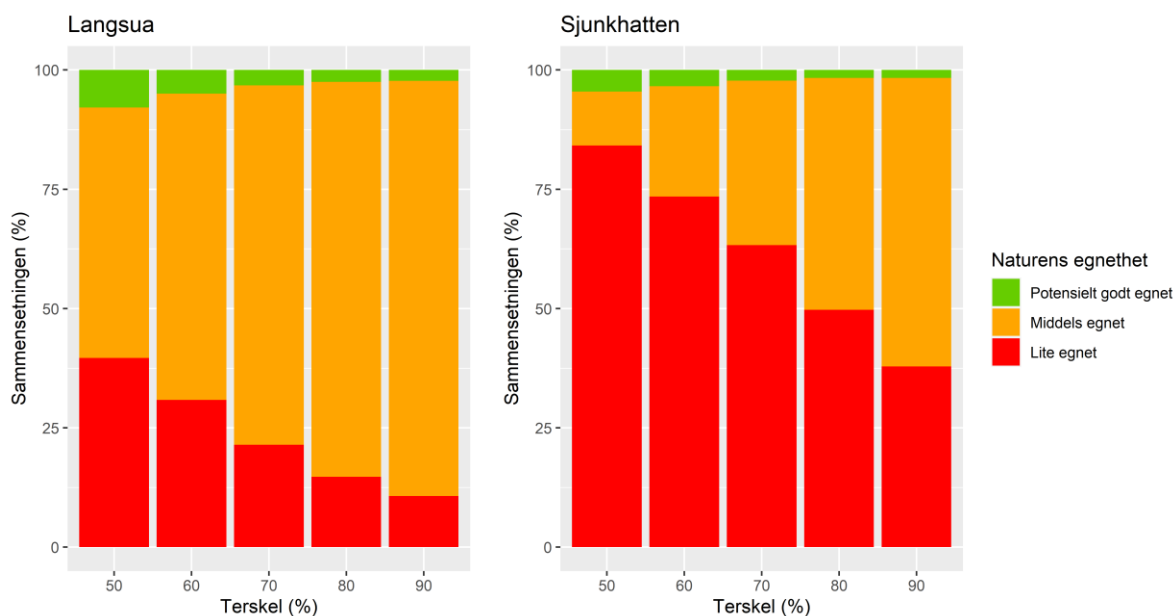
	Langsua		Sjunkehatten		
	Lite egnet	Middels egnet	Lite egnet	Middels egnet	Potensielt godt egnet
A					
Lite egnet	16	35	20	6	
Middels egnet	25	5	10	3	
Potensielt godt egnet	49	2	0	0	
B					
Lite egnet	37	50	5	6	
Middels egnet	4	14	1	3	
Potensielt godt egnet	49	2	0	0	
C					
Lite egnet	19	50	5	6	
Middels egnet	22	14	1	3	
Potensielt godt egnet	49	2	0	0	
D					
Lite egnet	34	35	20	6	
Middels egnet	7	5	10	3	
Potensielt godt egnet	49	2	0	0	
E					
Lite egnet	37	50	11	0	
Middels egnet	33	14	4	0	
Potensielt godt egnet	20	2	0	0	
E: BARE HELNING					
Lite egnet	46	50	7	4	
Middels egnet	27	12	4	2	
Potensielt godt egnet	17	2	0	0	

Modellen basert på stiens helningsgrad som eneste variabel for terrengets erosjonsutsatthet ga bedre samsvar i Langsua, men noe dårligere i Sjunkehatten (**Tabell 14**). Dette skyldes at løsmassene i Sjunkehatten stort sett var kategorisert som eroderbare overalt, slik at middels helning også ga stor erosjonsutsatthet; denne tilleggseffekten forsvinner når løsmassene tas ut av modellen. I Langsua, derimot, hvor løsmassene stort sett var kategorisert som lite eroderbare, ga det lavere predikert erosjonsutsatthet enn registrert i felt.

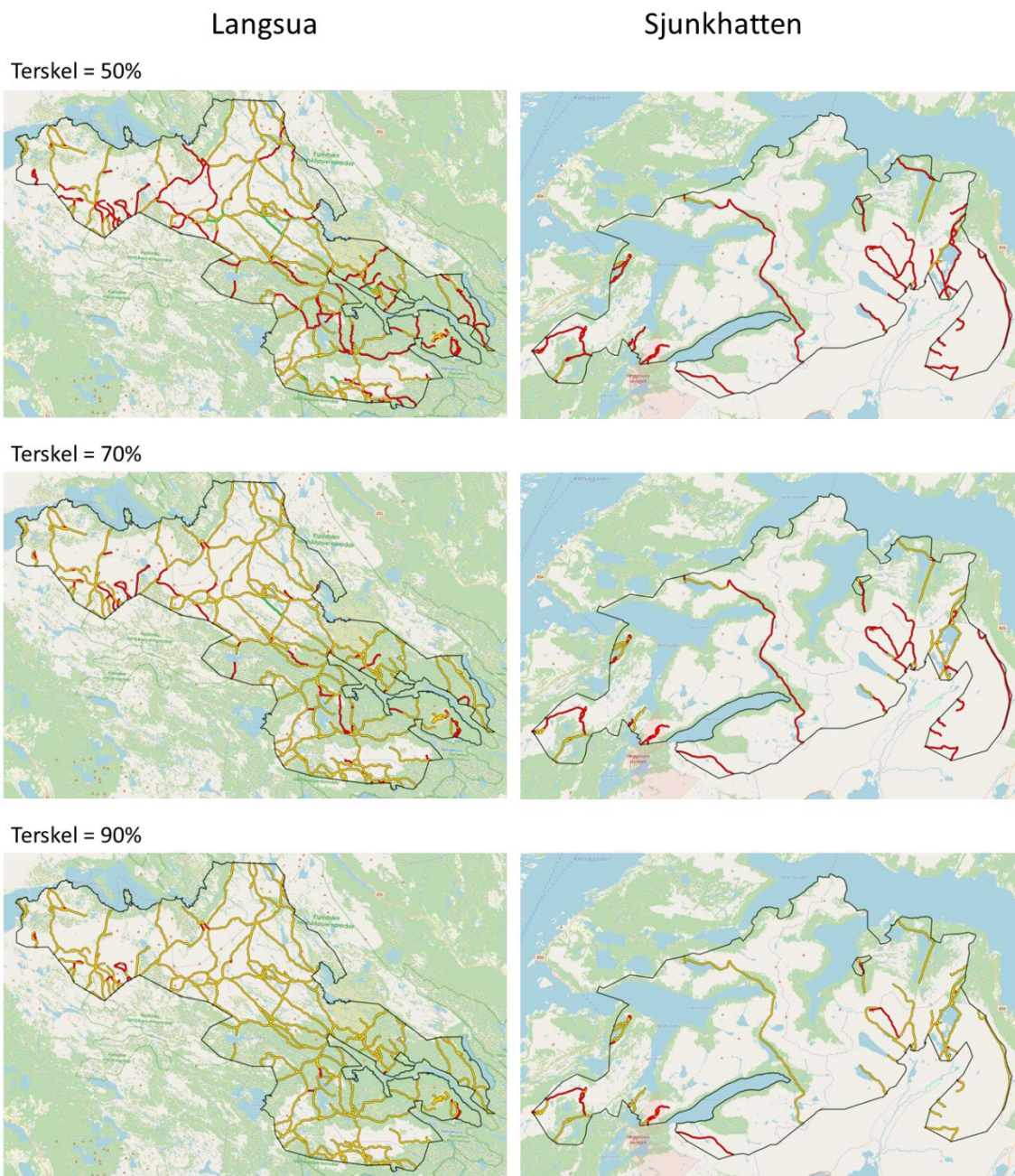
4.3.4 Oppskalering fra punkt til sti

Klassifisering av stier basert på ulike terskelverdier (se kap. 4.2.3.3) ble gjort for hele nettverket av stier innenfor nasjonalparkene, ikke bare valideringsstiene. Den strengeste terskelverdien (> 90 % av punktene hhv. «lite egnet» eller «potensielt godt egnet») ga en stor andel stier i klassen «middels egnet» (**Figur 43**) og gir dermed lite grunnlag for å identifisere variasjon i egnethet av stiene innenfor nasjonalparken (**Figur 44**).

Hvilken terskelverdi som settes, er i stor grad et pragmatisk valg, og det kan tenkes at ulike terskelverdier kan være aktuelt for ulike nasjonalparker. Vi har videre brukt 50 %-terskelen for å visualisere stienes egnethet (se kap. 5).



Figur 43. Andel av stiene klassifisert som hhv. «lite egnet», «middels egnet» og «potensielt godt egnet» basert på andelen av punktene langs stien i hver klasse, der terskelverdier er satt for «lite egnet» og «potensielt godt egnet», med > x % (fra 50 % til 90 %) av punktene langs stien i gitt kategori for at stien skal få den kategorien.



Figur 44. Klassifisering av stier i nasjonalparkene i «lite egnet» (rødt), «middels egnet» (gult) og «potensielt godt egnet» (grønt), med bruk av ulike terskelverdier for oppskalering fra punktnivå til stinivå.

4.4 Egnethetsmodell v. 2.0

4.4.1 Naturens egnethet – stislitasje

De naturfaglige vurderingene for en modell for naturens egnethet er gjort rede for i kap. 2.1 og 4.2.1.3. Kunnskapen som ligger til grunn for modellen, vurderes som god. Manglende samsvar mellom feltregistreringer og modellerte verdier skyldes at kartlagene som ligger til grunn for variablene i modellen, har varierende kvalitet. For eksempel er store deler av den befarte

stistrekningen i Langsua i eller langs myr. I det satellittbaserte vegetasjonskartet er imidlertid vegetasjonen klassifisert som «Lynghei og frisk rishei» i over halvparten av myrpunktene. Gjennom sammenveining av vegetasjonstype og jordfuktighet (**Figur 30**) øker modellens evne til å identifisere sensitiv vegetasjon i Langsua (fra ca. 20 % av lite slitesterke punkter til 36 % av sensitive punkter).

Kartlaget over løsmasser kommer i målestokker på 1:50 000 til 1:250 000 (**Figur 45**). Innenfor de modellerte områdene har kartet målestokk 1:250 000, og resultatene viser at kartet i liten grad fanger opp variasjon mellom punkter langs sti; i Langsua ble det meste av arealet vurdert til lite eroderbart, mens i Sjunkehatten ble det meste av arealet vurdert til eroderbart. Modellen basert på stiens helningsgrad som eneste variabel for terrengets erosjonsutsatthet, ga bedre samsvar i Langsua, men dårligere i Sjunkehatten (**Tabell 14**). Dette skyldes at løsmassene i testområdet i Sjunkehatten stort sett overalt var kategorisert som eroderbare i kartlaget, slik at middels helning også ga stor erosjonsutsatthet; denne tilleggseffekten forsvinner når løsmassene tas ut av modellen. I Langsua, derimot, hvor løsmassene stort sett var kategorisert som lite eroderbare i kartlaget, ga det lavere predikert erosjonsutsatthet enn registrert i felt.

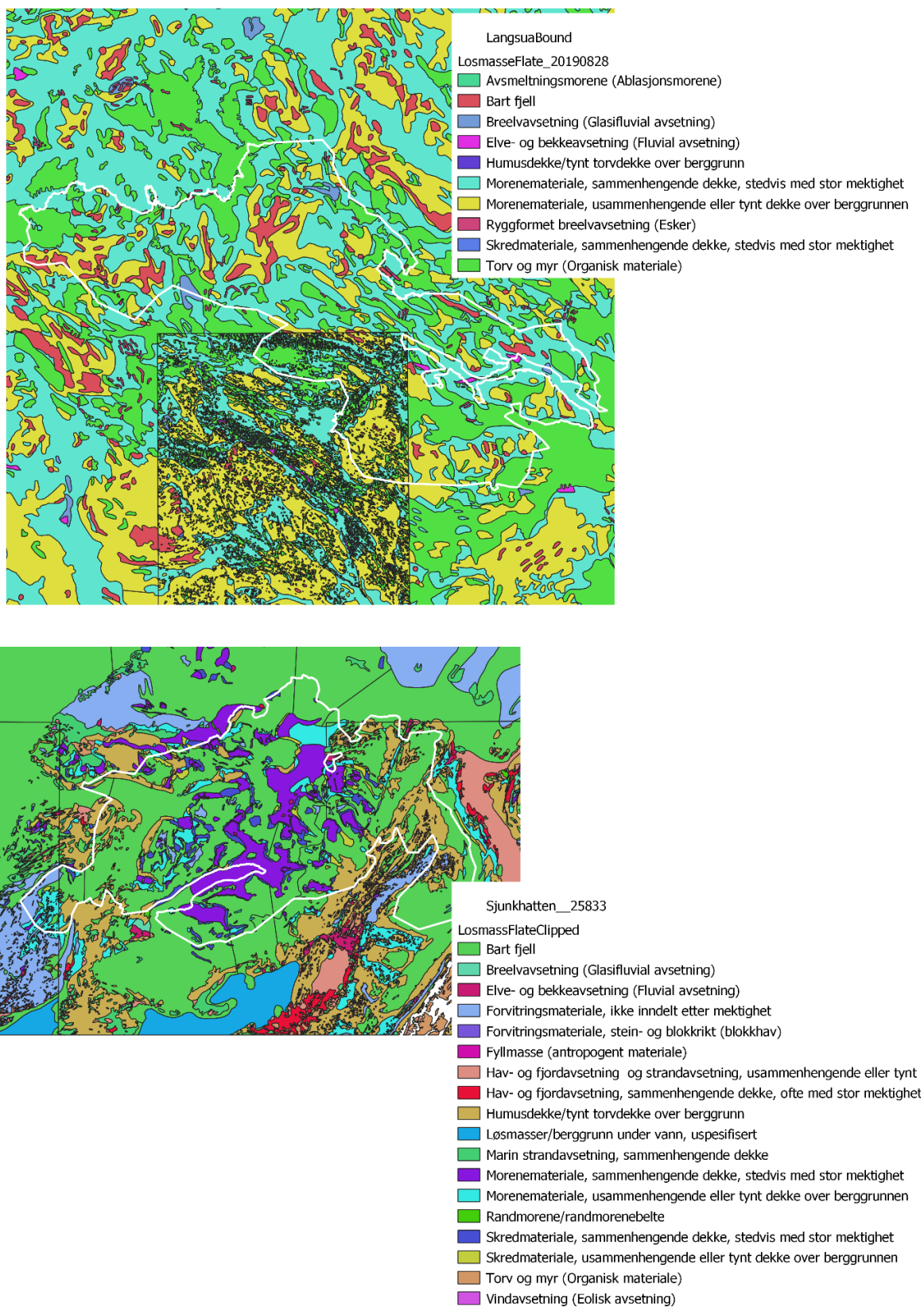
Fordi kartlaget over løsmasser bidrar til unøyaktighet i klassifiseringen av erosjonsutsatthet, og dermed egnethet, baserer vi i endelig modell egenskapen erosjonsutsatthet kun på stiens helningsgrad.

Endelig modell for beregning av naturens egnethet på punktnivå langs en sti er vist i **Figur 46**. For å skalere fra punkt til sti anbefaler vi følgende terskelverdier:

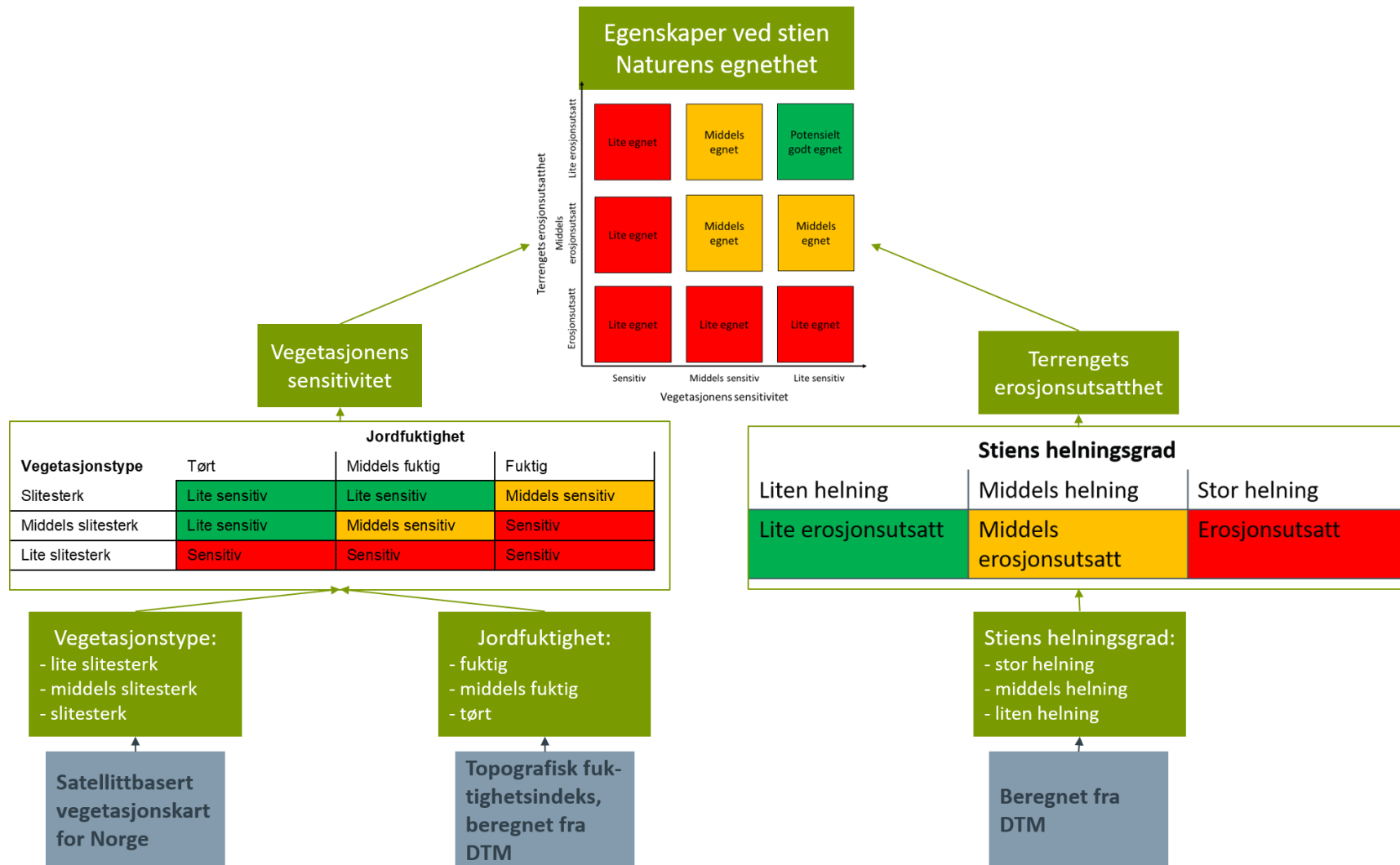
- lite egnet sti: > 50 % av punktene langs stien klassifisert som «lite egnet»
- potensielt godt egnet sti: > 50 % av punktene langs stien klassifisert som «potensielt godt egnet»
- middels egnet sti: ≤ 50 % av punktene langs stien klassifisert som «lite egnet» OG ≤ 50 % av punktene langs stien klassifisert som «potensielt godt egnet»

4.4.2 Egnethet for stisyklister

Egnethet for stisyklister beregnes ikke som én samlet verdi, men vises i to ulike kart, ett for tilgjengelighet og ett for vanskelighetsgrad.



Figur 45. Kart over løsmasser i Langsua (øverst) og Sjunghatten (nederst). Kartene har en målestokk på 1:250 000, med unntak av et område i Langsua, som har større målestokk.



Figur 46. Modell for beregning av naturens egnethet på punktnivå langs en sti, basert på egenskaper (vegetasjonens sensitivitet, terrengets erosjonsutsatt-
het), variabler og kartlag for å beskrive disse variablene. Naturens egnethet omfatter i denne modellen sensitivitet for slitasje og klassifiseres som lite egnet
(høy sensitivitet), middels egnet (middels sensitivitet) og potensielt godt egnet (lite sensitivitet).

5 Analyse av egnethet i Langsua og Sjunkehatten

En modellering av egnethet basert på egnethetsmodell versjon 2.0 ble gjennomført i de to case-nasjonalparkene Langsua nasjonalpark i Innlandet fylke og Sjunkehatten nasjonalpark i Nordland (**Figur 34**). Nasjonalparkene har svært ulik topografi og klima, men begge dekker en gradient fra skog til fjell.

5.1 Metode

En generell og detaljert beskrivelse av metodikken gitt i **Vedlegg 3 Veileder for GIS-analyser**. Framgangsmåten i analysen er dokumentert i form av script på <https://github.com/NINAnor/sti-sykling>.

5.1.1 Tilrettelegging av datasett

Vi brukte turkart i papir som supplement til nedlastbare kartlag over nasjonalparkene. For Langsua ble et turkart over Langsua nasjonalpark i målestokk 1:50 000 brukt. Kartet er fra 2015 og er produsert av eMap AS basert på Kartverkets N50 kartgrunnlag (Gausdal Vestfjell med Langsua nasjonalpark, Gausdal fjellstyre og Gausdal kommune 2018). For Sjunkehatten benyttet vi et turkart i målestokk 1:25 000 (Sjunkehatten nasjonalpark: Barnas nasjonalpark. Nordland fylkeskommune 2010, NO-OsNB (991015526104702202)). Kartet er produsert av Mesterkart i UTM sone 33 WGS 84. Papirkartene ble scannet og ortorektifisert til et UTM-koordinatsystem slik at de kunne brukes i GIS-programmet som grunnlagskart.

Stier

Vi opprettet et stidatasett for Langsua og Sjunkehatten fra N50-samferdseldatasettets stiklasse og OSM-datasettets stiklasse. N50-stidata hadde bedre dekning i nasjonalparker, men OSM-datasettet hadde bedre presisjon. Vi bestemte derfor å modifisere N50-stiene slik at de passet sammen med posisjonen til OSM-stiene der N50-stiene var innenfor en avstand på 50 m fra OSM-stiene. Vi brukte «Geometry Snapper»-plugin i QGIS (QGIS Development Team 2016) til å gjennomføre dette. Den nye N50-sti-shapefilen ble deretter slått sammen med OSM-sti-shapefilen for å fange opp så mange stier som mulig. Det var behov for omfattende manuell vasking for å fjerne artefakter og forbinde alle linjer for å lage et sammenhengende nettverk av stier. Det resulterende datasettet ble deretter validert og videre redigert ved å bruke papirkart over Langsua og Sjunkehatten.

For Sjunkehatten nasjonalpark var det få stier digitalisert i de overnevnte kartlag, og også for Langsua fylte papirkart ut mangler i de digitale stinettverkene. Vi brukte derfor digitaliserte og ortorektifiserte papirkart for å supplere stidata. Papirkartene ble scannet og ortorektifisert til et UTM-koordinatsystem slik at de kunne brukes i GIS-programmet som grunnlagskart. Der papirkartene hadde stier som ikke fantes i N50-/OSM-stinettverket, ble stiene digitalisert og slått sammen med N50-/OSM-datasettet. Digitaliserte stityper fra papirkartet var: turveg, merka sti, umerka sti og anbefalt umerka rute.

Dette endelige stinettverket ble deretter splittet i stisegmenter, og en unik ID ble gitt til hvert segment. Et stisegment ble definert som sti mellom to beslutningspunkter, der et beslutningspunkt var alle stikryss innenfor nasjonalparken hvor en bruker vil måtte beslutte hvilken sti som skal følges videre. Disse beslutningspunktene ble manuelt digitalisert ved hvert stikryss i stinettverksdatasettet.

Naturens egnethet

Tilrettelegging av datasett for å vurdere naturens egnethet følger metodikken som ble benyttet for validering av egnethetsmodell v. 1.0 (kap. 4.2.3), se også **Vedlegg 3**.

Egnethet for stisyklistere

Tilgjengelighet

Parkeringsplasser. Vi brukte grunnlagskartene (de digitaliserte og ortorektifiserte papirkartene) for å digitalisere offentlige parkeringsplasser i og rundt nasjonalparkene. Alle parkeringsplasser innenfor en 5 km buffer rundt nasjonalparken ble digitalisert. Disse ble supplert med data over parkeringsplasser i OSMs Trafikkdata (se kap. 4.2.1.4). Parkeringsplassene ble representert som punkter i tilgjengelighetsanalysene.

Veier. Vi ønsket å estimere tilgjengeligheten av stiene i stinettverket og lagde derfor et nytt datasett med alle veier, grusveier og stier innenfor en 5 km buffer rundt hver nasjonalpark. Vi fulgte samme metodikk for å slå sammen data fra ulike kartlag; først med snapping av N50-veiene til OSM-veiene innenfor en 50 m buffer, og deretter slo vi sammen N50- og OSM-datasettet. Det endelige veidatasettet ble sjekket og korrigert ved hjelp av grunnlagskartene.

Tilgjengelighet ble beregnet som tiden det tar å sykle til starten av et stisegment fra den nærmeste parkeringsplassen. Tid ble beregnet som en funksjon av avstand og veitype. Det var tre kategorier av vei: asfaltveier, grusveier og stier. Etter å ha konsultert med syklistere valgte vi å benytte en gjennomsnittlig hastighet på 15 km/t på asfaltvei, 10 km/t på grusvei og 5 km/t på sti. Vi brukte "Cost Distance"-verktøyet i ArcGIS Spatial Analyst Extension (ESRI Inc. 2019). Det resulterende rasterlaget viste tid for å nå hver celle i stinettverket fra parkeringsplasser. Deretter brukte vi "Zonal Statistics"-verktøyet for å finne minimumstiden for å nå hvert stisegment (m.a.o. starten av stien). Stiene ble deretter kategorisert i tre tilgjengelighetsklasser:

- tilgjengelig: < 1 t
- middels tilgjengelig: 1–3 t
- lite tilgjengelig: > 3 t

Ferdighetsnivå – gjennomsnittlig stigning

Gjennomsnittlig stigning (%) ble beregnet for hver 100 m-segment langs hver sti. Segmenter ble definert med bruk av `sample.line`-funksjonen i `library(spatialEco)`. Høyden over havet for hvert av endepunktene for segmentet ble hentet fra DTM ved bruk av `extract`-funksjonen i `library(raster)`, og segmentets stigning ble beregnet som forskjellen i høyde over havet ($\times 100$) over 100-m-avstanden. Gjennomsnittlig stigning for hver sti ble deretter beregnet som gjennomsnittet over alle 100 m-segmenter som stien omfattet²². Denne verdien ble brukt til å beregne stiens vanskelighetsgrad som følger: grønn (gjennomsnittlig stigning (gs) ≤ 3 %), blå (3 % $>$ gs ≤ 5 %), rød (5 % $>$ gs ≤ 7 %), svart (7 % $<$ gs ≤ 9 %) og dobbeltsvart (gs ≥ 9 %).

For korte stisegmenter (< 100 m) ble ferdighetsnivå ikke beregnet.

5.1.2 Modellering

Modellering av stienes egnethet følger metodikken slik den er beskrevet i **Figur 46**, **Figur 33** og kap. 4.2.3 og. En mer detaljert gjennomgang gis i **Vedlegg 3 Veileder for GIS-modellering** og på <https://github.com/NINAnor/stisykling>.

²² Vi testet også å benytte maksimalverdien for stigning for de 100 m-segmentene som omfattet en sti, men erfarte at vanskelighetsgraden da ble estimert som høyere – og med mindre variasjon mellom stiene – enn ved bruk av gjennomsnittlig stigning for 100 m-segmentene.

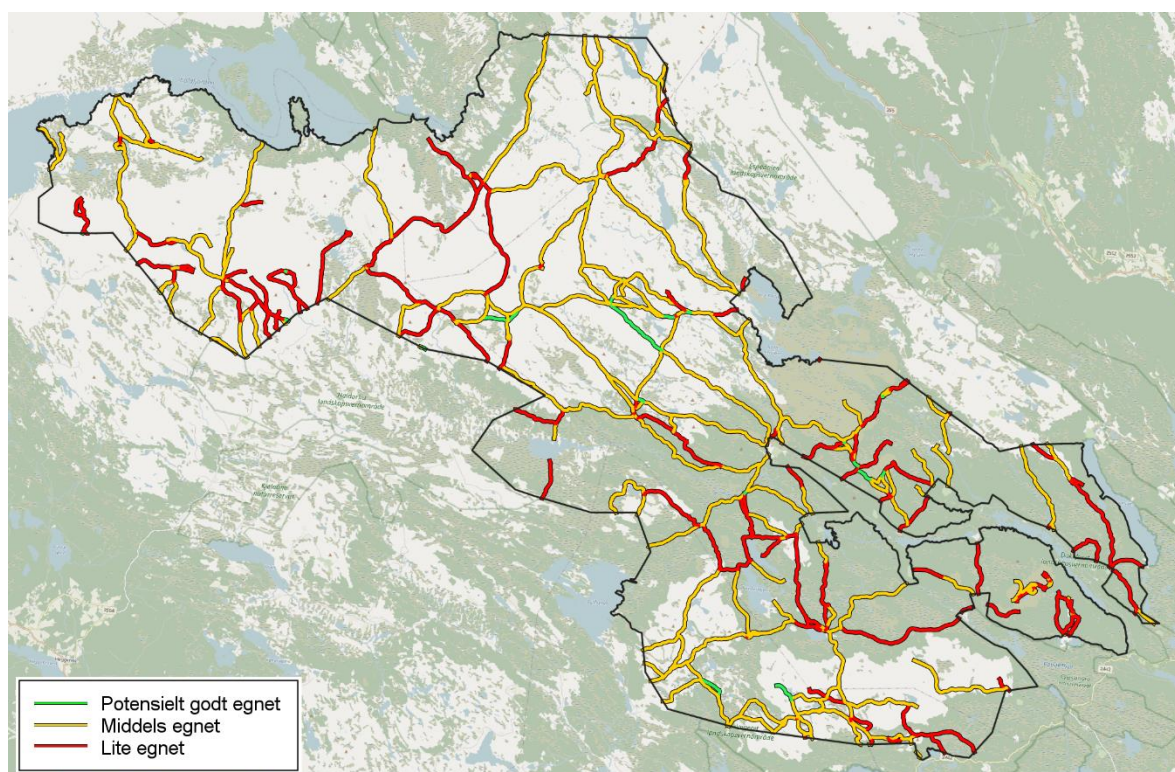
5.2 Resultat

5.2.1 Langsua

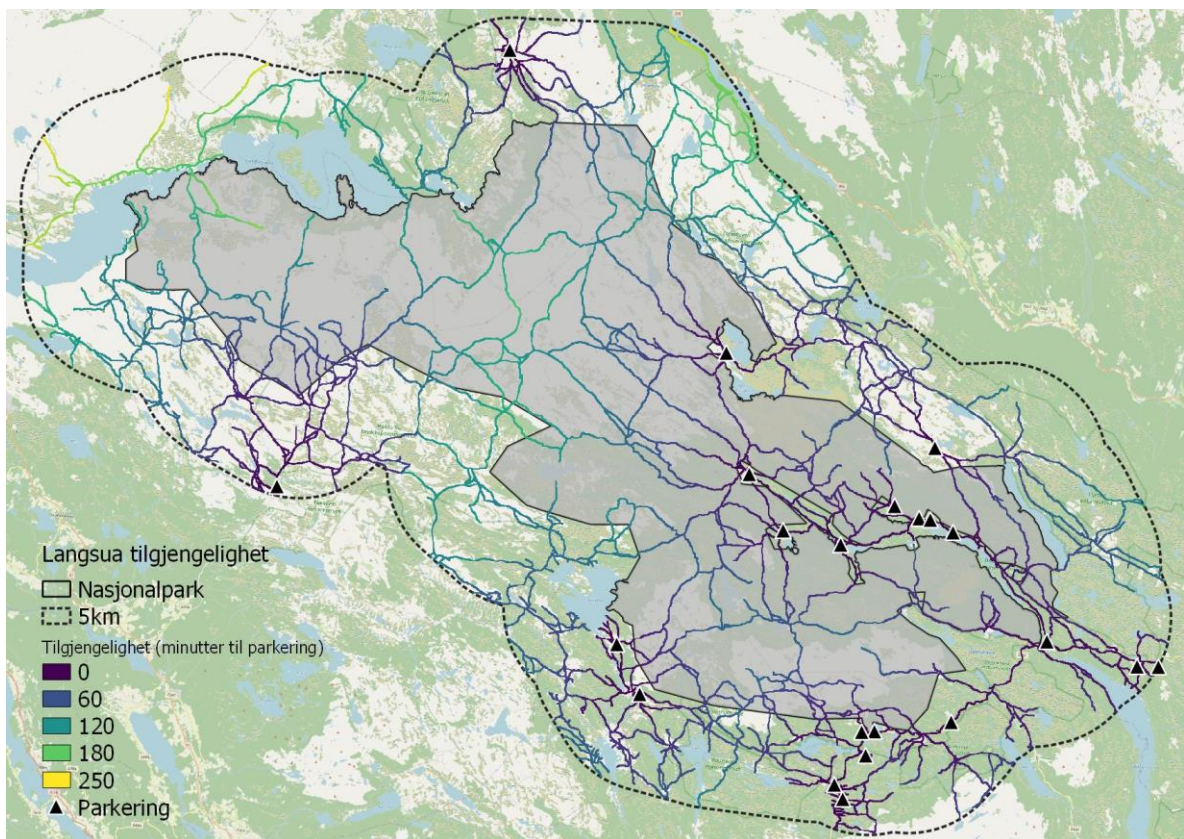
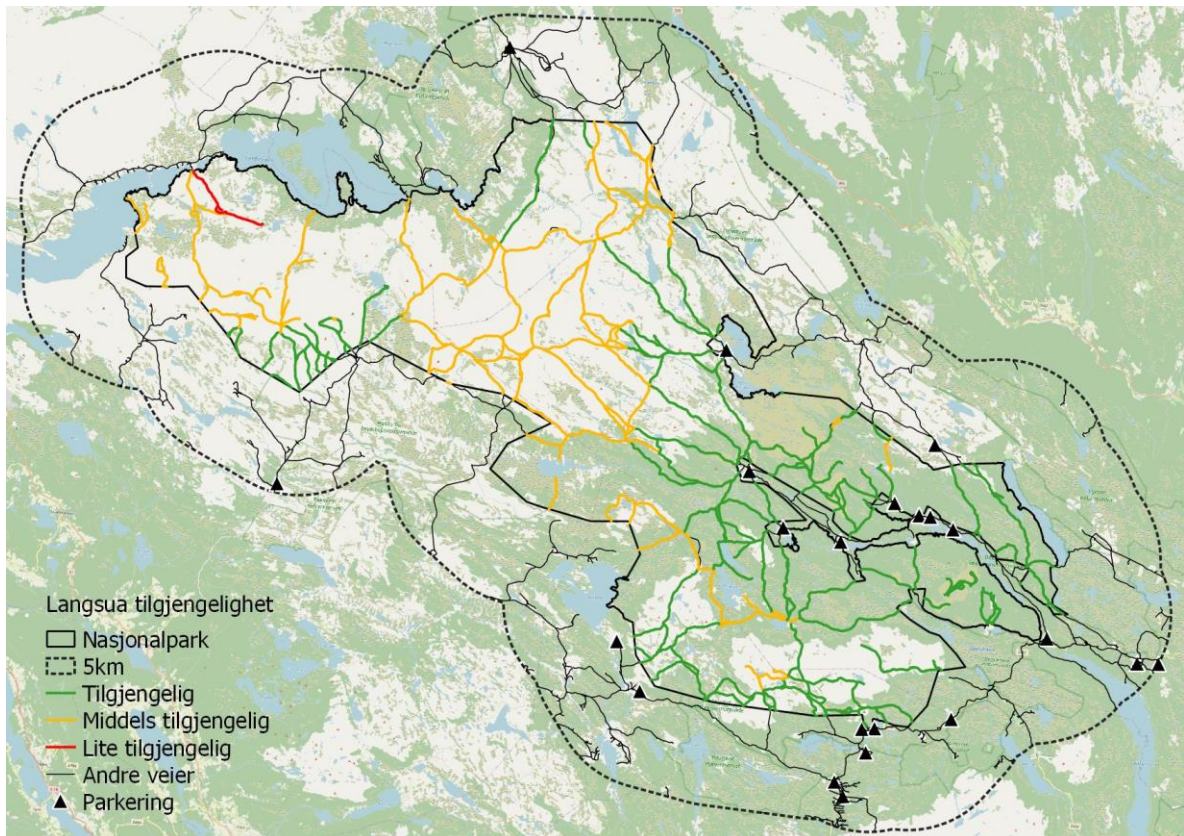
I Langsua nasjonalpark er det totalt 462 km stier, fordelt på 531 unike stisegmenter. Det lengste av disse segmentene er 7,6 km, mens det korteste kun er 14 m. Dersom en fjerner stisegmenter under 100 m, er det 403 stisegmenter og totalt 453 km sti.

5.2.1.1 Stienes sensitivitet for ferdsel – naturens egnethet

Naturens egnethet er beregnet for 45 698 punkter langs disse stiene, og 43,7 % av punktene er klassifisert som «lite egnet», 35,9% som «middels egnet» og 20,4 % som «potensielt godt egnet». På stisegmentnivå er 39,6 % av stiene er klassifisert som «lite egnet», 52,5 % som «middels egnet» og 7,8 % som «potensielt godt egnet» (**Figur 47**), mens andelen av det totale stinettverket (i km) i de tre klassene er hhv. 33,8 %, 63,6 % og 2,6 % (med andre ord er potensielt godt egnede stier små, se også **Tabell 16**). Den variabelen som hadde sterkest effekt på hvordan stiene ble klassifisert, var vegetasjonsklasse (Chi-kvadrattest, $X^2 = 64,6$, $df = 4$, $p < 0,001$), og vegetasjonens sensitivitet var viktigere for klassifisering av stier enn erosjonsutsatthet (Chi-kvadrattest, $X^2 = 59,0$, $df = 4$, $p < 0,001$).



Figur 47. Oversikt over stinettverket i Langsua nasjonalpark og klassifisering av stiene ift. naturens egnethet i kategoriene «lite egnet», «middels egnet» og «potensielt godt egnet».



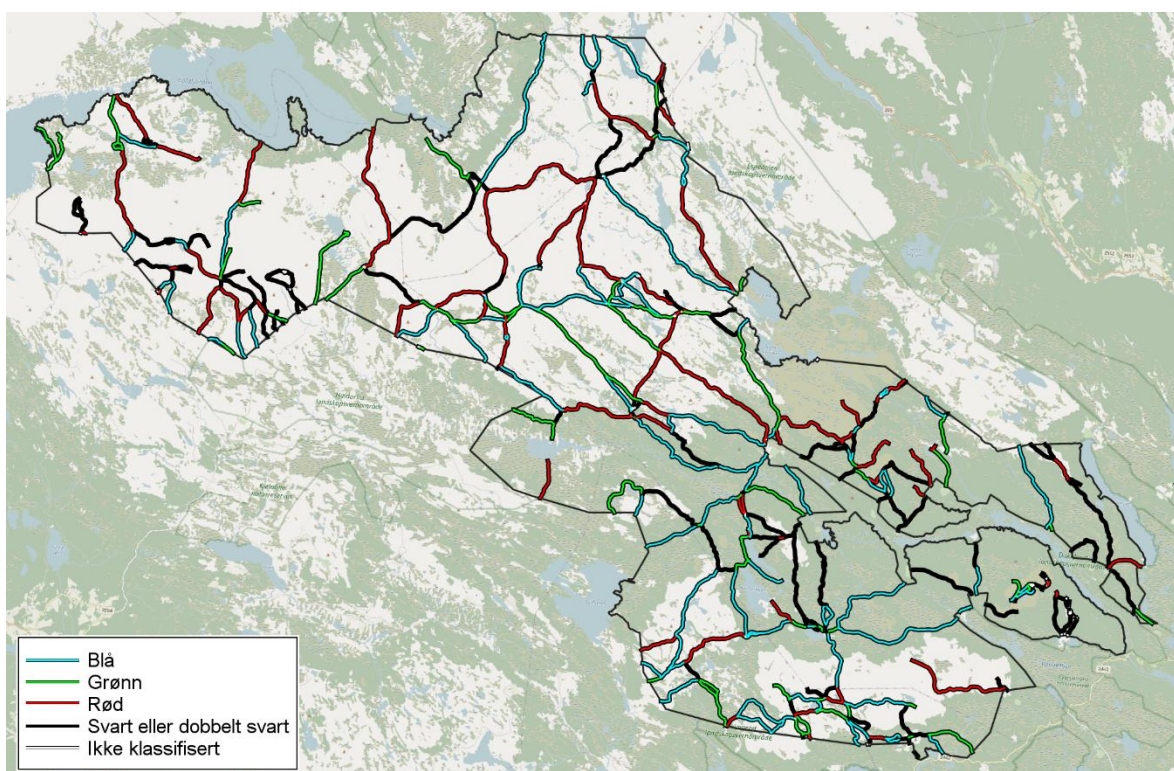
Figur 48. Tilgjengeligheten til stiene i Langsua nasjonalpark (øverst), beregnet basert på tiden det tar å nå starten av hver sti fra den nærmeste parkeringsplassen. Tid til nærmeste parkeringsplass (nederst), gitt i 60-minutters-intervaller, for hvert punkt langs stiene.

5.2.1.2 Stienes egnethet for sykling Tilgjengelighet

Analysen av tilgjengelighet viste at 262 km av stinettverket er «tilgjengelig» og ligger i gjennomsnitt 27 min fra parkeringsplass (standardavvik 18 min). Bare 5 km sti, fordelt på fire stisegmenter, klassifiseres som «lite tilgjengelig». Disse stiene ligger i gjennomsnitt 184 min (± 6 min) fra parkeringsplassen. Stiene i nasjonalparkens «indre» er i hovedsak middels tilgjengelig, basert på GIS-modellen, med en gjennomsnittlig avstand på 99 min (± 30 min). Det punktet i nasjonalparken som er minst tilgjengelig, ligger omtrent 4,2 timer unna en parkeringsplass på sykkel (uten å ta hensyn til høydeforskjeller) (**Figur 48**).

Ferdighetsnivå

I alt 20,8 % av de identifiserte stiene er klassifisert som grønne, 25,8 % som blå, 19,1 % som røde og 34,2 % som svarte eller dobbeltsvarte (**Figur 49**). Nesten halvparten av stiene er dermed relativt greie å ferdes på for ganske uerfarne stisyklister (grønne og blå stier), mens om lag en tredel av stiene har partier med stigning som tilsier at en bør ha mye erfaring for å sykle der.



Figur 49. Klassifisering av stier i Langsua etter ferdighetsnivå, basert på gjennomsnittlig maksimal stigning.

De lett tilgjengelige stiene har alle ferdighetsnivåer (**Tabell 15**), mens de lite tilgjengelige stiene i stor grad krever erfaring og ferdigheter.

Tabell 15. Antallet stisegmenter og totalt antall km med sti innenfor de ulike kategoriene av tilgjengelighet og ferdighetsnivå i Langsua. Stisegmenter < 100 m er utelatt fra tabellen.

	Tilgjengelig		Middels tilgjengelig		Lite tilgjengelig		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Grønn	40	37	44	39			84	76
Blå	62	96	42	49			104	145
Rød	44	54	31	57	2	4	77	115
Svart	28	32	15	19	1	1	44	52
Dobbeltsvart	60	41	33	24	1	0.3	94	66
Totalt	234	260	165	188	4	5	403	453

Oppsummering

Stiene i Langsua er i stor grad tilgjengelige og relativt lette å sykle på, og det er også en relativt stor andel av disse stiene som også er middels eller potensielt godt egnet for ferdsel (**Tabell 16**).

Tabell 16. Oppsummering av egnethet for natur (kolonner) og egnethet for stisykling, gitt som a) tilgjengelighet og b) ferdighetsnivå, for stiene (antall og total km) i Langsua. For b) er stisegmenter < 100 m ekskludert.

a)	Lite egnet		Middels egnet		Potensielt godt egnet		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Tilgjengelig	126	94	144	164	19	4	289	262
Middels tilgjengelig	80	61	127	123	22	8	229	192
Lite tilgjengelig	1	0,3	3	5	-	-	4	5
Totalt	207	155	274	292	41	12	522	459

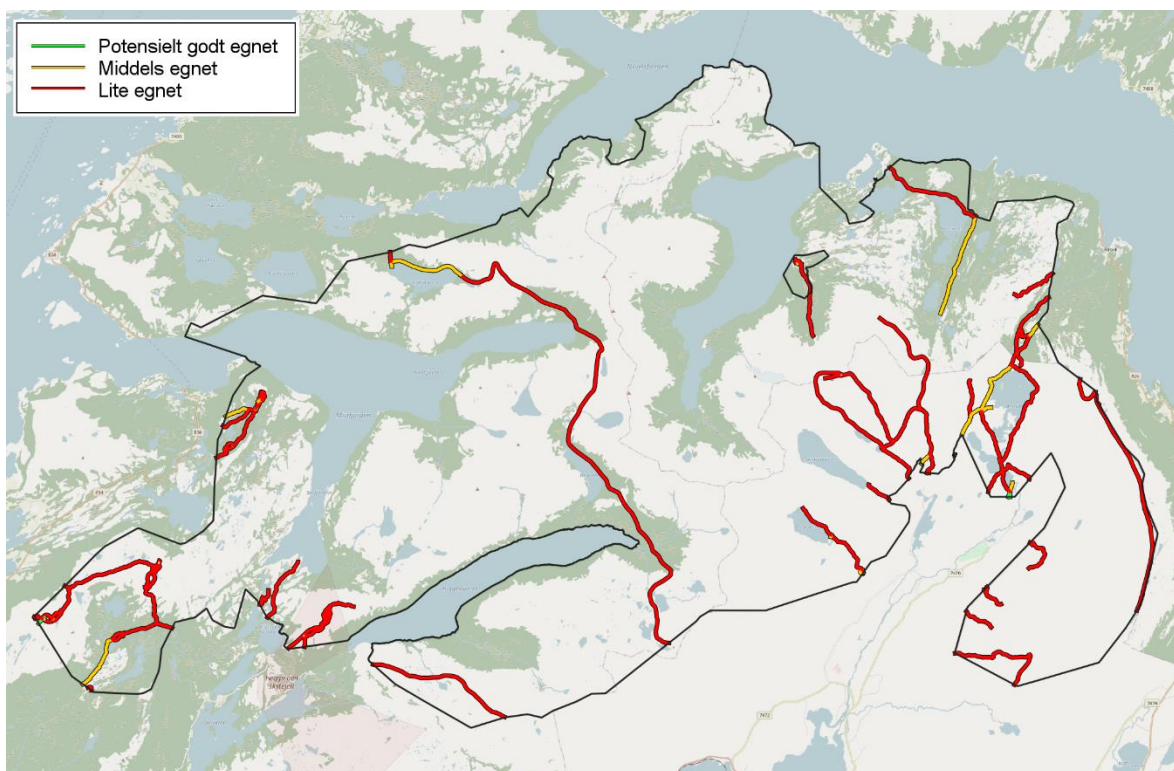
b)	Lite egnet		Middels egnet		Potensielt godt egnet		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Grønn	16	18	56	50	12	9	84	76
Blå	16	19	85	124	3	2	104	145
Rød	19	20	55	94	3	1	77	115
Svart	22	34	22	19	-	-	44	52
Dobbeltsvart	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	159	153	225	289	19	11	403	453

5.2.2 Sjunkhatten

I Sjunkhatten nasjonalpark er det totalt 127 km stier, fordelt på 226 unike stisegmenter. Det lengste av disse segmentene er 17 km, mens det korteste kun er 6 m. Dersom en fjerner stisegmenter under 100 m, er det 100 unike stisegmenter og totalt 122 km sti.

5.2.2.1 Stienes sensitivitet for ferdsel – naturens egnethet

Naturens egnethet er beregnet for 12 175 punkter langs disse stiene, og 72,4 % av punktene er klassifisert som «lite egnet», 20,0 % som «middels egnet» og 7,6 % som «potensielt godt egnet». På stisegmentnivå er 84,2 % av stiene er klassifisert som «lite egnet», 11,3 % som «middels egnet» og 4,5 % som «potensielt godt egnet» (**Figur 50**), men de potensielt godt egnede stiene er korte og utgjør totalt i underkant av 1 km. Den variabelen som hadde sterkest effekt på hvordan stiene ble klassifisert, var vegetasjonsklasse (Chi-kvadrattest, $X^2 = 58,9$, $df = 4$, $p < 0,001$), og vegetasjonens sensitivitet var viktigere for klassifisering av stier enn erosjonsutsatthet (Chi-kvadrattest, $X^2 = 55,4$, $df = 4$, $p < 0,001$).



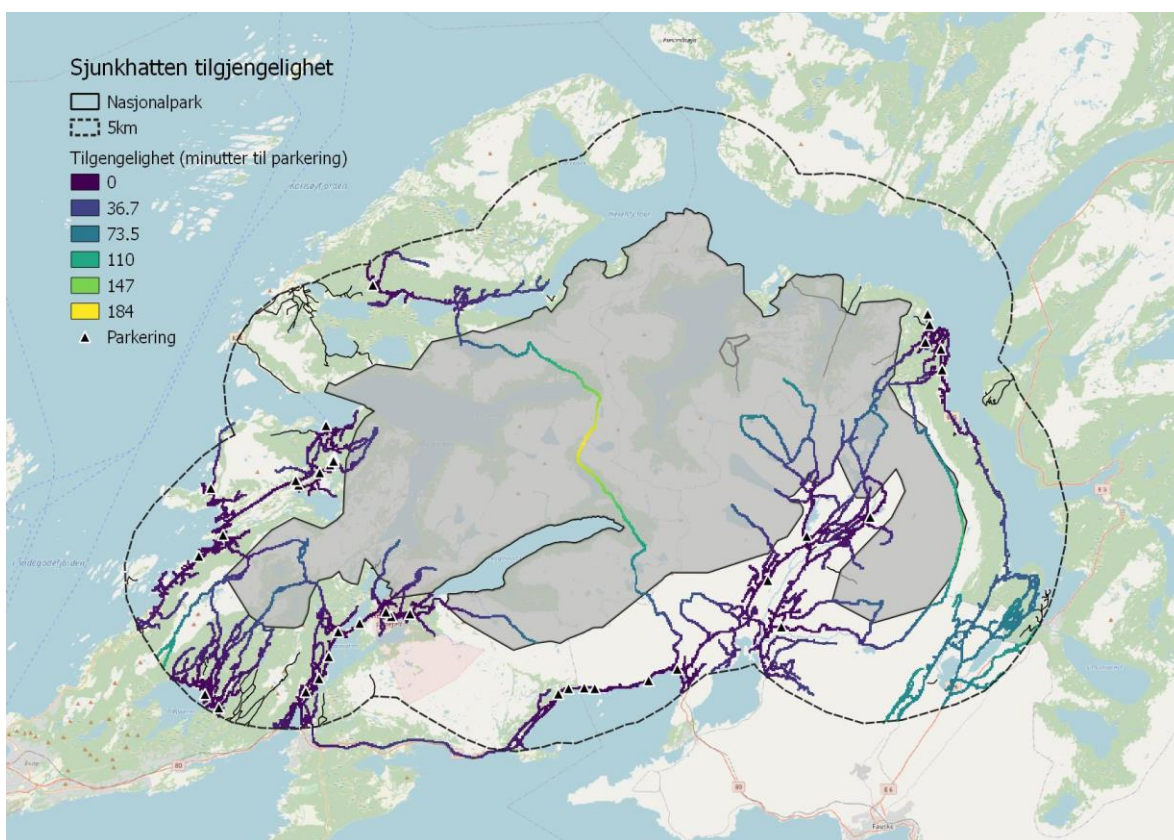
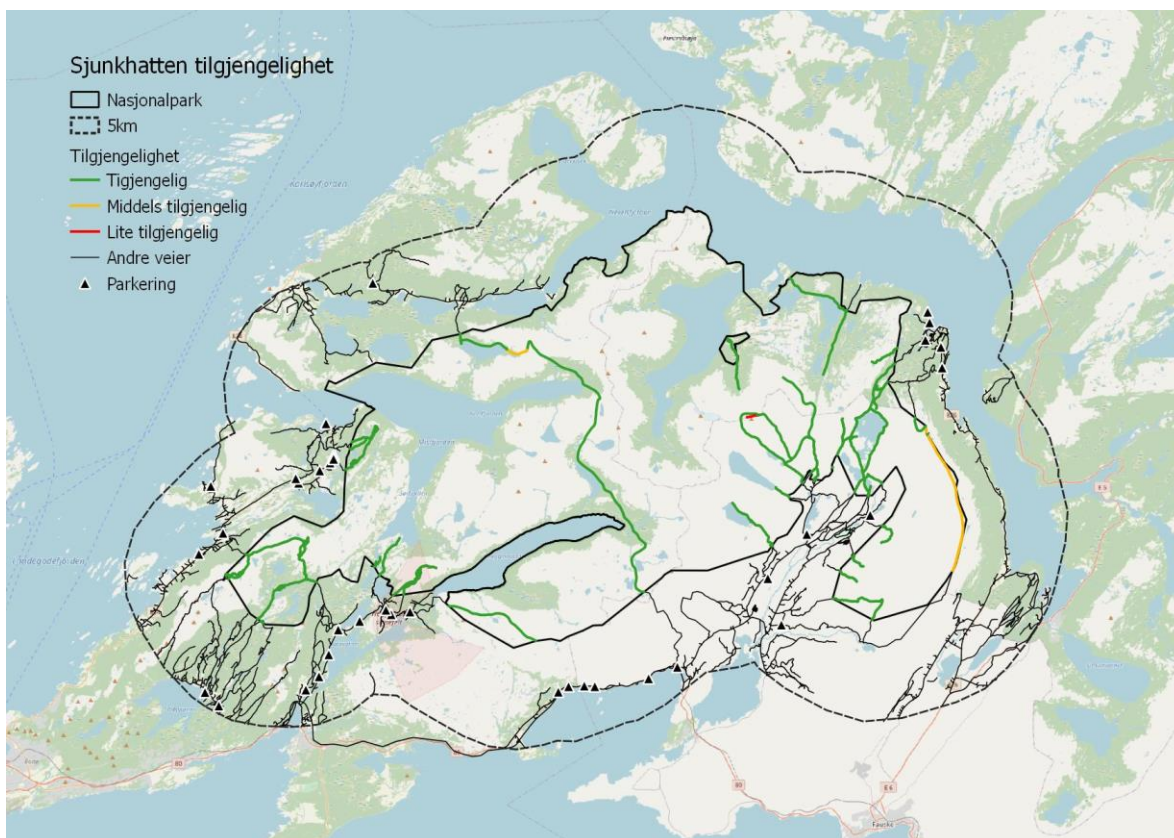
Figur 50. Oversikt over stinettverket i Sjunghatten nasjonalpark og klassifisering av stiene ift. naturens egnethet i kategoriene «lite egnet», «middels egnet» og «potensielt godt egnet».

5.2.2.2 Stienes egnethet for sykling

Tilgjengelighet

Analysen av tilgjengelighet viste at 118 km av stinettverket (93 %) ligger innenfor en times avstand fra en parkeringsplass («tilgjengelig») (gjennomsnitt \pm SD: 24 ± 17 min), mens de resterende 9 km kan klassifiseres som «middels tilgjengelig» (72 ± 7 min). Det punktet i nasjonalparken som er minst tilgjengelig, ligger omtrent 3,1 timer unna en parkeringsplass på sykkel (uten å ta hensyn til høydeforskjeller) (**Figur 51**).

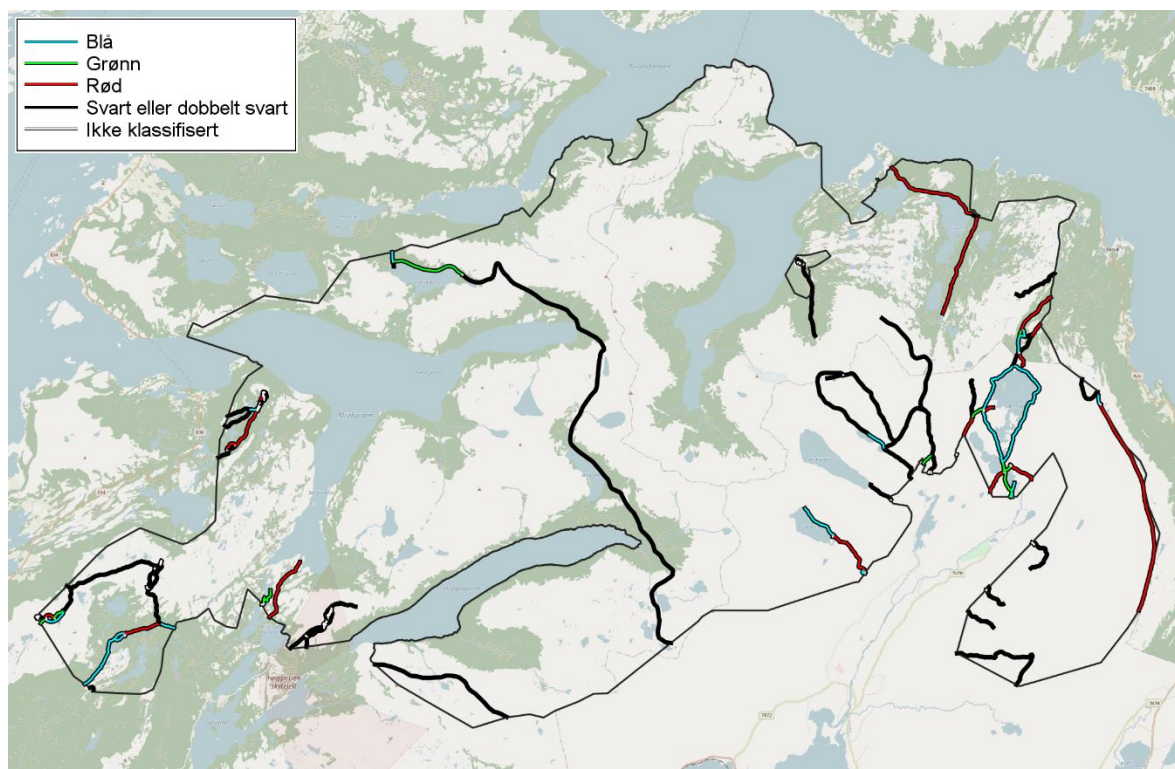
Resultatene understreker to viktige betraktninger i Sjunghatten: Fra de fleste parkeringsplasser er det stor stigning; dette tas ikke hensyn til i beregningen av tilgjengelighet, som dermed kan overestimeres. I tillegg er det én veldig lang sti på 17 km som passerer gjennom nasjonalparkens indre. Selv om punkter langs denne stien er lite tilgjengelig (ligger langt unna parkeringsplass), er stien fortsatt klassifisert som tilgjengelig, da stiens startpunkt er nære en parkeringsplass.



Figur 51. Tilgjengeligheten til stiene i Sjunkhatten nasjonalpark (øverst), beregnet basert på tiden det tar å nå starten av hver sti fra den nærmeste parkeringsplassen. Tid til nærmeste parkeringsplass (nederst), gitt i 60-minutters-intervaller, for hvert punkt langs stiene.

Ferdighetsnivå

I alt 11,9 % av de identifiserte stiene er klassifisert som grønne, 18,8 % som blå, 16,8 % som røde og 52,5 % som svarte eller dobbeltsvarte (**Figur 52**).



Figur 52. Klassifisering av stier i Sjunkehatten etter ferdighetsnivå, basert på gjennomsnittlig maksimal stigning.

På tross av at stiene i Sjunkehatten er lett tilgjengelige, er de med andre ord krevende. Bratt topografi gjør at mer enn halvparten av stiene, basert på stigning, er best egnet for eksperter (**Tabell 17**).

Tabell 17. Antallet stisegmenter og totalt antall km med sti innenfor de ulike kategoriene av tilgjengelighet og ferdighetsnivå i Sjunkehatten. Stisegmenter < 100 m er utelatt fra tabellen.

	Tilgjengelig		Middels tilgjengelig		Lite tilgjengelig		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Grønn	12	7	-	-	-	-	12	7
Blå	18	16	1	0,3	-	-	19	17
Rød	16	19	1	7	-	-	17	27
Svart	4	2	-	-	-	-	4	2
Dobbeltsvart	46	69	2	2	-	-	48	71
Totalt	96	113	4	9	-	-	100	122

Oppsummering

I Sjunkehatten er stinettverket dominert av lett tilgjengelige, men krevende, stier som er lite egnet for ferdsel (**Tabell 18**), dvs. der kombinasjoner av vegetasjon og terreng gjør stiene særlig utsatt for slitasje.

Tabell 18. Oppsummering av egnethet for natur (kolonner) og egnethet for stisykling, gitt som a) tilgjengelighet og b) ferdighetsnivå, for stiene (antall og total km) i Sjunkehatten. For b) er stisegmenter < 100 m ekskludert.

	Lite egnet		Middels egnet		Potensielt godt egnet		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Tilgjengelig	143	103	19	14	8	1	170	118
Middels tilgjengelig	4	9	-	-	-	-	4	-
Lite tilgjengelig	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	147	112	4	9	8	1	174	127

	Lite egnet		Middels egnet		Potensielt godt egnet		Totalt	
	Ant.	Km	Ant	Km	Ant	Km	Ant	Km
Grønn	7	3	3	3	1	0,4	19	7
Blå	14	12	4	4	1	0,2	19	17
Rød	13	22	4	5	-	-	17	27
Svart	3	1	1	0,2	-	-	4	2
Dobbeltsvart	46	70	2	1	-	-	48	71
Totalt	83	108	14	14	3	1	100	122

6 Diskusjon

6.1 Slitasje fra sykling sammenlignet med ferdsel til fots

I feltstudien som ble gjennomført på fire stier i 2019, manipulerte vi ferdsel av gående og syklende på en måte som sikret variasjon i bruksomfang og andel syklistene.

De fire stiene var i utgangspunktet ganske ulike; sykkelstien på Vestlandet var både bredere og dypere enn de andre stiene. Naturforholdene (naturtyper, substrat, helning) varierte også mellom stiene, men gjennom utvalget av stier sikret vi også at det var variasjon innad langs den enkelte sti, slik at vi kunne undersøke hvordan ulike naturforhold – i kombinasjon med bruksmengde og brukstype – påvirkes, og i hvilken grad slitasje oppstår.

Ved starten av studien var stiene bredere i fuktig og flatt terreng sammenlignet med tørt og bratt terreng. Ved økende bruk fant vi en økende bredde av stiene – i gjennomsnitt var denne økningen liten, men i noen stier var den stor. Jordfuktighet var den viktigste miljøvariabelen for å forklare økning i stibredde, og dette resultatet er i tråd med internasjonal litteratur som viser at jordsmonn med mye organisk materiale og dårlig drenering er særlig sensitivt for ferdsel (Whinam & Chilcott 2003, Meadema mfl. 2020). Videre fant vi en signifikant interaksjon mellom bruksomfang og jordfuktighet, som viste at stiene økte *mer* i bredde med økende bruk i fuktig enn i tørt terreng. Signifikante interaksjoner mellom bruksomfang og andel syklistene, og mellom andel syklistene og jordfuktighet, viste i tillegg at effekten av ferdsel på stibredde generelt – og på stibredde i fuktig terreng spesielt – var større når en stor andel av brukerne var syklistene. Med andre ord tyder resultatene fra feltstudien på at mye sykling fører til mer slitasje – i form av bredere stier – der stien går i vått terreng, eksempelvis i myr. Å ferdes utenom fuktige eller gjørmete partier av en sti er en viktig årsak til økende stibredde (Dixon mfl. 2004, Olive & Marion 2009). Resultatene våre kan antyde at syklistene er mer tilbøyelige til å unngå slike partier, eller at gående oftere går utenom dersom det er mange syklistene som bruker stien. Brukerundersøkelsen blant syklistene viste også at preferansene for myrrinnslag i stien var lav og at det var større preferanse for at stien bare skal gå i tørre områder.

Vi fant ingen slitasjeeffekter på stibredde i forhold til topografi, altså stiens helning eller plassering i terrenget. Vi observerte også kun en liten slitasjeeffekt av substrat, målt som økende total stibredde der andelen sand og silt var høy, og bare med stort bruksomfang (signifikant interaksjon mellom disse to variablene). Stiene var bredere i flatt terreng både i starten og slutten av studien, noe som viser tendensen til at de som ferdes, vil spre seg utover i flatt terreng, både for syklistene og gående.

Som forventet, var stiene dypere i bratte partier (Meadema mfl. 2020), men stidypden økte lite med økende bruk. Dette skyldes sannsynligvis at jordsmonnet i stiene allerede var svært kompakt og i liten grad utsatt for ytterligere forflytning og erosjon ved ferdsel. Selv om endringene i jorddybde var små, fant vi statistisk signifikante større effekter når en stor andel av brukerne var syklistene, noe som kan antyde at sykkeldekk løsner og flytter mer jord enn sko. Slitasjeeffekten av substrat og topografi var ubetydelig, med unntak av en liten økning med jordfuktighet. Dette var overraskende, da de fleste studier viser at substrat og topografi er viktige prediktorer for slitasje (White mfl. 2006, Olive & Marion 2009, Marion & Wimpey 2017, Meadema mfl. 2020).

Med utgangspunkt i den kurvilineære sammenhengen mellom bruk og slitasje (Monz mfl. 2013, Hammitt mfl. 2015, se **Figur 2**) kan en forvente at økende bruk på veletablerte stier skal ha små effekter. Hva som er «vanlig» bruksomfang på stiene, har vi ikke data på, og bruksomfanget i løpet av sesongen 2019 varierte mellom 1500 og 3300 passeringer, kategorisert som lav (1000–2000) til høy (3000–4000) ferdsel i verneområder i Norge (Hagen mfl. 2019). Feltstudien vår vellykket med tanke på å skille gåstier og sykkelstier; andelen syklistene var i snitt nesten 50 % på sykkelstiene, men mye lavere på gåstiene (13%). Dette sikret at den relative betydningen av bruksomfang og brukstype på stisitasje kunne undersøkes.

Selv om bruksmengden moderat og langt lavere enn på de mest brukte stiene innenfor norske nasjonalparker, demonstrerer dette likevel at innenfor én sesong kan økende bruk gi mer slitasje. Formen på dose-respons-kurven varierer mellom stiene. Noe av variasjonen ser ut til å skyldes studieområde (ikke spesifikt testet), med brattere kurver på stiene på Vestlandet enn på Østlandet. Resultatene tyder dermed på at stier i nedbørsrike områder er mer utsatt for slitasje med økt bruksomfang. Responskurvene varierer også med brukstypen på de studerte stiene; spesielt stibredde økte mer med økende bruk på sykkelstiene enn på gåstiene (**Figur 10** og **Figur 11**). Resultatene viser tydelig at slitasjeeffekten med økende bruk også varierer langs en gitt sti, med en brattere kurve i våte sammenlignet med tørre partier.

Ulike litteraturgjennomganger har konkludert med at det er lite hold i den vitenskapelige litteraturen for å fastslå at sykling gir mer slitasje på sti enn ferdsel til fots (Davies mfl. 2009, Monz & Kulmatiski 2016), men som vist i kap. 2.1, har eksisterende studier noen utfordringer som begrenser deres relevans når det gjelder forståelse av slitasjeeffekter på eksisterende stier. Studiene har ofte svakheter og skjevheter i forhold til hva de studerer, hvilke data som inkluderes, tidsperiode (før-etter) og skala. Det potensielle spennet av variabler å inkludere i denne typen studier – både miljøvariabler og variabler knyttet til bruk (antall, type utstyr, hvor, når og hvordan) – som kan være relevant å undersøke og ha relevans for forvaltningsbeslutninger, er utømmelig. Denne studien er designet med et klart formål: å undersøke den relative betydningen av ferdsel til fots vs. på sykkel på stisitasje på eksisterende, naturlige (ikke-opparbeidede) stier, og vi inkluderer før-etter-situasjonen og relevante skalaer.

Vi stimulerte økt bruk på stiene ved å oppmuntre brukerne, og bruken i studien reflekterer dermed 'normal' framfor eksperimentelt kontrollert bruk. Dette sikrer at normal adferd, som å gå ved siden av hverandre på tur, ta snarveier eller omveier rundt bløte partier/gjørme/høl, bremse hardt på sykkel mv., ble fanget opp. Dette er viktig, ettersom kontrollerte studier der forsøkspersoner går eller sykler fram og tilbake på en sti, kan underestimere effekten av normal adferd. Samtidig ble sykkelstien på Vestlandet brukt til et lokalt Enduro-ritt (se kap. 2.2.2) i perioden mai–august. Stien var bratt, slik at de fleste syklistene nok syklet rolig oppover og trolig også trillet sykkelstien i svært bratte partier. At en del av syklistene deltok i det lokale rittet har mest sannsynlig påvirket måten de syklet på sammenlignet med 'fritidssykling', med en større tendens til skrensing, å ta snarveier, unngå gjørme/høl m.m., som kan være med å bidra til større slitasjeeffekter. Datasettet vårt gjør det imidlertid ikke mulig å kvantifisere effekten av ulik sykkeladferd. Også sykkelstien på Østlandet ble brukt til ritt, med et stort antall passeringer på én dag da stiforholdene var fuktige pga. regn. Nærmere analyser av stibredde og -dybde på denne stien tyder imidlertid ikke på at slitasjeeffektene av rittet var annerledes enn effektene av ferdselen gjennom resten av sesongen. Som **Figur 13** viser, var det ingen brå økning i noen av slitasjevariablene umiddelbart etter rittet. Spesielt i tørrere partier langs stien var det lite forskjell rett før og rett etter rittet (**Figur 53**). **Figur 13** viser imidlertid en større økning i stibredde fra registrering fem (rett etter rittet) til registrering seks (tre uker etter), særlig i våte partier. Dette kan skyldes at syklingen under rittet medførte større partier med gjørme/blauthøl (**Figur 54**), som passerende i de tre ukene etter rittet har unngått, og som dermed har bidratt til økende stibredde. Dette viser at et ritt, selv med begrenset antall deltakere, kan ha uønskede og utilsiktede virkninger i perioden etter rittet ble gjennomført. Om et ritt kan føre til permanent endring av stien er ikke undersøkt.

Selv om studien bare undersøker fire stier i to studieområder, definerte vi kriterier for studiestiene på en måte som sikret at vi fanget opp variasjon i naturforhold som vi vet er sentrale for slitasje, som helningsgrad og plassering av sti, substrategenskaper og jordfuktighet (for en ny litteraturgjennomgang, se Meadema mfl. 2020). Vi mener derfor at resultatene fra feltstudien kan generaliseres og overføres til andre områder med tilsvarende egenskaper. Når dette er sagt, er det viktig å være klar over at studiestiene i liten grad fanger opp ekstremene langs miljøgradientene, f.eks. veldig tørt, veldig bratt og veldig eroderbart substrat, slik at overføringsverdien til slike områder kan være begrenset.



Figur 53. Samme registreringslinje dagen før (til venstre) og to dager etter (til høyre) sykkelritt. Foto: Sofie K. Selvaag.



Figur 54. Slitasjeeffekter av sykling i myr, tre uker etter sykkelritt. Foto: Marianne Evju.

Oppsummering

Andelen sykklister på sykkelstiene var sannsynligvis høyere enn det en kan forvente på stier innenfor nasjonalparker per i dag, men ferdselsnivået på mellom 1500 og 3500 passeringer er relevant for mange stier i nasjonalparkene (Hagen mfl. 2019). Resultatene våre viser at effektene på stislitasje av ferdsel både fra sykklister og gående er relativt begrensede i gjennomsnitt, innenfor det tidsrommet og bruksomfanget vi har studert. Imidlertid er variasjonen langs en sti betydelig; der stien går i fuktig terreng, som i myr eller andre naturtyper med dårlig drenering, kan en forvente økt slitasje med økende bruk. Resultatene kan antyde at slitasjeeffekten (økende stibredde) på myr blir spesielt tydelig ved > 1000 passeringer (**Figur 9, Figur 10**). Et viktig resultat er at slitasjen kan forventes å øke mer dersom sykklister utgjør en større andel av den økende bruken. Feltstudien gir ikke grunnlag for å si hvor mange passeringer totalt en sti «tåler», eller hvor stor andel sykklister kan utgjøre for at slitasjeeffektene skal være små. Dose-respons-kurvene for våre studiestier (**Figur 9 og Figur 10**) har ikke flatet ut (sammenlignet med **Figur 2**), som tyder på at videre bruk vil føre til videre slitasje på stiene, men feltstudien gir ikke grunnlag for å vurdere hvordan disse kurvene vil utvikle seg med videre bruk. Til dette trengs det studier som følger utviklingen av stiene over lengre tid, og metodikken som er testet ut her gir godt grunnlag for slike studier.

6.2 Modellering av stiers egnethet for sykling

Som forvaltningsverktøy må en egnethetsmodell ha et presisjonsnivå som er relevant for å foreta prioriteringer og reguleringer av tiltak, og mest nyttig dersom egnetheten av ulike kategorier (og variablene som ligger til grunn for kategoriene), er synlige og lett forståelige. Modellen vi presenterer her, gir grunnlag for å kunne vurdere utsatthet for slitasje (naturens egnethet) og omfang av bruk (egnethet for stisykklister), og gir derfor nasjonalparkforvalteren bedre innsikt i og oversikt over utfordringene knyttet til stiene i nasjonalparken. Kartene som er presentert i kap. 5, viser kun overordnede resultater på stinivå, men dataene som ligger til grunn, er tilgjengelige som shapefiler. I et GIS-program til det være mulig å zoome inn på enkeltstier eller stistrekkninger og undersøke variablene som ligger til grunn for stiens egnethetskategori.

Det den økologiske kunnskapen for å avgrense sensitive enheter i sårbarhetskartlegging (Hagen mlf. 2019) og for å modellere naturens egnethet er god. En GIS-modell for egnethet er imidlertid ikke bedre enn dataene (type, oppløsning, presisjon osv.) som inngår i modellen. Kvalitet og tilgjengelighet på ulike kartlag setter begrensninger på modellens evne til å predikere sensitivitet, og GIS-modellen kan ikke erstatte feltbaserte sårbarhetsvurderinger av vegetasjon. Vi har her vist at modellen fungerer for å til å indikere, på forholdsvis stor romlig skala, både sensitive områder og lett tilgjengelige stier for stisykling innenfor et verneområde (Tomczyk 2011, Hawes mlf. 2013).

Selv om modellen skal si noe om egnethet for sykling, tar modellkomponenten «naturens egnethet» utgangspunkt i godt dokumenterte egenskaper ved naturen som er viktige for å forutsi slitasje som følge av ferdsel, uavhengig av om denne ferdselen skjer til fots eller på sykkel. Resulterende kart viser med andre ord stienes sensitivitet for ferdsel som sådan.

6.2.1 Hvor gode er tilgjengelige kartlag?

Selv om vi har en god forståelse av hvilke miljøfaktorer som er viktig for å forutsi slitasje på liten romlig skala, avdekket feltvalideringen av egnethetsmodellen klare begrensninger i muligheten til å modellere dette basert på tilgjengelige kartlag. Spesielt gjelder dette egenskaper ved vegetasjon og substrat. I Langsua ble det i felt registrert en rekke sensitive enheter av typen *Myr eller annet fuktig område med vegetasjonsdekke*, altså lite slitesterk vegetasjon. Imidlertid var disse geolokasjonene ikke klassifisert som *Myr* i vegetasjonskartet, men i hovedsak som *Lynghei og frisk rishei* (i alt 54 % av myrpunktene), som er middels slitesterk, og som *Lyngrik rabb* (17,9 %)

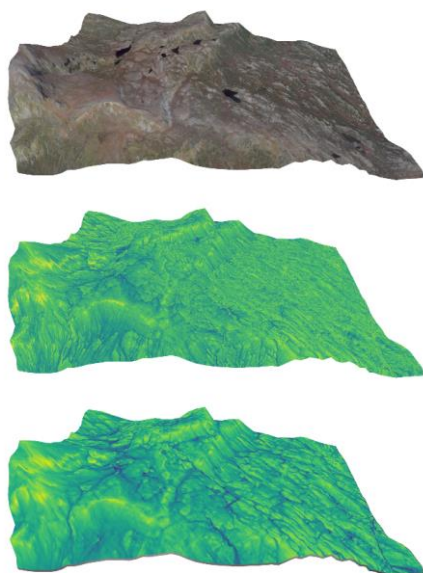
(slitesterk) i tillegg til noen andre klasser. Bare 13 % av punktene i sensitiv enhet *Myr* falt i vegetasjonsklasser for myr.

Klassifikasjonen i vegetasjonskartet styres i stor grad av klassifikasjonen av arealtyper i N50, og der denne er feil, blir også vegetasjonskartet feil. Landskap med småskala variasjon er vanskelig å klassifisere med en pikselstørrelse på 30 × 30 m (Erikstad mfl. 2009). Kanteffekter og skyggeeffekter kan også påvirke klassifikasjonene. Erikstad mfl. (2009) anbefaler ikke kartet brukt som kildegrunnlag i detaljerte analyser. Likevel er det satellittbaserte vegetasjonskartet det eneste landsdekkende kartet over vegetasjonstyper i Norge. Da vegetasjonstype er en helt sentral variabel for å vurdere egnethet for ferdsel, anbefaler vi likevel bruk av dette kartlaget i påvente av bedre kartlegging av naturtyper innenfor verneområder. I de verneområdene der NiN-kartlegging er gjennomført på hele arealet som skal vurderes, anbefaler vi bruk av NiN-data framfor satellittbasert vegetasjonskart.

Substrattypen og -mengde er uten tvil av betydning for erosjonsutsatthet. Per nå er imidlertid kartgrunnlaget for løsmasser ikke tilstrekkelig godt til å være nyttig inn i en GIS-modell, se diskusjon i kap. 4.4.

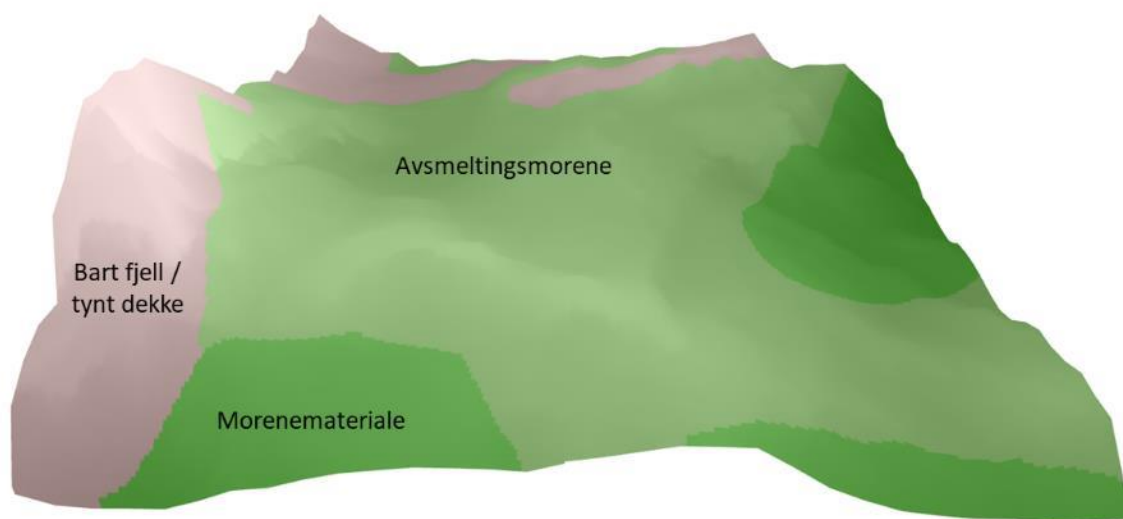
Den topografiske fuktighetsindeksen (TWI) ble funnet å være en rimelig god proxy for overflatefuktighet (se sammenligning mellom modellestimatene og feltobservasjoner i kap. 4.3.1). Imidlertid er TWI-modellestimater sensitive til modellens romlige oppløsning, hvilke prosesser som modelleres og hvordan prosessene modelleres. Det er med andre ord potensial for videre foredling av modellene.

TWI-modeller er sterkt avhengig av oppløsning (Agren mfl. 2014). I vårt arbeid var TWI estimert på 1 × 1 m lik de estimert på 10 × 10 m på stor romlig skala, med tørre områder på bakkekammer og våte områder i dalsøkk (**Figur 55**), men 1 × 1 m-TWI-en viste mye større småskala variasjon, som små bekker i åssidene. I vår modellering fant vi at 1 × 1 m-TWI-en best samsvarte med felldata i Langsua, mens 10 × 10 m-TWI-en var best for Sjunghatten. Vi har ikke tilstrekkelig med data for å forklare dette, men det kan skyldes forskjeller mellom parkene i variabler som lokal topografi, jordstruktur eller vegetasjon.



Figur 55. Satellittbilde (øverst), 10 × 10 m-TWI (i midten) og 1 × 1 m-TWI (nederst) over en 3 × 3 km DTM som dekker deler av Langsua. Den vertikale skalaen av DTM-en er 3x den horisontale skalaen. TWI-er varierer fra blå (vått) til gul (tørt).

Vi modellerte TWI som en funksjon av nedbørfeltstørrelse og helningsgrad. Andre faktorer, som romlig variasjon i nedbør og overflatens spesifikke gjennomslipp («transmissivity»; produktet av den gjennomsnittlige mettede hydrauliske konduktiviteten (m/dag) og dybden til ugjennomtrengelig dekke (m)), vil også påvirke overflatefuktighet. Nedbør kan variere med topografi, f.eks. kan orografisk nedbør (utløst av høydeforskjeller) på vindutsatte skråninger gi fuktigere overflate enn i vindbeskyttede skråninger. Vi manglet informasjon om romlig variasjon i nedbør innenfor studieområdene og inkluderte ikke denne variabelen i modellen. Romlige mønstre i gjennomslipp, altså hvor lett vann flyter gjennom overflatelaget, vil også påvirke overflatefuktighet, og å inkludere denne variabelen kan forbedre TWI-estimer (Buchanan mfl. 2014). Vi hadde imidlertid ikke slike data tilgjengelig. Det er mulig å estimere gjennomslipp fra jorddekke, men den romlige oppløsningen for løsmassekart i nasjonalparkene var grovmasket (**Figur 56**) og sannsynligvis ikke egnet for å lage gode estimer på lokal variasjon i jorddekke (se også kap. 4.4.1). I tillegg manglet vi data for å oversette løsmasstype/jorddekke til gjennomslipp.



Figur 56. Løsmasstype lagt over en 3 x 3 km DTM som dekker deler av Langsua. Den vertikale skalaen av DTM-en er 3x den horisontale skalaen.

I tillegg er TWI avhengig av den algoritmen som benyttes for å beregne den (Kopecky & Cizkova 2010, Mattivi mfl. 2019). Det er flere muligheter, både i SAGA GIS Topographic Wetness Index modulen og i andre GIS-programmer. En videre analyse av modellenes sensitivitet til valg av algoritmer kan gi forbedrede estimer.

6.2.2 Modellering på punktnivå og stinivå

Sammenveiningen av variabler til egenskaper (vegetasjonens sensitivitet, erosjonsutsatthet) og egenskaper til naturens egnethet er i første rekke basert på økologisk kunnskap, mens fastsetting av for eksempel terskeeffekter er også vurdert i forhold til et føre-var-prinsipp. Vi testet ulike modeller for sammenveining og fant at den mest restriktive modellen, der bare én kombinasjon av egenskapene ga «potensielt godt egnet» i færrest tilfeller klassifiserte sensitive enheter som «potensielt godt egnet» (se kap. 4.3.3). Videre brukte vi egenskaper modellert på punktnivå langs stien til å vurdere hele stienes sensitivitet for slitasje, gjennom å definere terskelverdier for oppskalering. På den måten reflekterer stiens egnethetskategori fordelingen av punktene langs stien: Er mer enn halvparten av punktene kategorisert som «lite egnet», blir stien som sådan

«lite egnet», mens om mer enn halvparten av punktene er kategorisert som «potensielt godt egnet», blir stien som sådan «potensielt godt egnet».

Tilsvarende oppskalering fra punkt til sti finnes ikke i internasjonal litteratur. Våre data tyder på at det er en kontinuerlig gradient og ikke klare terskler, og vi har dermed ikke et godt grunnlag for å si at terskelverdiene er satt på «riktig» sted. Det å bruke en føre-var-tilnærming, altså det må en overvekt av «potensielt godt egnede» punkter til for å definere en sti som det, vil sikre en variasjon i kategoriseringen av stiene innenfor den enkelte nasjonalparken (se **Figur 43** og **Figur 44**). Hawes mfl. (2013) konkluderer om sin egnethetsmodell at den kan brukes som et grunnlag for å anslå andelen av ustabile segmenter i et stort stinettverk og som grunnlag for å foreta rettede feltinnsamlinger av data, men i mindre grad for å presist identifisere segmenter eller stier som er sensitive for ferdsel.

6.3 Egnethet for syklistere – flere brukerperspektiver

Klassifisering av stier i henhold til tilgjengelighet og ferdighetsnivå kan gi forvaltningen en god pekepinn om hvilke stier som kan forvente flest syklistere dersom sykling blir tillatt, men representerer en svært begrenset tilnærming til egnethet for syklistere.

Tursykling, altså ferdsel langs grus- og traktorveier (ifølge Merkehåndboka), og de konfliktene som kan følge mellom denne ferdselen og naturverdier, fanges ikke opp av modellen. Dette kan gjelde der sykling på traktorveier/kjørespor fører til flere folk inn i f.eks. villreinområder.

Ifølge veilederen til Merkehåndboka (Den norske turistforening mfl. 2019b) skal skiltmalen for terrengsykkelruter brukes der **hovedhensikten** med stien er terrengsykling. Graderingssymbolene går fra grønn (enkel – for nybegynnere), via blå (middels – for litt øvede syklistere), rød (krevende – for viderekommende), svart (ekstra krevende – for erfarne syklistere) og til dobbel svart (ekstrem – for eksperter). Til hver av disse klassene har Veilederen en beskrivelse av hvilke egenskaper ved den enkelte stien som tilsier hva slags graderingsfarge den skal ha. Det er et avgjørende poeng at graderingen skal synliggjøres for syklisten FØR man starter på stien.

På siste side i veilederen er det en manual med anbefalte retningslinjer, som gjør planleggeren i stand til å kategorisere den enkelte stien. Dette kan ikke gjøres ved hjelp av tilgjengelige kartlag, men krever nøye feltkartlegging av den enkelte stien. Her er det fem kriterier som skal vurderes for å kunne bestemme hvilken av de fem klassene stien tilhører: 1) stibredde (fra minimum 90 cm og ned til mindre enn 15 cm), 2) overflate (fra jevn til meget krevende, med store steiner og røtter), 3) maksimal vanskelighetsgrad på tekniske element (fra ingen til ekstrem vanskelighetsgrad), 4) maksimal gjennomsnittlig stigning i oppoverbakke og 5) maksimal gjennomsnittlige stigning i nedoverbakke.

Dette er fem kriterier som spiller inn for «stiens egnethet for sykling», sett fra syklistenes perspektiv. Og det illustrerer den tydelige utfordringen: Egnethet kommer helt an på interesse, sykkel erfaring og sykkelkompetanse hos syklisten. I brukerundersøkelsen fant vi for eksempel at de mindre erfarne syklistene skårer lavt på at stien bør være smal slik at de får nærkontakt med naturen rundt. I kapittel 3.3.3 skrev vi at 'smal sti' er mindre viktig for denne gruppa, men kanskje er det mer korrekt å si at det er direkte negativt og blir opplevd som mer utrygt/farlig enn en bredere sti – for denne gruppa. Smal sti krever erfaring og ferdighet (se kriterium 1 i avsnittet over). I tillegg kommer spekteret av sykkeltyper; ganske så tilpasset måten en har tenkt å bruke sykkel, som igjen spiller inn på preferanser. Kartlag kan bare fange opp forenklete kategorier av disse kriteriene, som gjennomsnittlig stigning. Stienes attraksjonsverdi er derimot dårlig dekket av eksisterende kartlag, og, som en av våre informanter sa: «attraksjon trumfer tilgjengelighet». Når det gjelder attraksjonsnivå, bruker mange av de mest aktive stisyklistene treningsapper som STRAVA som angir rutevalg, og man poster bilder og inntrykk fra turen på andre sosiale medier (Facebook, Flickr, Instagram), som vil ha mye å si for hvilke lokaliteter og attraksjoner andre syklistere velger.

Lignende systemer og kriteriesett for merking blir brukt rundt i Europa og verden, f.eks. International Mountain Bicycling Association (<https://www.imba.com/resource/trail-difficulty-rating-system>), Irish Sport Council – national trail office, Danske Cykle Union og Switzerland Mobility – se BARK (2019a). Det finnes flere internasjonale sertifiseringssystemer, og mange er samordnet på tvers av aktiviteter, ikke minst vandre- og sykkelruter, men også kano- og skiruter. Sveits var tidlig ute, og det startet med initiativ fra sykkelorganisasjoner allerede i 1993. Det er utviklet en landsomfattende digital informasjonsplattform om tema- og aktivitetsstier der både offentlige, kommersielle og organisasjoner samarbeider (BARK 2019a, b).

I sitt kapittel om *Mountain Biking* viser Stott (2019) den historiske utviklingen fra de første terrengsyklene på 1970-tallet i California, til dagens spektrum av ulike og spesialiserte sykkeltyper (Cross-country (XC), trail bike, enduro, freeride, downhill mfl.), alle med ulike design og egenskaper tilpasset ulike stier, terrengforhold, sykkelmåter og syklist. Koemle & Morawetz (2016) tar for seg utviklingen i Østerrike de siste ti-år, der interessen for og variasjonen i terrengsykling ikke sto i forhold til tilbudet av og kvaliteten på «offisielle» stier – sett fra brukernes side. Det resulterte i hyppig bruk av «uoffisielle» stier og stier der sykling var forbudt. Det ga konflikter med andre stibrukere og interesser. Koemle & Morawetz (2016) foreslår derfor at stier bør tilpasses behovet blant ulike typer syklist, for å unngå konflikter og for stimulere til respekt for reguleringer. Zajc og Berzelac (2016) konkluderer likeledes for stisyklist i Slovenia, særlig på bakgrunn av den store interessen for å sykle smale, ikke-opparbeidede stier. Dette er ofte ulovlig, og de anbefaler å tilpasse/opparbeide stier til ulike behov og ønsker.

I en internasjonal undersøkelse (USA, Storbritannia, Australia og New Zealand) av både syklistenes preferanser og miljømessige forvaltningsutfordringer med terrengsykling konkluderte Symmonds mfl. (2000) at forvalterne bør prøve å ta utgangspunkt i det som syklistene trives med. Symmonds mfl. (2000) fant at syklistene var positive til kavlebruer (tett med trestokker tvers over stibanen) for å hindre slitasje/gjørme, men opplevde (rimeligvis) trappetrinn som svært negativt. Ellers var innslag som steiner, hull og trerøtter regnet som positive innslag i stien. Det samme var krappe svinger, humper, hopp og fysiske hindringer – for de fleste stisyklistene. Også brukerundersøkelsen vår og diskusjonene med stisyklist viser syklistenes ulike preferanser for sti. Et fellestrekk blant alle respondentene er at myr og brede stier i liten grad er foretrukket, mens preferanser for svingete sti og forekomst av «crux» i mye større grad gjenspeiler syklistenes erfaring. Om man må bære sykkelser ikke ut til å ha så mye å si, men litt utfordringer tilpasset nivå ser ut til å være viktigere enn høy fart.

Veilederen til Merkehåndboka understreker at stiens tåleevne alltid må vurderes før merking; stien må tåle å benyttes til formålet, og sikkerhet må ivaretas både for syklist og andre brukere. I tillegg kan det være behov for tilrettelegging og oppfølgende vedlikehold av terrengsykkelstier, som å sikre siktlinjer, fjerne hindringer som kommer i konflikt med pedaler, omlegging av stien over våte partier osv. Merking av sykkelruter er kanskje mindre aktuelt i en nasjonalpark (der stiene vil være flerbruksstier), og at vi bruker graderingen fra Merkehåndboka tilsier ikke at stiene bør merkes, tilrettelegges og vedlikeholdes i tråd med håndboka. Men som feltstudiene viser, vil tilrettelegging og vedlikehold være nødvendig på en del stistrekninger, og dersom sykling blir tillatt på sti i nasjonalparkene, må slik tilrettelegging tilpasses bruken som foregår på stien, dvs. være «sykkelvennlig» der en forventer mye bruk av sykkel.

GIS-modellen vi har utviklet, gir gode innspill til brukerperspektivet i forvaltningen av syklist i nasjonalparker: Den gir overblikk over stiene, hvor tilgjengelige de er og hva slags type syklist en kan forvente vil bruke stiene. Det er samtidig viktig å være klar over at besøksstrategi- og -forvaltningsarbeid krever, som vist over, mer detaljert kunnskap, både om stiene og ikke minst om brukerne, som hvor de kommer fra (lokale, hytteeiere, tilreisende) og hva de er ute etter (stityper, vanskelighetsgrad, holdninger til tilrettelegging). Først med denne mer detaljerte kunnskapen kan man prioritere og foreslå tiltak for syklistene med større presisjonsnivå.

6.4 Om el-sykling og vanlig sykling

Elektriske sykler er å anse som motorkjøretøy og kan bare brukes i utmark og på islagte vassdrag når det skjer i samsvar med forskrift for bruk av motorkjøretøyer i utmark og på islagte vassdrag. I 2017 kom en unntaksbestemmelse i forskriftens § 2a som åpner opp for bruk av el-sykler i utmark tilsvarende som for vanlig sykkel. El-sykler har fått en klar definisjon i bestemmelsen gjennom effekt- og hastighetsgrensen som er satt.

§ 2a. Elektriske sykler kan brukes i utmark. Med elektriske sykler menes sykler som er utstyrt med elektrisk hjelpemotor med maksimal nominell effekt på høyst 0,25 kW som reduseres gradvis ved økende hastighet og opphører ved 25 km/t eller tidligere hvis syklisten slutter å trå. Sykkelen kan ved motorkraft alene nå en maksimal hastighet på 6 km/t.

Kommunen kan i forskrift bestemme at bruk av elektriske sykler som nevnt i første ledd likevel ikke er tillatt i bestemte områder eller på nærmere angitte strekninger eller traséer.

Tilføyd ved [forskrift 3 april 2017 nr. 422](#), endret ved [forskrift 12 april 2019 nr. 510](#).

I nasjonalparker og landskapsvernområder gjelder egne regler om motorferdsel, herunder el-sykelbruk. Hver nasjonalpark og hvert landskapsvernområde har sine egne forskrifter, hvor det i mange tilfeller også er restriksjoner på sykling med vanlig sykkel. Som oppfølging av Friluftsmeldingen (Meld. St. 18 (2015-2016)), ønsker Regjeringen i løpet av 2020 å revidere verneforskriftene for nasjonalparker og verneområder slik at det i større grad skal bli tillatt å sykle på stier, kjørespor og veier (Klima- og miljødepartementet 2018). Samtidig skal alle nasjonalparker ha utarbeidet en besøksstrategi i løpet av 2020 (Miljødirektoratet 2015).

6.4.1 El-sykling i Norge og internasjonalt

Både i Norge og internasjonalt ser vi en økning i bruk av elektriske terrengsykler på sti (Pröbstl-Haider mfl. 2018; Schlemmer mfl. 2019; Terrengsykkelbladet 2019). Pröbstl-Haider mfl. (2018) peker på de mange forventninger og scenarier for en stadig mer mangfoldig terrengsykling i Østerrike, ikke minst pga. en dynamisk sykkelindustri som stadig presenterer teknologiske nyskapinger, rettet mot spesialiserte målgrupper. De har intervjuet eksperter innen terrengsykling og turisme som mener den største etterspørselen framover sannsynligvis vil være fra el-terrengsyklistene. Schlemmer mfl. (2019) studerte motivasjoner hos sykkelturnister, nærmere bestemt el-terrengsyklistere (EMT) og vanlige terrengsyklistere (CMT) i Alpene. De fant ingen motivforskjeller, men de to gruppene hadde noe ulik sosiodemografisk profil (CMT: flere med høyere utdanning og i lønnet arbeid, og færre pensjonister) og ulik fysisk aktivitet (EMT: sjeldnere fysisk aktive). Resultatene til Schlemmer mfl. (2019) antyder med andre ord at el-sykkelen gjør det mulig for «alle» å drive med terrengsykling. Resultatene fra brukerundersøkelsen kan også antyde dette; langt færre av el-syklistene taklet svarte løyper enn blant de med vanlig sykkel.

I mars 2019 hadde bladet Terrengsykkel et temanummer om el-(terreng)sykel. Bakgrunnen var bla. den rivende utviklingen for el-sykel og at det er svært omstridd i terrengsykkelmiljøet om slike sykler bør få brukes på stien og i terrenget. Noen hevder at el-sykkelen fullstendig vil overta for sykkelmarkedet. I bladet testes et spekter av sykler og sannhetsgehalten i de mange fordommene om el-sykler drøftes. På lederplass sier de: *“for Terrengsykkel er det en kjerneverdi å verne om retten til å sykle i norsk natur, under den forutsetning at vi ikke ødelegger naturen, viser hensyn til andre markabrukere, og utøver aktiviteten på en bærekraftig måte. Enn så lenge har det gått bra, om elsykler er noe som kan vippe balansen i feil retning gjenstår å se.”* De advarer mot sykkelbransjen som i liten grad tar slike hensyn: *“De konsentrerer arbeidet om å selge sykler, gi opplæring i teknologien og yte service til kundene.”* I artikkelen (samme temanummer av Terrengsykkel) til Aas og Kippernes (2019) presenterer de tester av dagens beste el-sykler for sti, med erfaring fra spekteret av ikke-motoriserte stisykler. De har flere konklusjoner og refleksjoner som er relevante i diskusjonen om hvorvidt el-sykler bør sidestilles med vanlige sykler i verneområder. De skriver bl.a.:

- «Vi oppsøkte så bratte motbakker vi kunne finne, og erfarte at alle syklene hjalp oss opp bakker vi på vanlige sykler ville sett på som utforkjøringer.
- Disse syklene er kjempemorsomme å sykle på.
- Syklene i denne testen beholder de aller fleste av de gode egenskapene til moderne stisykler. I tillegg får du muligheten til å holde vesentlig høyere fart i slakt terreng, samt at du kommer opp lange og bratte klatringer uten å slite deg ut.
- Du kan selvfølgelig sykle lengre turer enn du orker uten motor. I tillegg blir transportetapper til terrenget mindre kjedelig og slitsomme enn uten hjelpemotor.
- Fristelsen til å trimme motoren vil være høy. Markaloven i Oslo er ikke respektert selv nå i startfasen. Erfaringer fra sykkelselgere antyder at mange raskt fjerner sperren på 25 km/t. Det selges trimmesett over disk i sykkelbutikker.
- Du kommer fort opp i stor fart i krevende terreng uten form og ferdigheter.
- Visker ut følelsen av variasjon i underlaget og kjører uavhengig av natur, snarere enn på underlagets premisser. Røtter, steiner og motbakker blir mindre følbare enn uten motorhjelp.
- Sannsynligvis vil færre kjøre bil til skogkanten og heller sykle.
- Utbredelsen av elsykling i skogene vil kunne bli brukt som argument mot alle terrengsyklister. Blir elsykkel definert på lik linje som ikke motorisert sykkel, vil vanlig terrengsykling kunne begrenses der elsykling ønskes begrenset. Men det prinsipielle skillet mellom motorisert og ikke-motorisert ferdsel er ganske så absolutt og lett å forstå.”

6.4.2 El-sykling og stislitasje

Den økende bruken av el-sykler i utmark gir nye utfordringer for forvaltningen av ferdsel, da det mangler forskning på bruk og effekter av el-sykler i utmark. Nielsen mfl. (2019) gjennomførte en litteraturgjennomgang av forskning på el-sykling med fokus på demografi og bruksmønstre hos el-syklister, konflikter og brukerperspektiver, og effekter på sti og naturressurser. Litteratursammenstillingen viser kun én studie som sammenligner stislitasje fra elektriske terrengsykler med vanlige terrengsykler. Vi har ikke funnet andre studier på tross av omfattende litteratursøk. Studien ble gjennomført på én sti i Oregon, USA, i 2015, og sammenlignet stislitasje målt som endring i stiens tverrsnitt (forflytning og erosjon av jordsmonn) ved 0, 50, 100, 200 og 500 passeringer av enten vanlige terrengsykler eller el-terrengsykler (IMBA 2015). Denne lille, begrensede studien viste ingen signifikante forskjeller i stislitasje mellom de to sykkeltypene, men diskuterer at det var tegn til noe større effekter av el-sykler i svinger, da el-syklistene muligens har høyere fart inn i sving enn vanlige sykklister. Muligheten for oppskalering/generalisering av funnene er imidlertid begrenset.

Det er heller ikke gjort undersøkelser av effekter av el-syklister på andre naturverdier, som f.eks. dyreliv. Nielsen mfl. (2019) antyder at det er lite sannsynlig at el-sykler i seg selv vil utgjøre en større forstyrrelseseffekt på dyreliv enn vanlige sykklister, men understreker at el-syklister kan sykle fortere, lengre og med mer oppakning enn vanlige sykklister. I hvilken grad større hastighet endrer forstyrrelsen av for eksempel fugl og pattedyr er lite studert. Større rekkevidde og økt volum (flere sykklister) med el-sykler vil kunne bidra til slitasje på flere km sti og potensielt mer forstyrrelser av dyreliv, kanskje spesielt av villrein, som har kjerneområder langt inn i fjellet (se også kap. 6.5.1). Også sitatene fra Terrengsykkelbladet viser at el-sykling bidrar til økt rekkevidde, og av respondentene med el-sykkel i brukerundersøkelsen, svarte omtrent halvparten at de syklet minst dobbelt så langt med el- som med vanlig sykkel. Også informantene våre var klare på at el-sykler og annen utstyrsutvikling vil øke tilgjengeligheten av stier.

6.4.3 Sosiale effekter

Både internasjonalt og i Norge er det gjort langt flere studier på natureffekter av ferdsel langs stier enn på **sosiale effekter** (Godtman Kling 2019; Godtman Kling mfl. 2017). Sosiale effekter kan f.eks. være hvordan ulike ferdselsformer/-grupper påvirker hverandre. Når det gjelder oppslag i media, så er det kanskje omvendt, og interessekonflikter mellom syklende og gående er en gjenganger, både langs stier i turområder og på gang- og sykkelveier i by- og nærområder. I Norge (og Skandinavia) er sosiale konflikter i friluftslivet ganske lite forsket på, kanskje fordi allemannsretten er den førende rammen for lovlig/ulovlig ferdsel. Etter friluftsløven kan kommunen med samtykke fra grunneieren og innenfor visse rammer, regulere ferdselen gjennom lokale forskrifter som enhver som ferdes i området, plikter å følge. En type ferdselsregulering kan være forbud mot sykling der dette er til ulempe for turfolk til fots på en nærmere angitt strekning eller på et område hvor utfarten er stor. Slike lokale forskrifter som regulerer ferdsel, gjelder i tillegg til verneforskriften i verneområdene, og vil ha selvstendig betydning i de tilfeller den lokale forskriften er strengere eller regulerer annen type ferdsel enn verneforskriften gjør. Like viktig er at friluftsløven poengterer allemannspliktene for de som benytter seg av allemannsrettene, nemlig å ta hensyn til naturen, eieren og andre brukere. Prinsippet er altså: Del stien! Uansett: visse interessekonflikter mellom sykling og gange er et faktum, og gjerne er det gående som føler seg utrygge på stien pga. av syklistene; noen vil få en endret (dårligere) opplevelse av turen sin.

Nielsen mfl. (2019) diskuterer også sosiale konflikter i friluftslivet og går gjennom forskningslitteratur med ulike teoretiske perspektiver. De poengterer f.eks. tendensen til asymmetrisk konflikt mellom syklistene og turgåere, altså at den negative opplevelsen er skjevt fordelt mellom de to gruppene: Turgåere opplever seg ofte negativt påvirket av syklistene, mens syklistene i mindre grad ser turgåere som et problem. NOTS har også poengtert sambruk av stier som et ideal, og brukerundersøkelsen vår viser at syklistene mener det samme (kap. 3.3.3). I sin studie av en sambrukssti (sykkel og gange) i England gjør Delaney (2016) et hovedpoeng av at den indre turopplevelsen kan bli sterkt påvirket av sambruks situasjoner, selv om det ikke er synlig utad. Folk lager seg f.eks. sine egne tilpasningsstrategier for å dele stien så det ikke skal bli uheldige episoder. Egne forventninger og holdninger til turen og stien er viktige for gjennomføring og utbyttet av turen.

Sett fra et brukerkonflikt-perspektiv tilfører trolig ikke el-sykkel genuint **nye mål-konflikter** på selve stien (mellom gående og syklende) – se Nielsen mfl. (2019) og deres drøfting av '*goal interference conflicts*'. Men det er sannsynlig at graden av (opplevd) konflikt kan bli forsterket, pga. høyere sykkelfart, flere syklistene og kortere reaksjonstid ved møter på stien. Dessuten er det sannsynlig at sambruk mellom gående og syklistene kan skje på mer fjerntliggende steder, i og med den økte rekkevidden til el-sykler.

Det radikalt nye er potensialet for en økende **verdi-konflikt**²³ mellom stibrukere, i og med at (de nye reglene for bruk av) el-sykkel har utvidet allemannsretten til å gjelde også bruk av et («pedalassistert») motorisert framkomstmiddel. Dette er radikalt nytt og vil bryte med noens holdninger til hvordan en sti «skal brukes» (negativ reaksjon). Andre vil vektlegge det andre nye, nemlig at nå kan «alle» få oppleve stien fra sykkelsetet (positiv reaksjon) – også de som er dårligere form. Slike '*social values conflicts*' (se Nielsen mfl. 2019) trenger ikke være knyttet til aktiviteter; motstand mot «motorisering» av sykling kan være like utbredt blant «vanlige» syklistene. Vår egen brukerundersøkelse kan delvis tolkes i den retning.

I Alpene har flere turistselskaper akseptert el-terrengsyklistene i sine områder, og denne åpningen fører til flere brukere på stiene. Tendensene i Norge peker i samme retning, med endringer i Friluftsløven og Motorferdselsloven, og et stort kommersielt driv for å gi rom for el-sykler.

²³ Se Engelstad (1999), om Max Webers dele mellom Formålsrasjonalitet og Verdirasjonalitet.

6.5 Videre kunnskapsoppbygging

De fleste studier av friluftsliv og stibruk fokuserer på lokale effekter på stien, som er grunnleggende for å forvalte ferdselen på stier med ulike egenskaper. Det er få vitenskapelige studier som undersøker sti-infrastruktur og effekter av denne på større romlig skala (Ballantyne & Pickering 2015), f.eks. ved bruk av GIS. Sti-infrastruktur kan fragmentere habitater, føre til habitattap og forstyrrelser av viktige økologiske prosesser, introdusere fremmede arter og bidra til endringer i artssamfunn. Dette er effekter vi ikke har kommet inn på i dette prosjektet. Det mangler også god kunnskap om hvordan ferdselens tidspunkt, intensitet, varighet og romlig utstrekning påvirker slitasje og dyreliv, og Quinn & Chernoff (2010) påpeker et enormt behov for studier av kumulative effekter av rekreasjon i verneområder. Slike studier bør søke å identifisere terskelverdier for antall besøkende, tidspunkt og romlig spredning av bruk.

6.5.1 Ferdsel og ulike naturverdier

GIS-modellen for egnethet tar ikke hensyn til andre naturverdier enn vegetasjon og vegetasjonens sensitivitet for slitasje. I forvaltningen av verneområder vil også andre naturverdier spille inn. Det kan være rødlistede arter og naturtyper, eller andre arter med spesielt forvaltningsfokus. Eksempelvis er villrein en art som er nevnt i mange verneforskrifter. Villreinen er en arealkrevende art, som blir særlig negativt påvirket av menneskelig ferdsel og aktivitet (Kjørstad mfl. 2017, Hagen mfl. 2019). Vi har ikke gjennomført en litteraturgjennomgang av forstyrrelser på dyreliv fra sykling vs. ferdsel til fots, og det finnes få slike studier (Quinn & Chernoff 2010). Imidlertid ferdes syklister over lengre avstander, slik at bruk per tidsenhet har større romlig utstrekning, og dermed potensielt større både slitasjeeffekter og forstyrrelseseffekter, for syklister enn for turgåere (jf. Marion & Wimpey 2007).

Som verktøy for forvaltningen i arbeidet med besøksstrategi og -forvaltning, ville egnethetsmodellen vært enda nyttigere med en sterkere kobling mellom naturverdier og potensiell bruk, gjennom å inkludere kartlag for ulike naturverdier. På den måten kan modellen tilpasses til å bli en første innsamling av eksisterende data for sårbarhetsvurderinger og brukes til å målrette avgrensing av lokaliteter hvor ferdsel og naturverdier kan komme i konflikt og hvor grundigere sårbarhetsvurderinger kan være nødvendig. For et slikt formål vil det også være nyttig å inkludere grus- og traktorveger innenfor nasjonalparkene, ikke bare stier uten opparbeidet dekke.

6.5.2 Tilrettelegging og forvaltning av stier i verneområder

En eventuell regelendring i verneområdene vil innebære at sykling blir tillatt på **eksisterende sti**. Det er imidlertid ikke nødvendig at en sti er spesielt opparbeidet eller synlig for at den skal være framkommelig med dagens terrengsykler, og flere er bekymret for at dersom sykling tillates, vil det føre til «frislipp» av ferdsel på gamle dyretråkk og i urørt terreng (se også Koemle & Morawetz 2016). Dersom sykling skal tillates på eksisterende stier, er det en utfordring for forvaltningsmyndighetene å definere hva som er eksisterende stier og formidle dette til brukerne av området. Er eksisterende stier alle synlige tråkk (inkludert dyretråkk), eller bare menneskeskapt stier? Er det opparbeidede og merkede stier, eller kartfestede stier? En kartfestet sti kan også være lite synlig i terrenget – hva da? Videre viser våre kartanalyser store mangler i digitale kartgrunnlag. Mindre tydelige stier som tas i bruk, blir fort veldig tydelige. En avklaring av hva som menes med «eksisterende stier» vil derfor være nødvendig for å kunne regulere ferdselen i et område.

Ballantyne & Pickering (2015) har følgende «take-home»-beskjed etter en større gjennomgang av litteratur på ferdsel og stiinfrastruktur, som også er relevant for norske nasjonalparker:

- unngå å legge stier til områder med sensitiv vegetasjon eller arter
- unngå å legge stier rett opp skråninger, legg dem på langs

- unngå mange stier i samme område – legg om og legg ned stier slik at fragmenteringseffekter blir redusert. Det beste er å aktivt forvalte alle typer stier og tråkk.
- forsterk stier som er særlig utsatt for slitasje
- modifierer stibredde ved å bruke steiner, kanting e.l., og sørg for dreneringskanaler
- ha kunnskap om brukerne av området, og bruk den kunnskapen aktivt inn i forvaltningen av stiene
- gi brukerne informasjon om fornuftig bruk av stiene

6.6 Konklusjon

Tidligere eksperimentelle studier som har undersøkt effekt av sykling vs. ferdsel til fots er som regel gjennomført i uforstyrret vegetasjon (utenfor sti) og finner at sensitiviteten ift. ferdsel varierer mellom ulike vegetasjonstyper og terreng. Slitasje oppstår både ved terrengsykling og ved ferdsel til fots, og det er små forskjeller i effektene på vegetasjon og jord på kort sikt og ved kontrollert og relativt lav bruksintensitet. Tidligere observasjonsstudier av stier med ulik bruksmengde og brukergrupper viser at økt bruk gir mer slitasje, særlig i sensitiv vegetasjon og terreng. Vår feltstudie viser det samme som tidligere studier: Økt bruk gir mer slitasje. Langs våre studiestier var det i særlig grad vått terreng (myr og myrkanter) som skilte seg ut – slitasjen økte mye mer med økende bruk her enn i tørt terreng. Våre resultater viser videre at slitasjen økte mer med stigende andel syklistene blant brukerne (Evju mfl. 2020). Resultatene våre tyder dermed på at slitasjeeffektene på sti er forskjellige for syklistene og gående, og dette står dels i motsetning til tidligere studier.

Samtidig viser både våre resultater og internasjonal litteratur at egenskaper ved naturen er avgjørende for slitasjeeffekter. Stidesign og stiforvaltning er derfor sentralt for å unngå stislitasje og -forringelse. En grunnleggende regel er at godt planlagt og forvaltet sti unngår sensitive enheter.

Egnethetsmodellen for stier i nasjonalparker kan fungere som en screening av områdene for å identifisere områder med særlig sensitiv vegetasjon og terreng, der slitasjeeffekter fra ferdsel kan forventes å være store. Videre viser modellen stienes tilgjengelighet for bruk, som kan være en god pekepinn for hvor eventuelle økninger i ferdsel vil skjje først og være størst over tid. Gjennom å identifisere stienes vanskelighetsgrad fungerer modellen videre som en første sortering av hva slags syklistene forvaltningen kan forvente på de ulike stiene. Modellen er ment som et tillegg og erstatter ikke lokal kunnskap om natur, naturverdier og brukere.

7 Referanser

- Agren, A.M., Lidberg, W., Stromgren, M., Ogilvie, J. & Arp, P.A. 2014. Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping - a Swedish case study. *Hydrology and Earth System Sciences* 18:3623-3634.
- Ahlstrøm, A.P., Bjørkelo, K. & Frydenlund, K. 2019. AR5 Klassifikasjonssystem. Klassifisering av arealressurser. NIBIO BOK 5(5) 2019. Norsk institutt for bioøkonomi.
- Andersen, O., Gundersen, V., Wold, L.C., Stange, E. 2014. Monitoring visitors to natural areas in wintertime: Issues in counter accuracy. *Journal of Sustainable Tourism* 22: 550-560.
- Arnesen, T. 1999a. Vegetation dynamics following trampling in grassland and heathland in Sølendet Nature Reserve, a boreal upland area in Central Norway. *Nordic Journal of Botany* 19: 47-69.
- Arnesen, T. 1999b. Vegetation dynamics following trampling in rich fen at Sølendet, Central Norway; a 15 year study of recovery. *Nordic Journal of Botany* 19: 313-327.
- Ballantyne, M. & Pickering, C.M. 2015. The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions. *Journal of Environmental Management* 164: 53-64.
- BARK 2019a. Rekreative stier og ruter. Erfaringer fra Tyskland, Holland, Schweiz, UK og Irland. København: BARK Rådgivning.
- BARK 2019b. Fremtidens stier og ruter. Strategisk utvikling av steder. København: BARK Rådgivning.
- Beldring, S., Roald, L.A. & Voksø, A. 2002. Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. Rapport nr. 2. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Bjorkman, A.W. 1998. Biophysical impacts on and user interactions with mountain bicycle off-road trail corridors. PhD Thesis. University of Wisconsin-Madison.
- Bratli, H., Halvorsen, R., Bryn, A., Arnesen, G., Bendiksen, E., Jordal, J.B., Svalheim, E.J., Vandvik, V., Velle, L.G., Øien, D.-I. & Aarrestad, P.A. 2019. Beskrivelse av kartleggingsenheter i målestokk 1:5000 etter NiN (2.2.0). Utgave 1, kartleggingsveileder nr. 4, Artsdatabanken, Trondheim (www.artsdatabanken.no).
- Buchanan, B.P., Fleming, M., Schneider, R.L., Richards, B.K., Archibald, J., Qiu, Z. & Walter, M.T. 2014. Evaluating topographic wetness indices across central New York agricultural landscapes. *Hydrology and Earth System Sciences* 18:3279-3299.
- Cessford, G.R., 1995. Off-road mountain biking: A profile of riders and their recreation setting and experience preferences, Science & Research Series no 93, Department of Conservation, Wellington.
- Chiu, L. & Kriwoken, L. 2003. Managing recreational mountain biking in Wellington park, Tasmania, Australia. *Annals of Leisure Research* 6: 339-361.
- Ciach, M., Maslanka, B., Krzus, A. & Wojas, T. 2017. Watch your step: insect mortality on hiking trails. *Insect Conservation and Diversity* 10: 129-140.
- Cole, D.N. 1995a. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. *Journal of Applied Ecology* 32: 203-214.
- Cole, D.N. 1995b. Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology* 32: 215-224.
- Cole, D.N. & Bayfield, N.G. 1993. Recreational trampling of vegetation - standard experimental procedures. *Biological Conservation* 63: 209-215.
- Davies, C. & Newsome, D. 2009. Mountain bike activity in natural areas: impacts, assessment and implications for management. A case study from John Forrest National Park, Western Australia. CRC Sustainable Tourism.
- Delaney, H. 2016. Walking and cycling interactions on shared-use paths. PhD Thesis. Faculty of Environment and Technology, University of the West of England, Bristol.

- Den norske turistforening, Friluftsrådernes landsforbund og Innovasjon Norge 2013. MERKEHÅNDBOKA. Tilrettelegging og synliggjøring av turruter i fjellet, skogen og langs kysten.
- Den norske turistforening, Innovasjon Norge og Friluftsrådernes landsforbund 2019a. MERKEHÅNDBOKA. Tilrettelegging og synliggjøring av turruter. (www.merkehandboka.no)
- Den norske turistforening, Innovasjon Norge og Friluftsrådernes landsforbund 2019b. Turruter for tur og terreng – Sykkel. Veileder (www.merkehandboka.no).
- Dixon, G., Hawes, M. & McPherson, G. 2004. Monitoring and modelling walking track impacts in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area, Australia. *Journal of Environmental Management* 71: 303-318.
- Eagleston, H. & Marion, J.L. 2020. Application of airborne LiDAR and GIS in modeling trail erosion along the Appalachian Trail in New Hampshire, USA. *Landscape and Urban Planning* 198: 103765.
- Eide, N.E., Hagen, D., Gundersen, V., Vistad, O.I., Fangel, K., Erikstad, L., Strand, O. & Blumentrath, S. 2015. Sårbarhetsvurdering i verneområder. Utvikling av metodikk for å vurdere sårbarhet for vegetasjon og dyreliv knyttet til ferdsel i verneområder i fjellet. NINA Rapport 1191. Norsk institutt for naturforskning.
- Engelstad, F. 1999. Max Weber. Verdi og handling. Oslo: Pax Forlag AS.
- Erikstad, L., Bakkestuen, V., Hanssen, F.O., Stabbetorp, O., Evju, M. & Aarrestad, P. 2009. Evaluering av landsdekkende satellittbasert vegetasjonskart. NINA Rapport 448. Norsk institutt for naturforskning.
- ESRI Inc. 1999-2019. ArcGIS. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Evju, M., Hagen, D., Jokerud, M., Olsen, S.L., Selvaag, S.K. & Vistad, O.I. 2020. Effects of mountain biking versus hiking on trails under different environmental conditions. *Journal of Environmental Management*: in press. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111554>.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- Godtman Kling, K. 2019. *Paths to Collaboration? A Study on Multifunctional Mountain Trails*. Licentiate Thesis in Tourism Studies. Mittuniversitetet
- Godtman Kling, K., Fredman, P. og Wall-Reinius, S. 2017. Trails for tourism and outdoor recreation: A systematic literature review. *Tourism* 65/4: 488-508.
- Goeft, U. & Alder, J. 2001. Sustainable mountain biking: a case study from the southwest of Western Australia. *Journal of Sustainable Tourism* 9: 193-211.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Wold, L.C. & Mortensen, A.J. 2013. Ferdsel i Snøhettaområdet. Del 2. Dokumentasjonsrapport fokusområder og lokaliteter. NINA Rapport 934. Norsk institutt for naturforskning.
- Hagen, D., Eide, N.E., Evju, M., Gundersen, V., Stokke, B.G., Vistad, O.I., Rød-Eriksen, L., Olsen, S.L. & Fangel, K. 2019. Sårbarhetsvurdering av ferdselslokaliteter i verneområder, for vegetasjon og dyreliv. NINA Temahefte 73. Norsk institutt for naturforskning.
- Hagen, D. & Evju, M. 2011. Slitasje og sårbarhetskartlegging. I: Eide, N.E., Evju, M., Hagen, D., Blumentrath, S., Wold, L.C., Fangel, K. & Gundersen, V. Pilotprosjekt bevaringsmål i store verneområder. Utvikling av metoder for å overvåke bevaringsmål i store verneområder - tema fjell og landskap. NINA Rapport 652, s. 90-99. Norsk institutt for naturforskning.
- Hagen, D., Evju, M., Olsen, S.L., Andersen, O. & Vistad, O.I. 2016. Effekt av sykling og ridning på vegetasjon langs stier. Resultater fra en feltstudie. NINA Rapport 1288. Norsk institutt for naturforskning.
- Halvorsen, R., medarbeidere & samarbeidspartnere. 2016. NiN - typeinndeling og beskrivelsessystem for natursystem-nivået. Natur i Norge, Artikkel 3 (versjon 2.1.0): 1-528, Artsdatabanken, Trondheim (www.artsdatabanken.no).

- Hammit, W.E., Cole, D.N. & Monz, C.A. 2015. Wildland recreation: ecology and management. The authoritative guide to understanding and managing the ecological impacts of recreational activities in wildlands. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Hawes, M., Dixon, G. & Ling, R. 2013. A GIS-based methodology for predicting walking track stability. *Journal of Environmental Management* 115: 295-299.
- Horn, C., Devlin, P. & Simmons, D., 1994. Conflict in recreation: the case of mountain-bikers and trampers. Department of Conservation, New Zealand.
- IMBA 2015. A comparison of environmental impacts from mountain bicycles, class 1 electric mountain bicycles, and motorcycles: Soil displacement and erosion on bike-optimized trails in a Western Oregon forest. The International Mountain Bicycling Association.
- Johansen, B.E. 2009. Vegetasjonskart for Norge basert på Landsat TM/ETM+ data. NORUT Rapport 4/2009. Northern Research Institute Tromsø.
- Johansen, B.E., Aarrestad, P.A. & Øien, D.I. 2009. Vegetasjonskart for Norge basert på satellitt data. Delprosjekt 1: Klasseinndeling og beskrivelse av utskilte vegetasjonstyper. NORUT Rapport 3/2009. NORUT-NINA-NTNU.
- Kartverket 2015. Produktspesifikasjon for N50 Kartdata. https://register.geonorge.no/data/documents/Produktspesifikasjoner_N50%20Kartdata_v15_produktspesifikasjon-kartverket-n50kartdata-versjon20170401_.pdf
- Kartverket 2017. Produktspesifikasjon: Tur- og friluftsruter. Versjon 20171210. https://register.geonorge.no/data/documents/Produktspesifikasjoner_Tur-%20og%20friluftsruter_v6_produktspesifikasjon-kartverket-turfriluftsruter-20171210_.pdf
- Kjørstad, M., Bøthun, S.W., Gundersen, V., Holand, Ø., Madslie, K., Mysterud, A., Myren, I.N., Punsvik, T., Røed, K.H., Strand, O., Tveraa, T., Tømmervik, H., Ytrehus, B. & Veiberg, V. (red.) 2017. Miljøkvalitetsnorm for villrein. Forslag fra en ekspertgruppe. NINA Rapport 1400. Norsk institutt for naturforskning.
- Klima- og miljødepartementet 2018. Handlingsplan for friluftsliv. Natur som kilde til helse og livskvalitet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/ce805bbda07b40d184115b512d1c0de0/t-1564.pdf>
- Koemle, D.B.A. og Morawetz, U. B. 2016. Improving mountain bike trails in Austria: An assessment of trail preferences and benefits from trail features using choice experiments. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 15: 55-65.
- Kopecky, M. & Cizkova, S. 2010. Using topographic wetness index in vegetation ecology: does the algorithm matter? *Applied Vegetation Science* 13:450-459.
- Leung, Y.F. & Marion, J.L. 1996. Trail degradation as influenced by environmental factors: A state-of-the-knowledge review. *Journal of Soil and Water Conservation* 51: 130-136.
- Leung, Y.-F. & Marion, J.L. 1999. The influence of sampling interval on the accuracy of trail impact assessment. *Landscape and Urban Planning* 43: 167-179.
- Marion, J.L. & Wimpey, J. 2007. Environmental impacts of mountain biking: science review and best practices. - I Webber, P., (red.). Managing mounting biking, IMBA's guide to providing great riding International Mountain Bicycling Association, Boulder, CO, USA. s. 94-111.
- Marion, J.L. & Wimpey, J. 2017. Assessing the influence of sustainable trail design and maintenance on soil loss. *Journal of Environmental Management* 189: 46-57.
- Mattivi, P., Franci, F., Lambertini, A. & Bitelli, G. 2019. TWI computation: a comparison of different open source GISs. *Open Geospatial Data, Software and Standards* 4:6:1-12.
- Meadema, F., Marion, J.L., Arredondo, J. & Wimpey, J. 2020. The influence of layout on Appalachian Trail soil loss, widening, and muddiness: Implications for sustainable trail design and management. *Journal of Environmental Management* 257: 1-10.
- Meld. St. 18 (2015-2016). Friluftsliv. Natur som kilde til helse og livskvalitet. Melding til Stortinget. Det kongelige Klima- og miljødepartement.

- Miljødirektoratet 2015. Veileder for besøksforvaltning I norske verneområder. Veileder M 415-2015.
- Miljøstatus 2020. Vernet natur. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/naturomrader-pa-land/vernet-natur/>. Hentet 20.04.2020.
- Monz, C. & Kulmatiski, A. 2016. The emergence of “fat bikes” in the USA: Trends, potential consequences and management implications. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 15: 20-25.
- Monz, C.A., Pickering, C.M. & Hadwen, W.L. 2013. Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 441-446.
- Nielsen, T., Palmatier, S.M. & Proffitt, A. 2019. Recreation conflicts focused on emerging e-bike technology. Parks & Open Space, Boulder County.
- Olive, N.D. & Marion, J.L. 2009. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreational trails. *Journal of Environmental Management* 90: 1483-1493.
- Pescott, O.L. & Stewart, G.B. 2014. Assessing the impact of human trampling on vegetation: a systematic review and meta-analysis of experimental evidence. *PeerJ* 2: e360.
- Pham, T.G., Degener, J. & Kappas, M. 2018. Integrated universal soil loss equation and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research* 6: 99-110.
- Pickering, C.M. 2010. Ten factors that affect the severity of environmental impacts of visitors in protected areas. *Ambio* 39: 70-77.
- Pickering, C.M., Rossi, S. & Barros, A. 2011. Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol. *Journal of Environmental Management* 92: 3049-3057.
- Pröbstl-Haider, U., Lund-Durlacher, D., Antonschmidt, H. & Hödl, C. 2018. Mountain bike tourism in Austria and the Alpine region – towards a sustainable model for multi-stakeholder product development. *Journal of Sustainable Tourism* 26: 567-582.
- QGIS Development Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Roovers, P., Verheyen, K., Hermy, M. & Gulinck, H. 2004. Experimental trampling and vegetation recovery in some forest and heathland communities. *Applied Vegetation Science* 7: 111-118.
- Quinn, M. & Chernoff, G. 2010. Mountain biking: a review of the ecological effects. A literature review for Parks Canada - National office (Visitor Experience Branch). Miistakis Institute.
- Schlemmer, P., Barth, M. & Martin Schnitze, M. 2019. Comparing motivational patterns of e-mountain bike and common mountain bike tourists. *Current Issues in Tourism* 23: 1-5.
- Statens kartverk 2006. SOSI standard – generell objektkatalog versjon 4.0. Fagområde: Løsmassegeologi. <https://www.kartverket.no/geodataarbeid/Standarder/SOSI/SOSI-standarden-del-2/>
- Stott, T. 2019. Mountain Biking I: Huddart, D. & Stott, T. *Outdoor Recreation*. Kap 7, s. 163-185. Springer Verlag.
- Symmonds, M.C., Hammitt, W.E. & Quisenberry, V.L. 2000. Managing recreational trail environments for mountain bike user preferences. *Environmental Management* 25: 549-564.
- Terrengsykkelbladet 2019. Utgave mars 2019.
- Thurston, E. & Reader, R.J. 2001. Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest. *Environmental Management* 27: 397-409.
- Tolvanen, A., Forbes, B., Rytönen, K. & Laine, K., 2001. Regeneration of dominant plants after short-term pedestrian trampling in subarctic plant communities. In: Wielgolaski, F.E. (Ed.), *Man and the Biosphere Series: Nordic Mountain Birch Ecosystems*. UNESCO, Paris, and Parthenon, s. 361-370.
- Tolvanen, A. & Kangas, K. 2016. Tourism, biodiversity and protected areas – Review from northern Fennoscandia. *Journal of Environmental Management* 169: 58-66.

- Tomczyk, A.M. 2011. A GIS assessment and modelling of environmental sensitivity of recreational trails: The case of Gorce National Park, Poland. *Applied Geography* 31: 339-351.
- Tomczyk, A.M. & Ewertowski, M. 2013. Planning of recreational trails in protected areas: Application of regression tree analysis and geographic information systems. *Applied Geography* 40: 129-139.
- Tomczyk, A.M. & Ewertowski, M. 2016. Recreational trails in the Poprad Landscape Park, Poland: the spatial pattern of trail impacts and use-related, environmental, and managerial factors. *Journal of Maps* 12: 1227-1235.
- Tomczyk, A.M., Ewertowski, M.W., White, P.C.L. & Kasprzak, L. 2017. A new framework for prioritising decisions on recreational trail management. *Landscape and Urban Planning* 167: 1-13.
- Törn, A., Siikamäki, P. & Tolvanen, A. 2010. Can horse riding induce the introduction and establishment of alien plant species through endozoochory and gap creation? *Plant Ecology* 208: 235-244.
- Törn, A., Tolvanen, A., Norokorpi, Y., Tervo, R. & Siikamäki, P. 2009. Comparing the impacts of hiking, skiing and horse riding on trail and vegetation in different types of forest. *Journal of Environmental Management* 90: 1427-1434.
- Vaage, O.F. 2015. Fritidsaktiviteter 1997-2014. Barn og voksnes idrettsaktiviteter, friluftsliv og kulturaktiviteter. Resultater fra Levekårsundersøkelsene. Statistisk Sentralbyrå. Rapport 2015/25. Statistisk sentralbyrå.
- Wade, C.R., Bolding, M.C., Aust, W.M., Lakel III, W.A. & Schilling, E.B. 2012. Comparing sediment trap data with the USLE-Forest, RUSLE2, and WEPP-Road erosion models for evaluation of bladed skid trail BMPs. *Transactions of the ASABE* 55: 403-414.
- Whinam, J. & Chilcott, N.M. 2003. Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. *Journal of Environmental Management* 67: 339-351.
- White, D.D., Waskey, M.T., Brodehl, G.P. & Foti, P.E. 2006. A comparative study of impacts to mountain bike trails in five common ecological regions of the Southwestern US. *Journal of Park and Recreation Administration* 24: 21-41.
- Wilson, J.P. & Seney, J.P. 1994. Erosional impact of hikers, horses, motorcycles, and off-road bicycles on mountain trails in Montana. *Mountain Research and Development* 14: 77-88.
- Wimpey, J.F. & Marion, J.L. 2010. The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails. *Journal of Environmental Management* 91: 2028-2037.
- Zajc, P. & Berzelak, N. 2016. Riding styles and characteristics of rides among Slovenian mountain bikers and management challenges. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 15: 10-19.
- Aas, Ø. & Kippernes, K.H. 2019. Med hjelpemotor i terrenget. *Terrengsykkelbladet*, mars 2019.

Vedlegg 1 Ferdsestellers i feltstudien

Data over total bruk på stiene for hver studieperiode (antall passeringer fra IR-tellerne og sykkel-tellerne). Periodene varierte med fra en til noen få dager for gåsti og sykkelsti på samme studiested. Numre som er markert med (*) er estimert, se tekst under for detaljer.

Studieområde	Bruk	1.periode Vest:8.5-11.6 Øst: 5.6-4.7		2.periode Vest: 12.6-8.7 Øst: 5.7-1. 8		3.periode Vest: 9.7-7.8 Øst: 2.8-2.9		4.periode Vest: 8.8-9.9 Øst: 3.9-25.9	
		IR	Sykkel	IR	Sykkel	IR	Sykkel	IR	Sykkel
Vestlandet	Sykkelsti	661	245	536	310	652	362	601*	220*
Vestlandet	Gåsti	990	119	274	59	423*	77	240*	42
Østlandet	Sykkelsti	312*	107	331	233	272	140	589	429
Østlandet	Gåsti	639	51*	1269	204*	570	95*	832*	88*

Vestlandet sykkelsti: nederste IR-teller registrerte 135 passeringer klokka 11.00, dato 09.09, disse passeringene ble fjernet før analyse. Nederste sykkel-teller sluttet å virke 18.08 (85 passeringer registrert i 4. periode). Passeringer i 4. periode er estimert fra gjennomsnittlige passeringer på stien de tre andre periodene. Gjennomsnittlig 2,37 sykklister på nederste teller per 1 syklist på telleren øverst. 93 passeringer på øverste teller i 4. periode korresponderer til 220 passeringer på nederste teller.

Vestlandet gåsti: nederste IR-teller stoppet å fungere 21.07 (114 passeringer var registrert i 3.periode). Passeringer i 3. periode ble estimert fra gjennomsnittlig antall passeringer fra IR-tellerne på stien de to tidligere periodene. Gjennomsnittlig 1,4 tellinger på nederste teller per 1 telling på øverste teller. 303 passeringer på øverste teller i 3. periode korresponderer med 423 passeringer på nederste teller. Passeringer i 4. periode på nederste IR-teller ble estimert fra gjennomsnittlig antall passeringer av sykkel-registreringer og antall personer som registrerte seg i turboka de tre andre periodene. Gjennomsnittlig: 17 % av passeringene på IR-teller var sykkel-passeringer og 21 % av alle registrerte seg i boka. 42 sykkelpasseringer i 4. periode: $42/0,17=247$. 49 personer registrerte seg i turboka 4.periode: $49/0,21=233$. $(247 \times 233)/2=240$.

Østlandet sykkelsti: nederste IR-teller registrerte 537 passeringer mellom klokka 13.00 og 20.00, dato 22.06, disse passeringene ble fjernet før analyse. 31.08 var det et sykkelritt og 340 sykkelpasseringer ble registrert på nederste sykkel-teller. Dette passer godt med faktiske sykklister i rittet: 342 sykklister startet rittet, men 16 personer fullførte ikke, dermed må 326–342 personer ha passert tellerne.

Østlandet gåsti: nederste IR-teller registrerte 220 passeringer mellom klokka 09.00-11.00, dato 19.09, disse passeringene ble fjernet før analyse. Ingen av sykkel-tellerne fungerte ordentlig. Strava-data ble dermed brukt for å estimere sykkelbruk de ulike periodene. Estimeringen ble basert på sykkel-tellingene og Strava-data på sykkelstien ved Lillehammer. Ved å se på forholdet mellom Strava-registranter og antall sykklister som ble registrert på nederste sykkel-teller for hver studieperiode på sykkelstien, fikk vi andelen av sykklister som registrerte seg på Strava. Vi forutsatte at andel sykklister som registrerte turen sin på Strava var lik på de to stiene ved Lillehammer, og dermed multipliserte vi denne andelen med faktiske Strava-registranter på gåstien for hver periode.

Vedlegg 2 Brukerundersøkelse

Norsk institutt for naturforskning (NINA) gjennomfører et forskningsprosjekt med tittel «Slitasje og egnethet for stier brukt til sykling», der særlig de nye mulighetene for sykling i verneområder er utgangspunktet.

Vi ønsker mer kunnskap om hva ulike typer stisyklister regner som «egna sti» for sin egen stisykling, og håper å få fram de variasjonene vi vet det er blant stisyklister, fra de «forsiktige» til de mer «ekstreme». I spørsmålene skiller vi av og til mellom el-sykler og «vanlige» sykler.

Ved å fylle ut dette spørreskjemaet bidrar du til å bedre kunnskapsgrunnlaget om stisykling og gode sykkelstier, om gode sykkelopplevelser og sykkelutstyr, i hvilke sammenhenger sykkelen brukes, og hvor viktig sykling er for hver enkelt. Vi vil også vite hvilke ønsker du har om tilrettelegging, hvilke synspunkter du har på sambruk av stier med f.eks. turgåere, og effekter av stisykling på naturmiljøet.

Du har nå klikka inn på lenka til undersøkelsen. Vær snill og fortsett med å fylle ut skjemaet, det vil ta deg ca. 7-10 min. Noen spørsmål er frivillige, men i hovedsak må du svare på et spørsmål for å komme videre til neste spørsmål.

Undersøkelsen er anonym.

Om din sykkel og ditt forhold til sykling

Detaljer om hvilken sykkeltype du har kommer senere, men først noen enkle overordna spørsmål om du har vanlig sykkel eller el-sykkel

Har du «vanlig» sykkel eller el-sykkel?

Vanlig El-sykkel Begge deler

Har du planer om å kjøpe el-sykkel?

Nei Ja Kanskje

Hvilken sykkel bruker du mest?

Vanlig sykkel El-sykkel Bruker begge like mye

Hva slags type syklist vil du karakterisere deg selv som?

Kryss av for maksimum tre alternativer (som passer særlig godt for deg).

Jeg er...

- En transportsyklist (f.eks. til/fra jobb) som foretrekker asfalt/landevei
- En konkurransesyklist – særlig landevei (trener for konkurranse)
- En fritidssyklist som foretrekker asfalt/landevei
- En fritidssyklist som foretrekker å sykle på grusveier/kjerreveier/traktorveier
- En terrengsyklist som foretrekker å sykle sti/off-road
- En terrengsyklist som foretrekker utfordrende sti eller naturforhold, eks. utforsykling.
- En el-syklist som foretrekker grusveier/asfalt

- En el-syklist som foretrekker stier
- En el-syklist som foretrekker utforsyking

Her ønsker vi å få vite litt om hvorfor du sykler, hvor og hvordan du sykler og hvilken betydning sykling har for deg. Hvor godt stemmer disse påstandene for deg?

	stemmer dårlig 1	2	3	4	stemmer godt 5
Jeg bruker sykkel mest som et nyttig transportmiddel (f.eks. til arbeid, ærend mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg sykler mest korte turer på asfalt/vei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg sykler mest for å trene og bruke kroppen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg sykler gjerne på grusveg/veg i naturomgivelser, men ikke på stier eller i terrenget	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sykling er min viktigste fritidsaktivitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sykling på sti er min viktigste fritidsaktivitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg sykler mest for å trene til ritt/konkurranser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Syklingen øker min livskvalitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uten syklingen hadde livet mistet mye av sin mening	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg sykler gjerne sammenhengende turer over flere dager og overnatter undervegs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg misliker el-sykel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg er veldig fornøyd med min el-sykel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det var el-sykkelen som gjorde meg til en aktiv syklist på grus og veg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg bruker mest el-sykel når jeg sykler på stier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sykkeltipe og sykling - mengde og lengde

Sykler du både på barmark og snø/isføre?

- Bare på barmark Både på barmark og snø/isføre

Omtrent hvor mange dager de siste 12 månedene har du...

...vært på tur med EL-SYKKEL i naturomgivelser (inkludert grusveier)?

...vært på tur med VANLIG SYKKEL i naturomgivelser (inkludert grusveier)?

Hvor mange av sykkeldagene med vanlig sykkel var på sti/offroad/utfor?
Hvor mange av sykkeldagene med el-sykkel var på sti/offroad/utfor?

En el-sykkel øker muligheten for å sykle mer og lengre pr dag. Hvor mye lengre sykler du i løpet av en «normal sykkeldag» med el-sykkel sammenlignet med vanlig sykkel?

- Like langt
- En-og-en halv gang så langt
- Dobbelt så langt
- Tre ganger så langt
- Fire ganger så langt
- Fem ganger så langt
- Enda lengre
- Vet ikke

Om sykling og vanskelighetsgrad på turruta

I den norske merkehåndboka så skiller en mellom tre måter å sykle på: **tursykling**, **terrengsykling** og **utforsykling**. «Tursykling er definert til sykling på vedlikeholdt vei, mens terrengsykling er definert til sykling utenom vedlikeholdt vei.» I tillegg brukes fire fargesymboler etter ulik vanskelighetsgrad på turrutene. En skiller mellom **Enkel** (grønn), **Middels** (blå), **Krevende** (rød) og **Ekspert** (svart).



Tursykling



Terrengsykling



Utforsykling

Regner du deg som... (se forklaring over, du kan svare ja på flere)

- | | | |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| Tursyklist? | <input type="checkbox"/> Nei | <input type="checkbox"/> Ja |
| Terrengsyklist? | <input type="checkbox"/> Nei | <input type="checkbox"/> Ja |
| Utforsyklist? | <input type="checkbox"/> Nei | <input type="checkbox"/> Ja |

Hvor vanskelig rute takler du som...

- | | | | | |
|--------------------|--|--|---|--|
| ...Tursyklist? | <input type="checkbox"/> grønn (enkel) | <input type="checkbox"/> blå (middels) | <input type="checkbox"/> rød (krevende) | <input type="checkbox"/> svart (ekspert) |
| ...Terrengsyklist? | <input type="checkbox"/> grønn (enkel) | <input type="checkbox"/> blå (middels) | <input type="checkbox"/> rød (krevende) | <input type="checkbox"/> svart (ekspert) |

...Utforsyklist? grønn (enkel) blå (middels) rød (krevende) svart (ekspert)

Litt mer om sykkelutstyret ditt – for tur-/stisykling

Sykling krever utstyr og det er mye forskjellig å velge mellom. Vær snill å svare så presist du kan på disse spørsmålene slik at vi kan få mer kunnskap om hva som er viktig for deg som syklist.

Hvilke(n) sykkel har/bruker du? (ved behov, kryss av for flere alternativer)

Vanlig landeveisykkel Kross (CX) Cross-country (XC)/ hardtail-sykkel / halvdempet terrengsykkel Stisykkel Endurosykkel Utforsykkel Dirt-jump-sykkel Tjukksykkel (fat bike) Elektrisk stisykkel Elektrisk endurosykkel Elektrisk utforsykkel USIKKER PÅ HVA SLAGS SYKKEL JEG HAR

Hvilken av de overnevnte syklene bruker du mest? (hvis du bare har/bruker en sykkel krysser du av denne)

Vanlig landeveisykkel Kross (CX) Cross-country (XC)/ hardtail-sykkel / halvdempet terrengsykkel Stisykkel Endurosykkel Utforsykkel Dirt-jump-sykkel Tjukksykkel (fat bike) Elektrisk stisykkel Elektrisk endurosykkel Elektrisk utforsykkel

Hvilken rammestørrelse har du på din mest brukte sykkel?

X-large 21-22 tommer Large 19-20" Medium 17-18" Small 15-16" X-small 14" Jeg er usikker

Hvilken hjulstørrelse har du på din mest brukte sykkel?

26" 27,5" 29" Annen størrelse, hvilken? Jeg er usikker

Hvor mye koster din dyreste sykkel?

0 - 4 999 5 000 - 9 999 10 000 - 14 999 15 000 - 19 999 20 000 - 24 999 25 000 - 29 999 30 000 - 34 999 35 000 - 39 999 40 000 - 44 999 45 000 - 49 999 50 000 eller mer Vet ikke

Planlegger du å kjøpe en el-sykkel for sti/terreng?

Ja Nei Usikker

Hvilken type el-sykkel for sti/terreng planlegger du å kjøpe?

sti enduro utfor vet ikke

Hvorfor vil du kjøpe el-sykkel?

Pga. helse, slik at jeg kan fortsette å sykle som tidligere

stemmer dårlig 1 2 3 4 stemmer godt 5

stemmer dårlig 1 2 3 4 stemmer godt 5

- Fordi det blir lettere å sykle stemmer dårlig 1 2 3 4 stemmer godt 5
- Slik at jeg kan sykle lengre turer stemmer dårlig 1 2 3 4 stemmer godt 5
- For å komme lett opp til topper for så å sykle utfor stemmer dårlig 1 2 3 4 stemmer godt 5

Sykling i nasjonalparker

Har du noen gang sykla i en norsk nasjonalpark?

- Ja, hvilke? Nei Vet ikke

Kunne du tenke deg å sykle i en norsk nasjonalpark?

- Ja Nei Vet ikke

Kan du utdype hvorfor/hvorfor ikke?

Nedenfor følger en del spørsmål om sykling på sti, hva som gjør stier egna for sykling, om slitasje på stier og om forstyrrelser av dyreliv. De som **ikke er stisyklister** skal bare svare på noen av disse spørsmålene, derfor spør vi først:

Sykler du på sti?

- Ja Nei

Om slitasje på vegetasjon

Stier er enten et resultat av bruk og slitasje eller så er de opparbeidet til å bli sti. Slitasjen kan være mer eller mindre omfattende, og det er mange forhold som kan styre omfanget av slitasjen.

Her ønsker vi å vite hvordan du opplever slitasje.

Hvordan opplever du *omfattende* slitasje på vegetasjonen rundt stier?

- 1 spiller ingen rolle 2 3 4 5 Svært negativt

Vurderer du slitasje som mindre eller mer alvorlig innenfor enn utenfor en nasjonalpark?

- 1 mindre 2 3 likt 4 5 mer

I hvilken grad...

- | | I liten grad | 1 | 2 | 3 | 4 | I stor grad | 5 |
|---|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|-------------|---|
| unngår du å bruke stier med stor slitasje? | <input type="checkbox"/> I liten grad 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> I stor grad 5 | | |
| unngår du å sykle på sti i perioder med mye regn og vått terreng? | <input type="checkbox"/> I liten grad 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> I stor grad 5 | | |

Tror du syklisten sliter mindre eller mer på terreng og vegetasjon, enn de som går langs stien?

1 Mindre 2 3 Likt 4 5 Mer

Om forstyrrelser og dyreliv

Vi ønsker å kartlegge syklistenes syn og holdninger til eventuell forstyrrelse av dyreliv (fugler og pattedyr).

Tror du sykling på sti i verneområder kan forstyrre dyrelivet i området?

1 i svært liten grad 2 3 4 5 i svært stor grad VET IKKE

På hvilken måte tror du evt. sykling kan forstyrre?

I mange fjellområder er det villrein, der sykling og annen ferdsel kan forstyrre reinen. Her er noen eksempler på aktuelle tiltak for å unngå forstyrrelse av villrein.

Hvordan ville du som syklist oppfatte disse tiltakene for å skåne villreinen?

	Negativt 1	2	Likegyldig 3	4	Positivt 5
Nattestenging av stien/ruta	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Forbud mot ferdsel i spesielt sårbare PERIODER for villreinen	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Forbud mot ferdsel i spesielt sårbare OMRÅDER for villreinen	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Forbud mot telting langs stien/ruta	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Omlagging av stien/ruta for å unngå viktige villreinområder	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Nedlegging av stien/ruta for å oppnå større sammenhengende områder uten ferdsel i villreinområder	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5
Forbud mot el-sykkel i visse områder for å unngå enkel tilgang til villreinens kjerneområder	<input type="checkbox"/> Negativt 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> Likegyldig 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Positivt 5

Tror du syklisten forstyrrer dyrelivet mindre eller mer enn de som går langs stien?

1 Mindre 2 3 Likt 4 5 Mer

Egnethet for stisykling

Det er ulike ønsker for hvordan den «gode sykkelstien» skal være, bl.a. avhengig av hvilken type syklist stien skal passe for, og hvor den ligger. Under ønsker vi å få svar på hva som er en god sykkelsti for deg.

Oppgi hvordan du helst vil at sykkelstien skal være.

Jeg foretrekker at...

	Helt uenig 1	2	3	4	Helt enig 5
Stien ligger på snaufjellet	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien går i skogsterreng	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien bare går i tørre områder	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien er minst 1 meter brei	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien er så smal at en får «nærkontakt» med naturen rundt.	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien er lagt slik at en aldri må bære sykkel	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien er svingete og utfordrende å sykle, fordi jeg er mer opptatt av å følge linja/stibanen enn av å ha høy fart	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien har mye stor stein eller trerøtter i selve stibanen, fordi jeg liker utfordringen med å klare crux	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Stien har innslag av myr	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5

Om sosiale forhold og ulike brukergrupper på stien

Jeg syns at...

	Helt uenig 1	2	3	4	Helt enig 5
Stien bør være så brei at en lett kan passere andre brukere	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Det bør være egne stier forbeholdt syklist	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Det bør være fartsbegrensning for sykling i en nasjonalpark	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Alle stier bør kunne brukes av alle aktuelle brukergrupper i en nasjonalpark	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Det bør være én anbefalt sykkelretning på alle rundløypestier	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5
Det bør være forbud mot el-sykkel i nasjonalparker	<input type="checkbox"/> Helt uenig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Helt enig 5

Ønsker om tilretteleggingstiltak for sykling i naturen

Hvor viktig er følgende tiltak for deg når du sykler i naturen?

	Ikke viktig 1	2	3	4	Svært viktig 5
Toaletter langs stien/ruta	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Fysisk opparbeiding/tilpasning av selve sti-/vegbanen til sykkelbehov for å skåne mark og vegetasjon utenfor	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Brosjyrer om ulike sykkelmuligheter	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Søppeldunker lang stien/ruta	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Bruer over bekker og små elver	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Klopplegging over myr som er tilpasset syklisters behov for trygg sykling	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5
Tydelig skilting om hvilke stier som passer for tursykling, for stisykling eller for utforsykling	<input type="checkbox"/> Ikke viktig 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> Svært viktig 5

Hvilke nettsteder bruker du for å sjekke ut muligheter for stisykling?**Bakgrunnsinformasjon****Kjønn?**

Kvinne Mann

Alder?**Sivilstatus/livssituasjon?**

Gift/samboer med barn Gift/samboer uten barn Enslig med barn Enslig uten barn Bor hjemme hos foreldre/foresatte

I hvilken kommune bor du? (sortert etter fylke)**Hva er din høyeste fullførte utdanning?**

Barne-/ungdomskole Videregående skole(r) Universitet/høgskole, med 1-3 års utdanning Universitet/høgskole, med mer enn 3 års utdanning

Hva er din brutto årsinntekt (ca.)?

0 - 99 000 kr 100 000 - 299 000 kr 300 000 - 599 000 600 000 - 799 000 800 000 - 999 000 1 000 000 eller mer Vil ikke svare

Tusen takk for at du deltok i undersøkelsen!

Vedlegg 3 Veileder for GIS-modellering av egnethet

Tilgjengelige datasett

Beregning av naturens egnethet og egnethet for stisyklister er avhengig av visse raster- og vektor-GIS-datasett (**Tabell V1**). I tillegg må det opprettes et TWI-raster fra den digitale terrengmodellen (DTM).

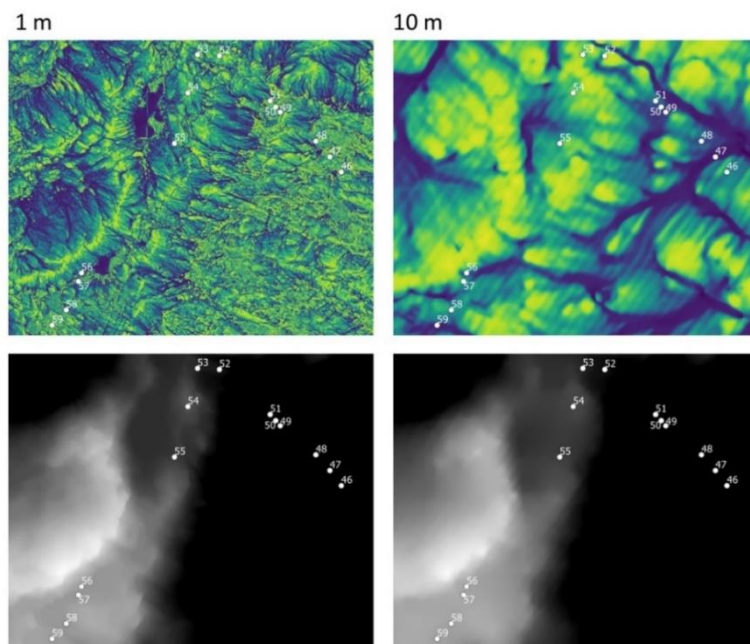
Tabell V1. Datasett

Datatype	Navn	Dataformat	Kilde
DTM	Digital terrengmodell	Raster (1×1 m)	hoydedata.no
DTM	Digital terrengmodell	Raster (10×10 m)	hoydedata.no
Vegetasjon	Satellittbasert vegetasjonskart for Norge	Raster (30×30 m)	https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/Dataset/Details/15
Løsmasser	NGUs løsmassekart	Vektor	kartkatalog.geonorge.no
Stier	N50 samferdsel	Vektor	https://kartkatalog.geonorge.no/meta-data/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac
Stier	OpenStreetMaps	Vektor	https://download.geofabrik.de/europe/norway.html

Oppretting av Topografisk fuktighetsindeks (TWI)

Topografisk fuktighetsindeks (TWI) beregnes med bruk av SAGA Topographic Wetness Index (TWI)-algoritmen. Denne beregner TWI basert på helningsgrad (i radianer) og arealet av nedbørsfeltet, per piksel. Algoritmeparametere som brukes, er (1) «constant transmissivity», (2) «areas given as specific catchment area» og (3) «standard model». Helningsgrad estimeres fra DEM med bruk av SAGA Slope, Aspect Curvature-algoritmen, med bruk av en ni-parameters andreordens polynomial. Før beregning av helningsgrad må DEM-data glattes ut med SAGA Gaussian Filter-algoritmen (algoritmeparametere: SD = 1, search model = circle, search radius = 5) for å redusere artefakter innen DEM-dataene. Nedbørsfeltareal beregnes med bruk av SAGA Catchment Area-algoritmen (Method = Multiflow Direction).

I vårt datasett var den romlige fordelingen av beregnede TWI-verdier sterkt avhengig av den romlige oppløsningen på den underliggende DEM-en (**Figur V1**), der TWI-er estimert med bruk av DEM med 1 m romlig oppløsning viste mye finere struktur enn de estimert fra en 10-m DEM.



Figur V1. Topografisk fuktighetsindeks (TWI) (øvre paneler) og DEM (nedre paneler), for romlige oppløsninger på 1 m (til venstre) og 10 m (til høyre) i Langsua nasjonalpark. TW-verdier rangerer fra høye (blå) til lave (gule). Høyde over havet rangerer fra 1200 m (svart) til 1350 m (hvitt). Registrerte sensitive enheter fra valideringen av modellen er lagt oppå som prikker.

Oppretting av stidata

Stidata består av en shapefil av stiene innenfor nasjonalparken og brukes i beregningen av naturens egnethet, tilgjengelighet og stiens vanskelighetsgrad. To datasett over transportruter, N50 samferdsel og OpenStreetMaps veier blir først kombinert for å lage et veinettverk. I neste steg ekstraheres stiene fra dette veinettet. **Tabell V2** viser kilden til nødvendige data. For noen av analysene er det nødvendig med data innenfor en 5 km buffer rundt nasjonalparkgrensa. Oppretting av stidata skjer derfor for nasjonalparken inkl. buffer.

Tabell V2. Datakilder til stidata.

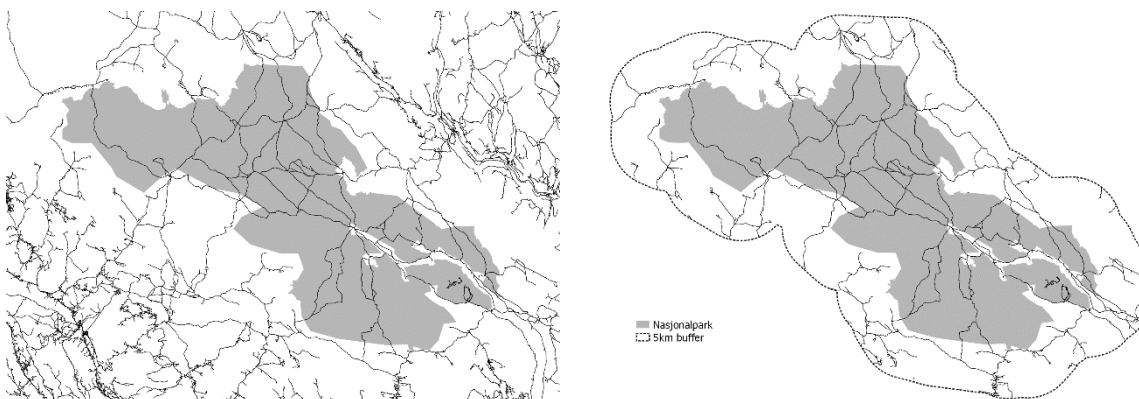
Datasett	Distributør	URL
N50 kartdata	Geonorge	https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac
OSM	Geofabrik	https://download.geofabrik.de/europe/norway.html

Programvaren nødvendig for å gjennomføre prosedyren er ArcMap med Spatial Analyst Extension (hvilken som helst versjon) og QGIS versjon 2.18 (eller tidligere; senere versjoner har ikke verktøyet «geometry snapper»).

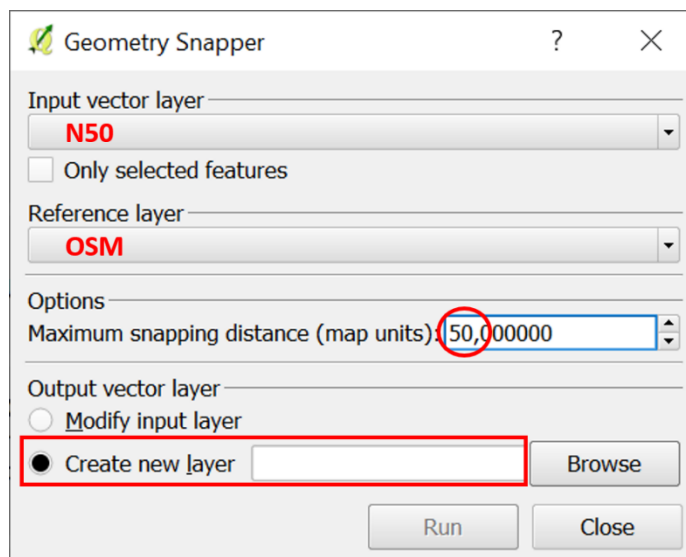
Tilrettelegging av data

1. Etter nedlasting av data velges kun det laget som er av interesse og lagres som ny shapefil med koordinatsystem EUREF89 UTM zone 33 (ESPG code 25833). Dette kan gjøres i alle GIS-programvarer (f.eks. QGIS eller ArcGIS). Husk å beholde ALLE veidata, de er nødvendige for analyser av tilgjengelighet. Vi anbefaler også å klippe dataene til arealet av interesse ved å bruke en shapefil over nasjonalparken med en 5 km buffer.

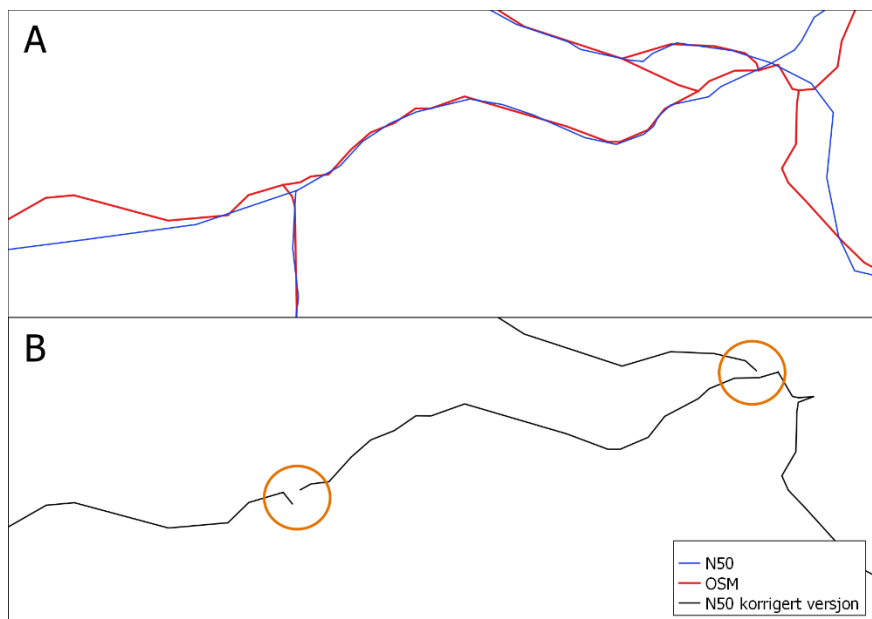
Datasett	Lag av interesse	Opprinnelig format	Opprinnelig koordinatsystem
N50	Samferdsel	SOSI/FGDB	EUREF89 UTM zone 33
OSM	Roads	Shapefile	WGS84



2. OSM-data er ofte mer omfattende og presise fordi de som regel er kartlagt med en finere romlig oppløsning enn N50-data, men er ikke tilgjengelig for alle nasjonalparker. Ved å bruke «**Geometry Snapper plugin**»²⁴, som bare er tilgjengelig QGIS 2.18 (og tidligere versjoner), tilpass geometrien til N50-veiene («input data layer») til å matche OSM-veiene («reference data layer»); bruk en buffer på 50 m. Da vil alle N50-veier som er innenfor en avstand på 50 m fra OSM-veier bli endret til å matche OSM-veiene.

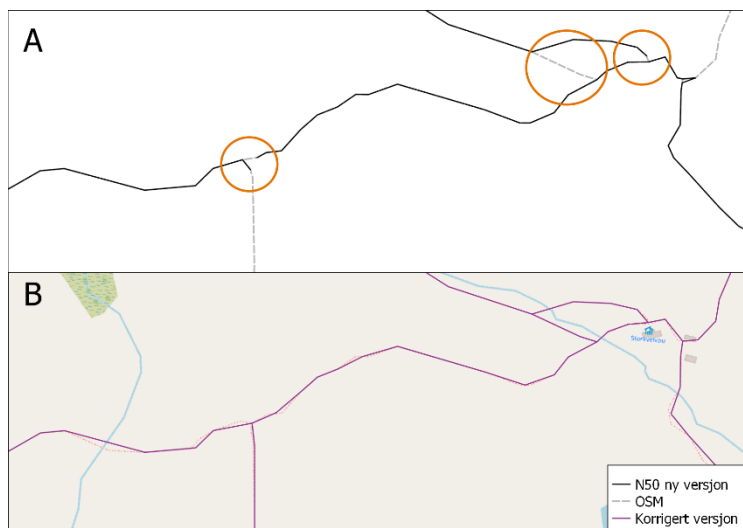


²⁴ https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/plugins/plugins_geometry_snapper.html



3. Nå som N50-veiene er korrigert, skal du slå sammen N50- og OSM-data til ett veidatasett. Du kan beholde oversikt over kilden til hver vei ved først å legge til et felt for hver egenskapstabell og gi alle veiene hhv. egenskapen 'N50' eller 'OSM'. Kombiner data med bruk av **Merge**-verktøyet i ArcGIS (Data Management Tools → General → Merge) eller **Merge Vector Layers**-verktøyet i QGIS (Data Management Tools → Merge Vector Layers).
4. Sammenslåing av datasett vil resultere i en duplisering av linjer der geometrien er identisk. Disse duplikatene må fjernes. For å gjøre det lag et nytt felt i egenskapstabellen hvor start- og sluttkoordinatene til hver linje kombineres til én koordinatkode (m.a.o. startX_startY_endX_endY). Slett alle identiske geometrier med bruk av **Delete Identical**-verktøyet i ArcGIS (Data Management Tools → General → Delete Identical); bruk koordinatkode som felinput ²⁵. Så vidt vi vet har QGIS per nå ikke et verktøy for å identifisere og slette identiske egenskaper, men dette kan bli tilgjengelig i versjon 3.16.
5. Bruk tilgjengelige referansekart (f.eks. topografiske kart, OpenStreetMaps, ortorektifiserte turkart) til å redigere veidatasettet manuelt. Sørg for at alle polylinjer i nettverket er forbundet med hverandre ved å snappe hjørnepunktene.

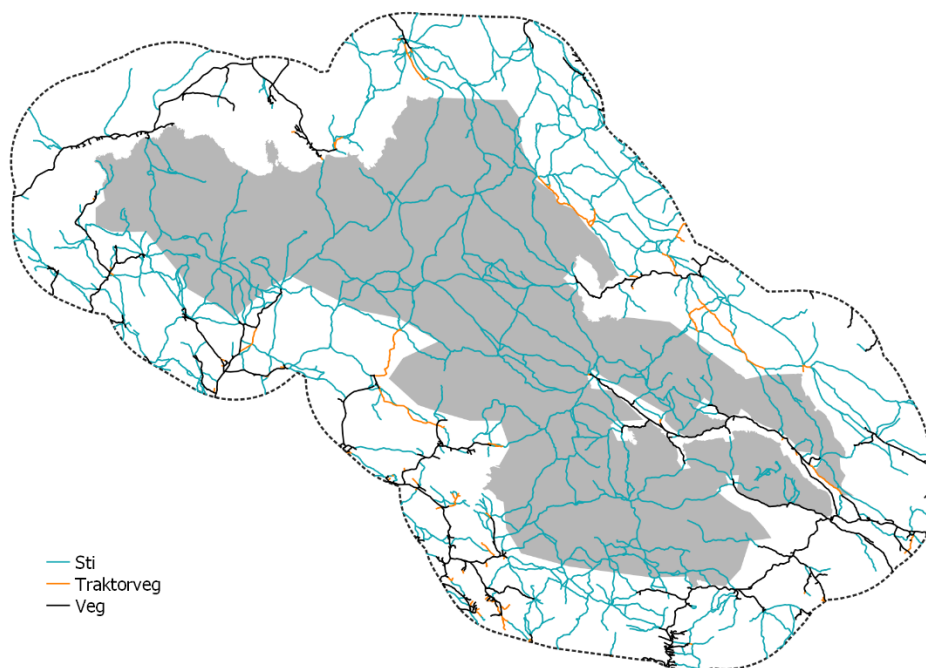
²⁵ For mer informasjon om hvordan gjøre dette, se <https://support.esri.com/en/technical-article/000005365>



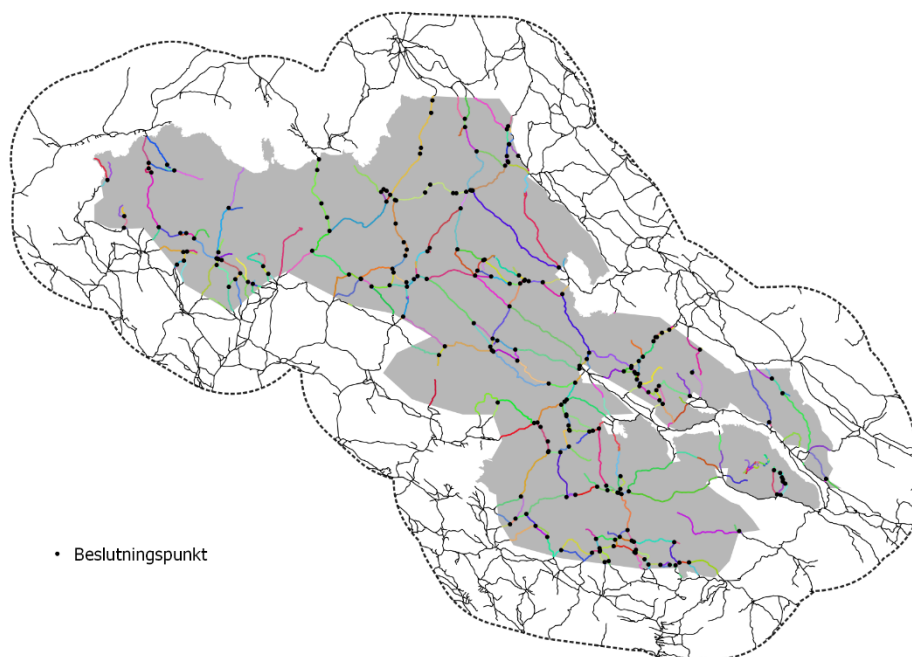
6. Egenskapstabellen må oppdateres slik at type vei fra både OSM og N50 kombineres til ett enkelt felt. Veitypene må reklassifiseres til tre klasser basert på overflatetype; asfalt, grus og naturlig (sti).

OSM 'fclass'	N50 'objtype'	Overflatetype
Bridleway		
Cycleway		
Living_street		
Motorway		
Motorway_link		
Pedestrian		
Primary	VegSenterLinje	Asfalt
Primary_link		
Trunk		
Trunk_link		
Unclassified		
Unknown		
Footway	Sti	Naturlig
Path		
Track		
Track_grade1		
Track_grade2		
Track_grade3	Traktorveg	Grus
Track_grade4		
Track_grade5		

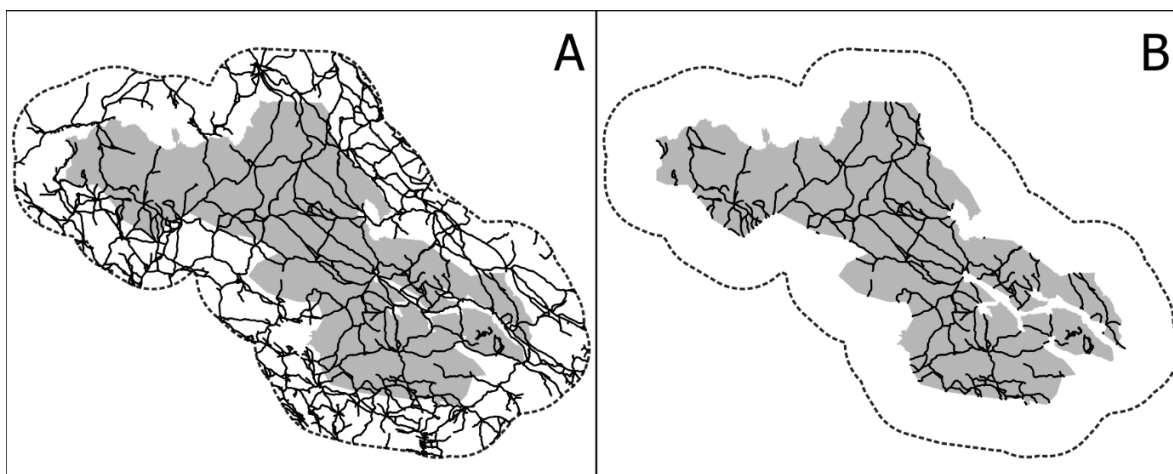
7. Neste trinn er å slå sammen geometriene for alle veiene basert på overflatetype. Dette trinnet er viktig for å slå sammen mindre polylinjer og artefakter slik at vi kan definere veisegmentene som seksjoner mellom to interseksjoner (kryss; trinn 8). Bruk **Dissolve**-verktøyet med overflatetype som «dissolve»-felt.



8. Veinettverket vil splittes inn veisegmenter ved å bruke veikryss eller beslutningspunkter. Disse punktene er definert som punkter hvor en bruker må beslutte seg for et veivalg mellom to eller flere alternative segmenter, dvs. der to eller flere veilinjer krysses. Det finnes verktøy for å gjøre dette automatisk (f.eks. **Line intersections**-verktøyet i QGIS). Vi fant imidlertid at den mest pålitelige måten var å manuelt digitalisere beslutningspunktene. Merk at for analysene i dette prosjektet er det bare nødvendig å digitalisere beslutningspunktene innenfor nasjonalparkens grenser.
9. Det sammenslåtte veinettverket ble så delt inn i segmenter med bruk av beslutningspunktene og **Split Line at Point**-verktøyet i ArcGIS (Data Management Tools → Features → Split Line at Point). Resultatet blir et nettverk bestående av tre overflatetyper og delt inn i segmenter mellom beslutningspunktene.



10. Siste trinn i prosessen er å tildele unike ID-er til linjesegmentene. Dette kan gjøres med å legge til et felt i egenskapstabellen og tilegne en ID.
11. Nå som veinettverks-shapefilen er ferdig og klar til å brukes i tilgjengelighetsanalysen, vil vi ta et subset av data som bare inkluderer stiene innenfor nasjonalparken. Lagre dette subsettet som en ny shapefil. Denne er grunnlaget for analysene av nasjonalparkstienes egnethet for stisykling.



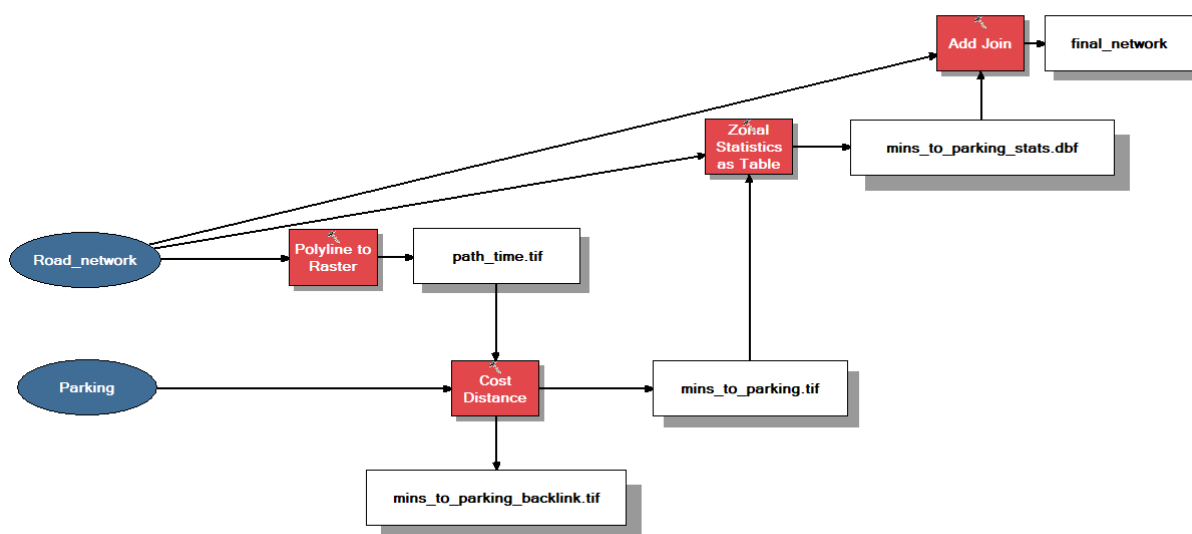
Beregning av tilgjengelighet

Tilgjengelighet beregnes som en funksjon av avstand og overflatetype. Datasettene som behøves er veinettverket (se trinn 1–11 i V.1.1.3 Oppretting av stidata) og en shapefile med punktlokasjoner over parkeringsplasser. Vi brukte turkart for å digitalisere offentlige parkeringsplasser i og rundt nasjonalparkene. Alle parkeringsplasser innenfor en 5 km buffer til nasjonalparkgrensen ble inkludert. Disse punktene ble supplert med parkeringsplasser i OSM Traffic data. NB: manuell vasking av data kan være nødvendig for å sikre at parkeringspunktene krysser veinettverket.

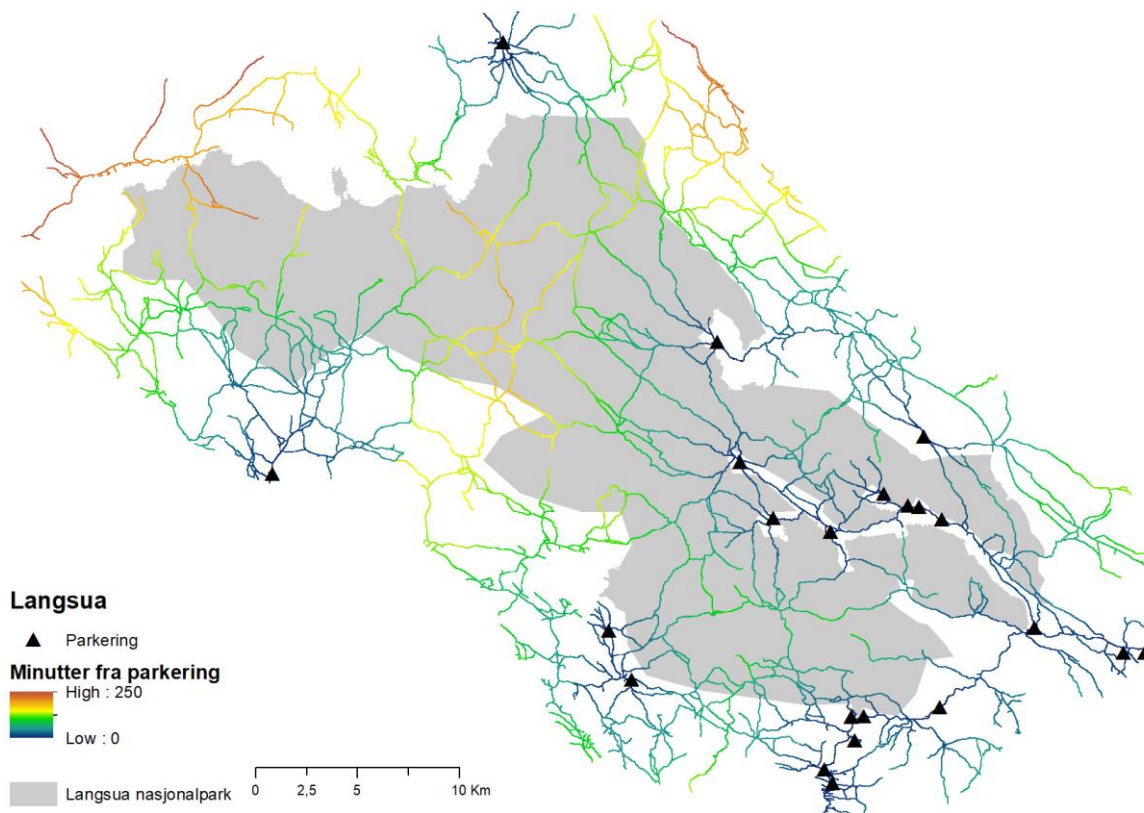
1. Bruk veinettverkdasettet, legg til et felt til egenskapstabellen med hastighet for hver overflatetype.

Klasse	Overflate	Hastighet km/t	Minutter/m
Sti	Naturlig	5	0,012
Traktorveg	Grus	10	0,006
Veg/bane	Asfalt	15	0,004

2. Konverter veinettverkfilen til rasterformat. Bruk tidsfeltet som verdi og en pikselstørrelse på 10 m.



3. Lag en Cost-Distance raster med bruk av **Cost Distance**-verktøyet i ArcMap Spatial analyst toolbox (Spatial Analyst → Distance → Cost distance). Bruk shapefilen med parkeringsplasser som 'feature source data' og tidsrasteren som 'cost raster'.



4. Den resulterende rasteren viser tiden det tar å nå hver rastercelle i nettverket fra den nærmeste parkeringsplassen. Tilgjengelighet er beregnet som tiden det tar å nå starten av hver sti i nasjonalparken. For å beregne minimumstiden bruk **Zonal Statistics as Table**-verktøyet med veinettverks-skapefilen som 'input feature zone data' og den unike sti-ID-en som 'zone field'. Cost-distance-rasteren skal brukes som 'input value raster'. I dette studiet beregnet vi minimumstid til hvert segment, men andre variable kan også inkluderes (eks. maks, gjennomsnitt).

5. Slå sammen statistikktabellen med veinettverksshapefilen med bruk av sti-ID og eksporter som ny shapefil. Den endelige shapefilen kan kategoriseres i tilgjengelighetsklasser med bruk av følgende terskelverdier:

Tid til parkeringsplass	Tilgjengelighetsklasse
< 60 minutter	Tilgjengelig
60 – 180 minutter	Middels tilgjengelig
> 180 minutter	Lite tilgjengelig

Skript for beregning av tilgjengelighet «Sti_tilgjengelighet» finnes med Python-kode på <https://github.com/NINAnor/stisykling>.

Beskrivelse av R-skript

Alle R-skript er tilgjengelige på <https://github.com/NINAnor/stisykling>. Her gis en oversikt over de ulike skriptene og hva de brukes til (**Tabell V3**). Dette inkluderer skript for (1) tilrettelegging av data, (2) beregning av naturens egnethet, (3) beregning av egnethet for stisyklister og (4) modellvalidering (**Tabell V3**).

Tabell V3. R-kode. RL (raster lag); VL (vektor lag); .csv (comma separated file). LUT står for «Lookup tabell».

Mål	Skriptnavn	Inndata	Utdata
Tilrettelegging av data	<i>Lage TWI LUT.r</i>	TWI RL	TWI LUT
	<i>Fyll hull i 1 kvm DTM.r</i>	1 × 1 m DTM RL 10 × 10 m DTM RL	Fylt 1 × 1 m DTM RL
	<i>Endre løsmasser fra vektor til raster.r</i>	Løsmasse VL DTM RL	10 × 10 m løsmasser RL
Beregning av naturens egnethet av validering stier	<i>Beregne naturens egnethet – Validerings stier.r</i>	Trail VL 1 × 1 m DTM RL 10 × 10 m DTM RL 30 × 30 m Vegetasjonskode RL 10 × 10 m Løsmasse RL Slope.LUT TWI.LUT Veg.LUT LM.LUT V.sens.LUT E.sens.LUT N.egne.LUT	Sti egenskaper (per lokasjon) VL Sti egenskaper (per sti) VL
Beregning av naturens egnethet av alle stier	<i>Beregne naturens egnethet – Validerings stier.r</i>	Trail VL 1 × 1 m DTM RL 10 × 10 m DTM RL 30 × 30 m Vegetasjonskode RL Slope.LUT TWI.LUT Veg.LUT V.sens.LUT E.sens.LUT N.egne.LUT	Sti egenskaper (per lokasjon) VL Sti egenskaper (per sti) VL
Beregning av egnethet for stisyklister	<i>Beregne egnethet for stisyklister.r</i>	Trail VL 1 × 1 m DTM RL	Sti egenskaper (per lokasjon) VL Sti egenskaper (per sti) VL
Validering	<i>Slå sammen feltundersøkelse og GIS-lag.r</i>	Feltobservasjoner .csv Sti egenskaper (per lokasjon) VL	

I det følgende er nomenklaturen for referanse til R-funksjoner *library::function*. For eksempel vil *raster::resample* være *resample*-funksjonen fra *raster*-library.

Stinavn og filnavn for å lese og skrive data er kontrollert ved å velge et TRAILNAME med bruk av en "if"-statement. For eksempel: for å velge filer for Langsua valideringssti må TRAILNAME settes til "LangsuaValidation":

```

TRAILNAME<-"LangsuaValidation"
#TRAILNAME<-"SjunkhattenValidation"

if (TRAILNAME=="LangsuaValidation") {
  INTER<-1
  Trail.dir<-"D:/Slitasje og Egnethet.GISdata/LangsuaValidationData/"
  Trail.name<-"Langsua_ValidationTrail_LineDis_MOD_25833"
  TrailObs.outname<-"Langsua_Validation_trailObs_EGNET"
  Trail.outname<-"Langsua_Validation_trails_EGNET"
  DEM.dir<-"D:/Slitasje og Egnethet.GISdata/LangsuaRasters/"
  DEM.name<-"Langsua_DTM1m_filled_merged.tif"
  TWI.dir<-"D:/Slitasje og Egnethet.GISdata/LangsuaRasters/"
  TWI.LUT<-read.csv(file="D:/Slitasje og Egnethet.LookUpTables/Langsua.TWI.10m.LUT.csv",stringsAsFactors=FALSE)
  TWI.name<-"Langsua_TWI_1m_25833.tif"
  TWI.LUT<-read.csv(file="D:/Slitasje og Egnethet.LookUpTables/Langsua.TWI.1m.LUT.csv",stringsAsFactors=FALSE)
  Veg.dir<-"D:/Slitasje og Egnethet.GISdata/LangsuaRasters/"
  Veg.name<-"Langsua_Vegetasjon_25833.tif"
  LM.dir<-"D:/Slitasje og Egnethet.GISdata/LangsuaRasters/"
  LM.name<-"Langsua_Løsmasse_25833.tif"
}

```

1) Tilrettelegging av data

Skript: «Lage TWI LUT.r»

Beregning av jordfuktighetsklasse (tørt, middels fuktig, fuktig) fra en topografisk fuktighetsindeks (TWI) krever en look-up-tabell (LUT). Denne tabellen er spesifikk for studieområdet.

Dette skriptet leser et TWI rasterlag, prøver TWI-verdier, og skaper en LUT (look-up tabell) som er spesifikk for det laget. TWI-verdier oppnås fra rasterlaget med *raster::getValues*-funksjonen. Terskler for TWI (mellom tørt, middels fuktig og fuktig) beregnes med *base::summary*-funksjonen.

Skript: «Fyll hull i 1 kvm DTM.r»

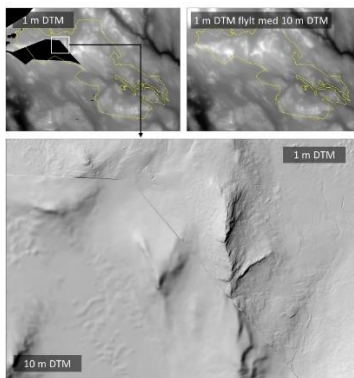
Noen områder i Norge er ikke dekket av 1 m DTM data. Alle områdene er dekket av 10 m data. Hvis brukere ønsker å bruke en 1 m DTM som inneholder hull, kan disse hullene fylles med 10 m DTM-data.

Det grove (10×10 m) rasterlaget blir prøvetatt på pikselstedene for det fine (1×1 m) laget (*raster::resample*) (**Figur V2**). Data blir slått sammen med *raster::merge*-funksjonen:

```

res <- resample(DEM10, DEM1, method = "bilinear")
r3 <- merge(DEM1, res)

```



Figur V2. Eksempel på sammenslåing av 1 m og 10 m DTM. Det innzoomede området (nedre panel) viser den fylte DTM (skyggefull skråning) til en del av DTM sammensatt av både 1 m og 10 m data.

Skript: «Endre løsmasser fra vektor til raster.r»

Løsmasser er tilgjengelige i vektorformat. Databehandling er raskere hvis disse er i raster format, så disse blir konvertert til et rasterlag.

En raster blir først opprettet ved hjelp av *raster::raster*-funksjonen. Det geografiske området er angitt ved hjelp av *raster::extent*-funksjonen (ved hjelp av området av et eksisterende rasterlag). Oppløsningen er satt til 10 x 10 m ved bruk av *raster::res*-funksjonen. Vektordatasettet blir deretter rasterisert ved hjelp av *raster::rasterize*-funksjonen:

```
LM.file<-raster()
extent(LM.file)<-extent(DEM)
res(LM.file)<-10
LM.r <- rasterize(LM, LM.file,field="jordart")
```

2) Beregning av naturens egnethet

Skript: «Beregne naturens egnethet – Validerings stier.r»

Dette skriptet beregner stiegenskaper for valideringsstiene. Dette inkluderer kode for å beregne erosjonsutsatthet basert på både 1) stiens helningsgradklasse + løsmasseklasse og (2) stiens helningsgradklasse alene. Det inkluderer også kode for å beregne naturens egnethet basert på 1) de 5 alternative modellene (A, B, C, D og E, **Figur 32**) med erosjonsutsatthet basert på stiens helningsgradklasse + løsmasseklasse, og 2) modell E med erosjonsutsatthet basert på stiens helningsgrad alene.

Skript: «Beregne naturens egnethet – Alle stier.r»

Dette skriptet beregner stiegenskaper for alle stier innenfor nasjonalparken. Ettersom analysen av valideringsstiene viste at å inkludere løsmasseklasse i beregningen av erosjonsutsatthet reduserte samsvaret med felldata, er løsmasseklasse ekskludert i disse analysene. I tillegg er naturens egnethet kun beregnet med modell E. Se hovedtekst for detaljer.

For at data skal hentes ut riktig må alle filer være samme koordinatsystem. Vi brukte EPSG:25833 (ETRS89 / UTM sone 33N).

Skriptet leser:

- (1) en shapefil av stiene som skal klassifiseres
- (2) rasterfiler med variabler for egenskaper: (i) DTM (1x1 m); (ii) TWI (1x1 m eller 10x10 m, se kap. 6.2.1); (iii) vegetasjon; og (iv) løsmasser
- (3) Look-up-tabeller, som definerer hvordan variablene kategoriseres inn i egenskapsklasser og i naturens egnethet.

Etter å ha beregnet egenskapene skriver skriptet:

- (1) En ESRI Shapefil (Geometry: Point(Point)) med stiobservasjoner (egenskaper, klassifiserte egenskaper og naturens egnethet)
- (2) En ESRI Shapefil (Geometry: Line(MultiLineString)) med naturens egnethet per sti.

ESRI-shapefilen med naturens egnethet per sti matcher STI_EGNE **Tabell**. m.a.o. er den laget med bruk av modell E og erosjonsutsatt basert kun på stiens helningsgrad.

Tabell V4. Variabelnavn i ESRI shapefil med stiobservasjoner produsert av skriptet «Beregne naturens egnethet – Validerings stier.r». Skriptet «Beregne naturens egnethet – Alle stier.r» produserer de samme variablene med unntak av dem merket med en stjerne.

Kolonnenavn	Betydning
x	Easting
y	Northing
DEM	Høyde over havet
SlopePer	Helningsgrad (%)
path_ID	Sti-ID (unik for hver sti)
point_ID	Punkt-ID (unik for hvert punkt)
StiHelning	Helningsgradklasse (liten helning, middels helning, stor helning)
TWI	Topographic wetness index
TWltype	Fuktighetsklasse (tørt, middels fuktig, fuktig)
Vegkode	Vegetasjonskode
Vegtype	Vegetasjonsklasse (lite slitesterk, middels slitesterk, or slitesterk)
LM *	Løssmassekode
LMtype *	Løssmasseklasse (lite eroderbar, middels eroderbar, or eroderbar)
VEG_SENS	Vegetasjonens sensitivitet (lite sensitiv, middels sensitiv, sensitiv)
ERO_UT_LM *	Erosjonsutsatt (lite eroderbar, middels eroderbar, eroderbar) basert på løssmassestype og stiens helningsgrad
ERO_UT_Slo	Erosjonsutsatt (lite eroderbar, middels eroderbar, eroderbar) basert på stiens helningsgrad alene
NAT_EGNE_A *	Naturens egnethet (modell A) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
NAT_EGNE_B *	Naturens egnethet (modell B) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
NAT_EGNE_C *	Naturens egnethet (modell C) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
NAT_EGNE_D *	Naturens egnethet (modell D) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
NAT_EGNE_E *	Naturens egnethet (modell E) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
NAT_EGN_Es	Naturens egnethet (modell E + erosjonsutsatt basert på helningsgrad) (lite egnet, middels egnet, potensielt godt egnet)
STI_EGNE	Naturens egnethet for hele stein basert på % sammensetning av NAT_EGN_Es observasjoner langs stien

Beregning av variabler, klassifiserte variabler, egenskaper og naturens egnethet

Skriptet beregner egenskapene for observasjonspunkter langs stien skilt av et fastsatt intervall (m) (variabelnavn: INTER) langs hver sti. Vi brukte et 1-m-intervall for valideringsstiene og et 10-m-intervall for alle stiene innenfor nasjonalparkene. Skriptet beregner variabler (f.eks. helningsgrad), klassifiserte variabler (f.eks. helningsgradklasse), egenskaper basert på de klassifiserte variablene (vegetasjonens sensitivitet, terrengets erosjonsutsatthet) og naturens egnethet. Til slutt beregner skriptet naturens egnethet per sti basert på den prosentvise sammensetningen av observasjonspunkter med ulik egnethet langs stien. Prosedyren for beregning og klassifisering er som følger:

i) Beregning av stiens helningsgrad og klassifisering av variabelen.

Først beregner skriptet lokasjoner langs hver sti med 1 m-intervaller med bruk av *spatialEco::sampleline*-funksjonen.

```
g<-sample.line(Sub, d = 1, offset=0, type = "regular", longlat=FALSE)
```

For hver lokasjon ekstraherer skriptet høyde over havet fra en DTM. Deretter beregnes en langs stein-helning fra 5 m før til 5 m etter lokasjonen, m.a.o. estimeres helningsgrad over et 10-m-

vindu rundt lokasjonen. Lokasjoner og korresponderende helninger redefineres deretter basert på INTER-variabelen. Dersom INTER er 10 vil skriptet beholde en lokasjon for hver 10. observasjon (hver 10. m) langs stien. Helningsklasse (liten helning, middels helning eller stor helning) for hver lokasjon beregnes deretter med bruk av en LUT-basert klassifisering av stiens helningsgrad (med bruk av "Slope.LUT").

ii) Uthenting av TWI og klassifisering av jordfuktighet

TWI hentes ut for hver lokasjon fra en rasterfil med TWI. Jordfuktighetsklasse (tørt, middels fuktig eller fuktig) beregnes deretter for hver lokasjon med bruk av en LUT-basert klassifisering av TWI (med bruk av "TWI.LUT").

iii) Uthenting av vegetasjonskode og klassifisering av vegetasjonstype

Vegetasjonskode hentes ut for hver lokasjon fra en rasterfil, og vegetasjonstype (lite slitesterk, middels slitesterk eller slitesterk) beregnes deretter for hver lokasjon med bruk av en LUT-basert klassifisering av vegetasjonskode (med bruk av "Veg.LUT").

iv) Uthenting av løsmasse og klassifisering av løsmasstype

Løsmasse hentes ut for hver lokasjon fra en rasterfil, og løsmasstype (lite eroderbar, middels eroderbar eller eroderbar) beregnes deretter for hver lokasjon med bruk av en LUT-basert klassifisering av løsmasse (med bruk av "LM.LUT"). NB: dette trinnet er bare inkludert for valideringsstiene.

v) Klassifisering av vegetasjonens sensitivitet

Vegetasjonens sensitivitet (lite sensitiv, middels sensitive eller sensitiv) beregnes for hver lokasjon med en LUT-basert klassifisering av jordfuktighetsklasse og vegetasjonstype (med bruk av "V.sens.LUT").

vi) Klassifisering av terrengets erosjonsutsatthet

Terrengets erosjonsutsatthet (lite erosjonsutsatt, middels erosjonsutsatt, erosjonsutsatt) beregnes for hver lokasjon med en LUT-basert klassifisering. NB: for valideringsstiene er dette basert på både (1) stiens helningsgradklasse og løsmasstype (med bruk av "E.sens.LUT") og (2) stiens helningsgradklasse alene (med bruk av "Slope.LUT").

vii) Naturens egnethet - lokasjoner

Naturens egnethet (lite egnet, middels egnet eller potensielt godt egnet) beregnes for hver lokasjon med en LUT-basert klassifisering av vegetasjonens sensitivitet og terrengets erosjonsutsatthet (med bruk av "N.egne.LUT"). Ulike kombinasjoner av vegetasjonens sensitivitet og erosjonsutsatthet kan gi ulik kategorisering av naturens egnethet basert på LUT-klassifiseringene.

viii) Naturens egnethet - sti

Naturens egnethet per sti beregnes basert på prosentvis fordeling av naturens egnethet-klasser for lokasjonene langs stien.

3) Egnethet for stisyklister

Script: «Beregne egnethet for stisyklister.r»

Dette skriptet beregner den delen av egnethet for stisyklister som omhandler stienes vanskelighetsgrad. For at data skal hentes ut riktig må alle filer være samme koordinatsystem. Vi brukte EPSG:25833 (ETRS89 / UTM sone 33N).

Skriptet leser:

- (1) En shapefil av stiene som skal klassifiseres
- (2) En rasterfil med DTM (1×1 m)

Etter å ha beregnet egnethet (vanskelighetsgrad) for syklistene skriver skriptet:

- (1) En ESRI Shapefil (Geometry: Line (MultiLineString)) med egnethet for syklistene for hver sti basert på gjennomsnittlig og maksimum helningsgrad per sti (**Tabell V5**).

Tabell V5. Variabelnavn i ESRI shapefile med stiobservasjoner.

Kolonnenavn	Betydning
path_id	Sti-ID (unik for hver sti)
MxScSlp	Maksimum helning per sti over alle 100 m seksjoner i stien
MaxGrad	Stiens vanskelighetsgrad (grønn, blå, rød, svart, dobbeltsvart) basert på maksimum helningsgrad
MnScSlp	Gjennomsnittlig stigning for sti over alle 100 m seksjoner i stien
MeanGrd	Stiens vanskelighetsgrad (grønn, blå, rød, svart, dobbeltsvart) basert på gjennomsnittlig helningsgrad

Stiens vanskelighetsgrad er beregnet fra vektorlaget over stier og fra 1 × 1 m DTM.

- i. Hver sti deles inn i seksjoner på 100 m lengde ved å dele den i 100 m-intervaller med bruk av `spatialEco::sample.line`-funksjonen.

```
g<-sample.line(Sub, d = 100, type = "regular", longlat=FALSE)
```

- ii. Helningsgrad (%) estimeres for hver 100-m seksjon
- iii. For hver sti beregnes gjennomsnittlig og maksimal stigning for alle seksjoner.
- iv. Stiens vanskelighetsgrad (grønn, blå, rød, svart, dobbeltsvart) basert på gjennomsnittlig og maksimal stigning beregnes deretter.

4) Modellvalidering:

Skript: «Slå sammen feltundersøkelse og GIS-lag.r»

Dette skriptet forbinder stidata fra «Beregne naturens egnethet.r» med feltobservasjoner. For at data skal hentes ut riktig må alle filer være samme koordinatsystem. Vi brukte EPSG:25833 (ETRS89 / UTM sone 33N).

Skriptet leser:

- (1) En .csv-fil med feltobservasjoner
- (2) En ESRI Shapefil (Geometry: Point(Point)) med GIS-baserte stiobservasjoner (variable, egenskaper, naturens egnethet) hentet fra skriptet «Beregne naturens egnethet.r».

Etter å ha matchet egenskaper fra ESRI Shapefilen med stiobservasjoner fra lokasjoner med feltobservasjoner, skriver skriptet:

- (1) En .csv-fil med feltobservasjoner og korresponderende GIS-baserte stiobservasjoner.

Observasjoner av GIS-laget er matchet med de langs stien med en minimum avstand-tilnærming.

Vedlegg 4 Kategorisering av vegetasjonsklasser i vegetasjonskart

Det satellittbaserte vegetasjonskartet til NORUT (Johansen 2009, Johansen mfl. 2009) er tilgjengelig fra Miljødirektoratets kartkatalog (Satellittbasert vegetasjonskart for Norge (SatVeg): <https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/Dataset/Details/15>). Kartet har en romlig oppløsning på 30 × 30 m og deler vegetasjonen inn i 25 klasser, fordelt på skog, myr og åpen mark. Tabellen under viser hvordan vegetasjonsklassene er fordelt på hovedtype og hvordan hver klasse beskrives (Johansen 2009, Johansen mfl. 2009). Vi har vurdert hver av de 25 vegetasjonsklassene som inngår i vegetasjonskartet, med henblikk på vegetasjonens slitestyrke og gjenvækstevne, i samsvar med definerte sensitive vegetasjonseenheter i sårbarhetsmodellen (Hagen mfl. 2019) (kolonne Vurdering) og kategorisert hver klasse som enten 'slitesterk', 'middels slitesterk' eller 'lite slitesterk' (kolonne Kategori).

Hovedtype	Kode	Navn	Beskrivelse	Vurdering	Kategori
Skog-vegetasjon	1	Barskog – tett tresjikt	Kartleggingseenheten er karakterisert av et sluttet tresjikt av furu <i>Pinus sylvestris</i> eller gran <i>Picea abies</i> eller blandingsskog av furu og gran og omfatter høgproduktiv skogvegetasjon, både naturlige skoger med lang kontinuitet og tette plantefelter av bartrær. Enheten inneholder vegetasjon med en bred økologisk spennvidde, fra lyng- og bærlyngdominerte typer på næringsfattig og frisk mark til storbregne- og høgstaudevegetasjon på rikere jordsmonn og fuktig til våt mark. Storparten av arealet utgjøres imidlertid av fattige til middels næringsrike vegetasjonstyper. Granskogene er oftest mer utbredt på fuktigere areal enn furuskogene. Disse barskogene har sin hovedutbredelse på Østlandet og i Trøndelag, der også tette utforminger av boreal regnskog (kystgranskog) inngår. På Vestlandet inngår tette bestand av kystfuruskog og tette granplantefelt.	Dette er en klasse med stor økologisk variasjon. Klassen som sådan er ikke lite slitesterk, men de fuktige utformingene, spesielt høgstaudetypene, vil ha dårlig slitestyrke.	Middels slitesterk
	2	Barskog og blandingsskog – åpent tresjikt	Klassen omfatter barskog av furu <i>Pinus sylvestris</i> eller gran <i>Picea abies</i> med et åpent tresjikt, relativt god lystilgang til bakken med mer eller mindre innslag av lauvtre. Den har en stor økologisk spennvidde og inneholder naturlige barskoger i låglandet på fattig, grunnlendt mark og mer varmekjære blandingsskoger av bar- og lauvtre på veldrenert og rikere mark. Det åpne tresjiktet kan også være et resultat av hogst eller brann med påfølgende gjengroing. I høyereliggende områder utgjøres klassen av fattigere blandingsskoger av furu og bjørk. Enheten har en hovedutbredelse på Østlandet og i Trøndelag. På Vestlandet inngår det meste av kystfuruskogen og i Nord-Norge utgjør enheten størst areal i flere av de brede dalførene fra Saltdalen til Pasvik.	Dette er også en klasse med stor økologisk variasjon, som rommer alt fra sumpskog til knauskog med stort innslag av lav, men også vanlige og robuste blåbærskoger. Klassen som sådan er ikke lite slitesterk, men fuktige utforminger vil ha dårlig slitestyrke.	Middels slitesterk
	3	Lavrik furuskog	Klassen består av skrinn og åpen barskog dominert av furu <i>Pinus sylvestris</i> med innslag av bjørk <i>Betula pubescens</i> coll. Skogtypen er svært tørr og knyttet til næringsfattige og veldrenerte avsetninger som morene og glacifluviale avsetninger. Jordsmonnet består av næringsfattig jernpodsol med tynt råhumussjikt over tydelige utviklede bleikjordsjikt og	Lavdominert skog og hei med ustabil substrat er en sensitiv enhet i sårbarhetsmodellen. Lav har dårlig	Lite slitesterk

			utfellingssjikt. Vegetasjonstypen er mest knyttet til indre/nordre deler av Østlandet, sørlige deler av indre Trøndelag og Pasvik i Finnmark.	slitestyrke og dårlig gjenvekstevne.	
	4	Lågurtskog og edellauvskog	Klassen inneholder artsrike, varmekjære lauvskoger på tørr til middels fuktig, middels næringsrik til svært næringsrik og veldrenert mark av morenemateriale, rasmarker eller forvittringsjord. Jordsmonnet varierer fra podsolisert brunjord til baserike brunjordstyper med høyt kalkinnhold. Skogene opptrer hovedsakelig på klimatisk gunstige lokaliteter og er karakterisert av flere varmekjære arter. Klassen har en stor geografisk utbredelse (finnes nord til Alta) med lite næringskrevende og varmekrevende treslag i nord til svært næringskrevende og varmekrevende edellauvtrær (edellauvskog) i sør.	En klasse med en god del økologisk variasjon, men i hovedsak ikke særlig fuktige utforminger.	Slitesterk
	5	Høgstaude- og storbregnelauvskog	Klassen omfatter næringsrike lauvskoger på frisk grunn, ofte påvirket av sigevann og med et tett tresjikt av dunbjørk <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>pubescens</i> og/eller gråor <i>Alnus incana</i> ofte med innslag av hegg <i>Prunus padus</i> og vierarter <i>Salix</i> spp. Vegetasjonen er artsrik og domineres av urter, store gras, storbregner og i noen utforminger også høgstauder. Jordsmonnet varierer i rikhet fra middels rikt til svært næringsrikt, ofte med brunjordslignende jordprofiler. Høgstaude- og storbregnelauvskog er mest utbredt i åstrakter og dalfører på Østlandet og i Trøndelag og i kyst og fjordområder til Finnmark. I Sør-Norge er bjørkeskogsutformingene mest utbredt i fjellnære områder, mens de i Nord-Norge finnes fra låglanndet og opp mot skoggrensa. Gråordominerte skoger er mest vanlig i låglanndet langs elver, på flommarker, i bekkefar, raviner og i leirrike fuktige ller. Kulturpåvirkningen kan være stor og de mer åpne bestandene er ofte gjengroingsstadier etter slått eller beite.	Denne klassen opptrer på frisk mark, gjerne i tilknytning til sigevann, og vil i de fleste tilfeller ha lite slitestyrke.	Lite slitesterk
	6	Blåbær- og småbregnebjørkeskog	Klassen omfatter bjørkeskog med innslag av andre lite næringskrevende treslag som rogn <i>Sorbus aucuparia</i> og osp <i>Populus tremula</i> , samt vier <i>Salix</i> spp. i fjellnære strøk. Typen opptrer på veldrenert til frisk grunn og er spesielt utbredt på morenejord. Den forekommer på næringsfattig til middels næringsrik mark og er utbredt i hele landet, men har sin hovedtyngde i fjellbjørkeskog. Den kan opptre som blandingsskog med furu <i>Pinus sylvestris</i> og bjørk <i>Betula pubescens</i> coll. og viser glidende overgang mot klasse 2) Barskog og blandingsskog – åpent tresjikt, da det er treslaget som først og fremst skiller den mot tilsvarende utforminger i barskog.	I hovedsak veldrenert, men også en utforming på friskere mark, med småbregner.	Slitesterk
	7	Kreklingbjørkeskog	Klassen omfatter artsfattige bjørkeskoger med innslag av rogn <i>Sorbus aucuparia</i> på relativ tørr og næringsfattig morenejord eller sandjord med jernhumuspodsol. Tresjiktet varierer i dekning fra sluttet til åpen skog. Typen står mellom 6) Blåbær- og småbregnebjørkeskog og 8) Lavbjørkeskog både med hensyn til markfuktighet og næring, og klassen viser	I hovedsak på morenejord og med sluttet vegetasjonsdekke, og da med god slitestyrke. Kan være tørrere utforminger med sandjord og	Slitesterk

			også glidende overganger mot 2 Barskog og blandingsskog – åpent tresjikt. Den har sin hovedutbredelse i kontinentale, fjellnære bjørkeskoger i Sør-Noreg, og i Nord-Norge (Troms- Finnmark) også i låglandet i dalstrøk og ut mot kysten.	lav som er mindre slitesterke.	
	8	Lavrik bjørkeskog	Klassen omfatter skrinn og åpen bjørkeskog dominert av fjellbjørk <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>tortuosa</i> , lyngvekster og lav. Skogtypen er svært tørr og knyttet til næringsfattige og veldrenerte avsetninger som morene og glaci-fluviale avsetninger. Jordsmonnet består av næringsfattig jernpodsol med et tynt råhumussjikt over tydelige utviklede bleikjordsjikt og utfellingssjikt. Vegetasjonstypen er mest knyttet til indre/nordre deler av Østlandet, sørlige deler av indre Trøndelag og indre Troms og Finnmark.	Lavdominert skog og hei med ustabil substrat er en sensitiv enhet i sårbarhetsmodellen. Lav har dårlig slitestyrke og dårlig gjenvekstevne.	Lite slitesterk
Myr- og åpen sump-vegetasjon	9	Tuemyr og lågvokst fastmattemyr	Denne enheten har en svært brei økologisk spennvidde og består av en rekke ulike typer myrvegetasjon på arealer som er karakterisert av torv som i perioder tørker ut i overflata. Her inngår både tuer og fastmatter på ombrotrof myr og blandingsmyr, og store flater på minerotrof bakkemyr og flatmyr på tynn torv (ofte med flekker av heivegetasjon på blokker og mindre forhøyninger i myra). Storparten av arealet innen enheten utgjøres av tuemyrvegetasjon og lågvokst fastmattevegetasjon. Vegetasjonen på større flater av minerotrofe fastmatter vil ofte være prega av kulturpåvirkning fra tidligere tiders myrslått. I hellende terreng (>3g) vil det meste av arealene innen denne klassen være minerotrof myrvegetasjon. Unntak er arealer på eksentriske høgmyrer og terrengdekkende myr ytterst på kysten. Enheten omfatter også mindre arealer med fuktenglignende vegetasjon uten, eller med et spredt tresjikt, i overgangen mellom myr og fastmark. De ulike utformingene innen denne enheten finnes over hele landet. Tuemyrvegetasjonen har sitt tyngdepunkt i låglandet og nedbørrike områder i sør og vest. Fastmattevegetasjonen har sitt tyngdepunkt i indre og høgereliggende områder under skoggrensa, i midtre og nordlige deler av landet.	All myr er sensitiv	Lite slitesterk
	10	Høgvokst mattemyr (høgstarrmyr)	Denne kartleggingsenheten inneholder et bredt spekter av myrvegetasjon på arealer der vannstands nivået ligger nær overflata gjennom store deler av vekstsesongen. Omfatter vegetasjonen på flate myrarealer med stagnerende, høgt grunnvatn, eller på svakt hellende sigevannspåvirka arealer. Hovedsakelig minerotrof fastmattevegetasjon av den våtere typen og med tjukkere torv enn fastmattene under foregående enhet, og med flekker av mykmattevegetasjon. Høgstarrmyr (L4, Fremstad 1997) og høgproduktive utforminger av ulike typer fastmattevegetasjon (K3, L2, M2, M3, Fremstad 1997) utgjør hoveddelen av enheten. På større flater vil vegetasjonen ofte være prega av kulturpåvirkning fra tidligere tiders	All myr er sensitiv	Lite slitesterk

			myrslått. Enheten finnes over hele landet, men med tyngdepunkt i låglandet.		
	11	Blautmyr og åpen sumpvegetasjon	Denne kartleggingsenheten omfatter ulike typer myrvegetasjon på arealer med vannstand i eller like under overflata gjennom hele vekstsesongen, hovedsakelig arealer med flate partier med stagnerende, høgt grunnvatn, og arealer med en stor prosent åpent vatn, slik som strengmyr med flarker, nedbørmyr med høljer. Omfatter også arealer med åpen sump- og vannvegetasjon langs vatn og vassdrag dominert av store graminider, men dette utgjør små arealer. Det er et stort spenn i baserikhet fra ombrotrof til rik myrvegetasjon, men hovedtyngden av arealet utgjøres av relativt basefattige utforminger av mykmatte-løsbunntmyr (J4 og K4, Fremstad 1997). Finnes over hele landet	All myr er sensitiv	Lite slitesterk
Fjell-vegetasjon og åpen fastmark i lavlandet	12	Eksponerte rabber, blokkmark, berg i dagen (lågland og fjell)	Arealtype med en hovedutbredelse i det mellom- og høgalpine beltet og med forekomster på toppen av rabber i det lågalpine beltet. Enheten utgjør store areal i de mest høgtliggende fjellområder og utvikles her på vindutsatte rygger og flyer. Vegetasjonsdekket er sparsomt utviklet med arter som vokser enkeltvis eller i grupper, gjerne på beskytta lokaliteter. På vinteren har rygger og flyer i høgfjellet et tynt snødekke med liten beskyttelse mot låge vintertemperaturer. Tele og frostvirkninger er ut fra dette en viktig økologisk faktor i enheten. På sommeren kan temperatursvingningene være betydelige. Sterk vind bidrar til at finmaterialet lett blåses bort og resultatet er et tynt og oppsplittet vegetasjonsdekke. Arealtypen omfatter også eksponerte areal med lite vegetasjonsdekke i låglandet som talus (urer) og berg i dagen.	Eksponerte rabber er en sensitiv enhet i sårbarhetsmodellen. Denne klassen omfatter mer variasjon, og det er uklart hvor stor arealandel av klassen som utgjøres av blokkmark. Dette bør valideres mot flyfoto/lokal-kunnskap i gitte områder. I første omgang vurderes klassen som lite slitesterk.	Lite slitesterk
	13	Gras- og frytlerabb	Vegetasjonstyper i det mellomalpine og i øvre del av det lågalpine beltet. Utvikles i øvre del av rabben i lågalpint og på rygger og slake helninger i det mellomalpine beltet. Tynt til moderat snødekke på vinteren, men forholdsvis sein utsmelting på grunn av forekomst høgt til fjells. Tettheten i vegetasjonsdekket varierer fra åpne samfunn på grovkornet substrat til utforminger med et forholdsvis tett dekke av karplanter, lav og moser. Et viktig karaktertrekk ved enheten er dannelsen av polygoner, særlig i høgereliggende områder. Areal med større vassmetning er ofte utsatt for solifluksjon.	I hovedsak ikke sensitiv, men pga. kort vekstsesong og stedvis høy fuktighet kan vegetasjonen ha liten slitestyrke og relativt liten gjenvekstevne.	Middels slitesterk
	14	Lyngrik rabb	Artsfattig, lågvokst vegetasjon i øvre del av rabb-/ snøleie-gradienten. Feltsjiktet er dominert av lyngarter, tørrgrasarter og lågvokst, krypende dvergbjørk. På mer kalkrike rabber inngår flere vindherdige starr, samt flere urter. Bunnsjiktet varierer i utforming fra moserike utforminger i kystområder, særlig heigråmose <i>Racomitrium lanuginosum</i> , til mer lavholdige utforminger i kontinentale områder. Snødekket på vinteren er tynt til moderat med framsmelting tidlig på sommeren. Vanlig i hele fjellkjeden.	I hovedsak ikke sensitiv.	Slitesterk

15	Lavhei	Enheten omfatter både lavrike rabber og lavheier. Lavrike rabber har et tynt til moderat snødekke på vinteren. Lavarter som er tilpasset vindslitasje og en viss grad av ustabilitet i jordsmonnet kan opptre med betydelige forekomster her. Lav er viktig føde for reinsdyr på vinteren og i områder med moderat til sterkt beitepress avtar lavdekket i tykkelse og mektighet. Degenerering av lavdekket skjer og gjennom tråkk og slitasje på sommeren. Lavrike heier har et tykkere snødekke på vinteren. Feltsjiktet er karakterisert ved mer opprett lyng og dvergbjørk. Disse heiene viser i mange tilfeller glidende overganger mot lavrike bjørkeskoger i fjellbandet.	Fjell-lavhei med ustabil substrat er en sensitiv enhet i sårbarhetsmodellen. Lav har dårlig slitestyrke og dårlig gjenvekstevne.	Lite slitesterk
16	Lyngrik leside	Vegetasjon med sluttet dekke i nedre del av rabben og i øvre leside. Opptrer med flere utforminger avhengig av berggrunnen. På fattig grunn utformes heityper dominert av blåbær, skrubbær og røsslyng med glidende overganger mot mer grasrike samfunn. På kalkrik grunn inngår gras-, urte- og moserike reinroseheier, samt kantlyngheier i nordlige fjell. Enheten krever god snøbeskyttelse på vinteren med lyngrike utforminger på areal med moderat snødekke og grasrike utforminger på enda mer snødekt mark. På fattig berggrunn utgjør blåbær-blålyngheier, smylegulaksheier og finnskjegeheier, størst areal innen denne enheten. Røsslyngheiene som inngår i enheten har et geografisk tyngdepunkt i humide fjellområder og er karakterisert ved lyng, gras og et fåtall urter. I bunnsjiktet inngår flere levermoser, særlig skjegegmoser <i>Barbilophozia</i> spp.	I hovedsak ikke sensitiv.	Slitesterk
17	Lynghei og frisk rishei (lågland og fjell)	Omfatter røsslyngheier, fuktmarker og fuktheier i fjell og lågland, samt risheier i fjellet med et busksjikt av dvergbjørk, vier og einer. Risheiene utvikles på frisk til fuktig grunn med moderat til tykt snødekke om vinteren og opptrer både på fattig og rik berggrunn. De tørreste og mest fattige utforminger er dominert av einer og dvergbjørk med et feltsjikt av lyngarter, få gras og urter, ofte med et moserikt bunnsjikt. I friskere utforminger på fuktigere grunn inngår flere vierarter i tillegg til dvergbjørk og einer. I feltsjiktet inngår ofte sterile høgstaude. Rikere utforminger av friske risheier opptrer ofte som reine vierutforminger og har et frodig feltsjikt av storvokste urter, gras og storbregner. Alpine røsslyngheier samt fuktmarker og fuktheier uten et velutviklet busksjikt er mest knyttet til oseaniske fjell og til låglandsheier langs kysten.	De fuktigste utformingene av denne klassen er sensitive, typisk fuktig/blauthøl eller myr/fuktig område i sårbarhetsmodellen. De tørre utformingene er mindre sensitive.	Middels slitesterk
18	Urterik eng (lågland og fjell)	Høgstaude- og lågurtenger i fjellet utgjør de to viktigste vegetasjonstypene i denne enheten. Disse samfunnene utvikles helst i nedre del av lågalpin belte og oppfattes som en fortsettelse av høgstaude- og lågurtskoger over skoggrensa. Vegetasjonssamfunn innen denne enheten er frodige og artsrike. Høgstaudesamfunn utvikles på frisk substrat med stabil vasstilgang gjennom hele vekstsesongen. Engsamfunn av lågurttype er tørrere og knyttet til kalkholdig berggrunn. Enheten omfatter også	Omfatter både fuktige og tørrere utforminger, der de fuktige enhetene med stabil vanntilgang har liten slitestyrke.	Middels slitesterk

			ulike typer gras- og urterik vegetasjon i låglandet, uten tresjikt, og uten eller med et glissent busksjikt, og som ikke inngår i dyrka mark. Vegetasjonen er betinga av menneskelig påvirkning i form av langvarig utnytting til slått og beite, men med en varierende grad av hevd og gjengroing. Utgjør relativt små arealer.		
	19	Gras- og musøresnøleie	Klassen omfatter vegetasjonstyper med et betydelig snødekke om vinteren. Framsmeltingen skjer seint på sommeren. Karakteristisk for snøleiene er stabil fuktighet gjennom hele vekstsesongen og en moderat til kort vegetasjonsperiode. På næringsfattig grunn er musøresnøleier mest vanlige utforming. På rikere grunn utvikles polarviersnøleier og ulike typer av grassnøleier. Musøresnøleiene er en av de mest vanlige snøleieutforminger her i landet og opptrer både i låg- og mellomalpint belte. En annen vanlig type av snøleiesamfunn er bregnesnøleier, ofte dominert av hestespreng <i>Cryptogramma crista</i> og med mest vanlige forekomster i vestlige fjell. Våte snøleier er dominert av sildrearter <i>Saxifraga</i> spp., samt arter knyttet til kilder og vassig i fjellet.	De fuktigste utformingene av denne klassen er sensitive, mens tidligere framsmeltede snøleier med høy vegetasjonsdekning er mindre sensitive.	Middels slitesterk
	20	Ekstrem-snøleier	Ekstreme snøleier utgjør store areal i mellom- og høgaltalpint belte, ofte på svakt skrånende eller flat mark. I lågalpint belte finnes ekstreme snøleier særlig i vestlige og nordlige fjell. Seine snøleier er karakterisert ved sein utsmelting og med god vasstilgang i vekstperioden. Moserike utforminger er vanlige. Høgt til fjells er vegetasjonsdekket sparsomt utviklet, ofte med ur og grov blokkmark som karakteristisk utforming.	Ekstremsnøleier er i hovedsak jevnt over fuktige og med lav slitestyrke og gjenvekstevne. Ekstremsnøleier på blokkmark er mindre sensitive.	Lite slitesterk
	21	Bre/snø	Breer og snødekt mark er et karakteristisk trekk ved den norske fjellheimen. Breene er lokalisert til humide fjell på Vestlandet og i Nord-Norge. Snødekt mark er i hovedsak lokalisert til de samme områder, men disse arealene smelter normalt ut før første snøfall på høsten. Kartlegging av snødekt mark ved bruk av satellittdata avhenger av tidspunkt for opptak for den aktuelle satellittscene. Ved tidlige opptak er arealet av snødekt mark betydelige. Seine snøleier vil da utgjøre en stor del av denne klassen. De fleste av satellittscenene for fjellområder som er brukt i dette arbeidet er fra august måned og seine snøleier utgjør i størrelsesorden 15-20 prosent av areal som er klassifisert til hovedkategorien bre, snødekt mark.	Omfatter både breer og sene/ekstreme snøleier. Der klassen omfatter feilklassifisert mark (altså ekstremsnøleier) er sensitiviteten høy, men der den ikke gjør det, er den lav.	Slitesterk
Annet	22	Vann			Ikke relevant
	23	Dyrka mark			Ikke relevant
	24	By, tettsted			Ikke relevant

	25	Uklassifisert/ skygge			Ikke rele- vant
--	----	--------------------------	--	--	--------------------

Vedlegg 5 Kategorisering av løsmasser

NGUs løsmassekart (Statens kartverk 2006) har en romlig oppløsning på mellom 1:50 000 og 1:250 000 og er landsdekkende. Tabellen under viser hvordan jordartstypene er vurdert med henblikk på kornstørrelse, terrengformer og erosjonsutsatthet. Hver klasse er kategorisert som enten 'lite eroderbar', 'middels eroderbar' eller 'eroderbar', med noen få klasser vurdert som 'ikke relevant' (kolonne Kategori).

Kode	Navn	Definisjon/forklaring	Vurdering	Kategori
1	Løsmasser/berggrunn under vann, uspesifisert	Brukes for en avsetning der genetisk opprinnelse ikke er påvist, og det er heller ikke bestemt om sedimentet er av marin opprinnelse.	Ikke relevant.	Ikke relevant
10	Morenemateriale, uspesifisert	Materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer. Det er vanligvis, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Mektighet, morenetype og overflateform kan variere. Benyttes ved kartframstilling i svært små målestokker.	Usortert materiale er mindre erosjonsutsatt enn sortert materiale. Stor variasjon lokalt i f.eks. finstoffinnhold. Sorteringsgrad kan også variere stort, og slik lokal variasjon påvirker erosjonsutsatthet. Det kan ikke fanges opp fra digitale kart, men det finnes data på kornstørrelser som kan i noen tilfeller fanges opp på papirkart, og kanskje i framtiden også digitalt. Normalt sett lite erosjonsutsatt. Har evne til å holde på vann og har ofte et finstoffinnhold, slik at erosjon kan oppstå, men pga. usortert materiale begrenses som oftest omfanget av erosjonen.	Lite eroderbar
11	Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer, vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Moreneavsetninger med tykkelse fra 0,5 m til flere ti-talls meter. Det er få eller ingen fjellblotninger i området.	Usortert materiale er mindre erosjonsutsatt enn sortert materiale. Stor variasjon lokalt i f.eks. finstoffinnhold. Sorteringsgrad kan også variere stort, og slik lokal variasjon påvirker erosjonsutsatthet. Det kan ikke fanges opp fra digitale kart, men det finnes data på kornstørrelser som kan i noen tilfeller fanges opp på papirkart, og kanskje i framtiden også digitalt. Normalt sett lite erosjonsutsatt. Har evne til å holde på vann og har ofte et finstoffinnhold, slik at erosjon kan oppstå, men pga. usortert materiale begrenses som oftest omfanget av erosjonen.	Lite eroderbar
12	Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	Materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer. Det er vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Områder med grunnlendte	Usortert materiale er mindre erosjonsutsatt enn sortert materiale. Stor variasjon lokalt i f.eks. finstoffinnhold. Sorteringsgrad kan også variere stort, og slik lokal variasjon påvirker erosjonsutsatthet. Det kan	Lite eroderbar

		moreneavsetninger/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe mer.	ikke fanges opp fra digitale kart, men det finnes data på kornstørrelser som kan i noen tilfeller fanges opp på papirkart, og kanskje i framtiden også digitalt. Normalt sett lite erosjonsutsatt. Har evne til å holde på vann og har ofte et finstoffinnhold, slik at erosjon kan oppstå, men pga. usortert materiale begrenses som oftest omfanget av erosjonen.	
13	Moreneleire	Morenemateriale med særlig høyt leir- og siltinnhold, oftest meget kompakt.	Hardt pakket, sannsynligvis lite erosjonsutsatt i seg selv, men kan i kombinasjon med andre faktorer (vann, helning) ha større omfang av erosjon enn morenemateriale.	Lite eroderbar
14	Avsmeltningsmorene (Ablasjonsmorene)	Hauger og rygger med løst lagret, delvis vannbehandlet og noe sortert morenemateriale avsatt fra stagnerende breer (dødis). Terrenget er preget av haug- og ryggformer med vekslende orientering.	Normalt sett mindre leire, finstoffinnholdet er borte. Mindre utsatt i de tilfellene der vannmetningen og leire lager problemer, men mer utsatt i skråninger. Variasjon innen morener stor, slik at vanskelig å si at de som sådan er erosjonsatt. Imidlertid er den småskala topografivariasjonen, som er en egenskap ved jordtypen, noe som øker erosjonsutsattheten.	Middels eroderbar
15	Randmorene/randmorenebelte	Rygger eller belter av morenemateriale som er skjøvet opp foran brefronten. Materialet er usortert og inneholder alle kornstørrelser fra leir til blokk. Noen steder kan morenematerialet finnes i vekslende med breelvmateriale.	Normalt sett mindre leire, finstoffinnholdet er borte. Mindre utsatt i de tilfellene der vannmetningen og leire lager problemer, men mer utsatt i skråninger. Variasjon innen morener stor, slik at vanskelig å si at de som sådan er erosjonsatt. Imidlertid er den småskala topografivariasjonen, som er en egenskap ved jordtypen, noe som øker erosjonsutsattheten.	Middels eroderbar
16	Drumlin	Langstrakt, rettlinjert morenerygg dannet langs isbevegelsesretningen i bunnen av en bre. Ofte stor tykkelse, avrundet form og lengden kan være opp til noen km.	Dannet under breen, under mye trykk, og er som regel godt konsolidert. Egenskaper litt avhengig av leirinnhold. Har småskala topografi, rogenmorener mer enn drumliner, topografien øker erosjonsutsattheten.	Middels eroderbar
17	Rogenmorene	Rygger av morenemateriale, orientert på tvers av brebevegelsen.	Dannet under breen, under mye trykk, og er som regel godt konsolidert. Egenskaper litt avhengig av leirinnhold. Har småskala topografi, rogenmorener mer enn drumliner, topografien øker erosjonsutsattheten.	Middels eroderbar
20	Breelvavsetning (Glasi-fluvial avsetning)	Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte klare overflateformer som terrasser, rygger og vifter. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.	Breelvavsetninger som består av finkornede sedimenter, fra grus og nedover, vil være erosjonsutsatt. Stabile på flaten og erosjonsutsatt i skråningen.	Eroderbar
21	Breelv- og elveavsetning	Materiale transportert og avsatt av elver eller breelver. Sedimentet består av sorterte lag av forskjellig	Elveavsetninger som består av finkornede sedimenter, fra grus og nedover, vil være erosjonsutsatt.	Middels eroderbar

		kornstørrelse fra fin sand til grus og stein. Det er ikke skilt mellom breelv- og elveavsetninger. Brukes kun i spesielle tilfeller.		
22	Ryggformet breelvvavsetning (Esker)	Sortert og lagdelt materiale, vesentlig sand og grus, avsatt i tunneler eller sprekker i breen. Der avsetningen er stor nok til å danne figur på kartet brukes fargen for breelvvavsetninger til å angi utbredelsen og eskersymbolet til å angi ryggformen.	Finkornet og sortert materiale, vil være erosjonsutsatt.	Eroderbar
23	Haugformet breelvvavsetning (Kame)	Materiale avsatt av smeltevann i hulrom i breen. Store avsetninger gis fargen for breelvvavsetninger i kombinasjon med symbol for kame.	Kan ha varierende kornstørrelse og sorteringsgrad, kan ofte ha litt topografi og er ofte sortert nok til at den er erosjonsutsatt nok til at det blir erosjon i kantene. Mindre sortert enn en esker.	Middels eroderbar
30	Bresjø-/eller brekammeravsetning (Glasilakustrin avsetning)	Finkornig materiale avsatt i bresjø eller vannfylt brekammer hvor tykkelsen er mer enn 0,5 m og arealdekningen er stor nok til å danne figur på kartet. Mektigheten kan være flere ti-talls meter.	Erosjonssvake, består av silt.	Eroderbar
31	Breelv- og bresjø-/brekammeravsetning (Glasifluvial og glasilakustrin avsetning)	Materiale avsatt av breelv eller i bredemte sjøer/brekammer. Det er ikke skilt mellom breelv- og bresjø-/kammeravsetninger.	Erosjonssvake, består av silt.	Eroderbar
35	Innsjøavsetning (Lakustrin avsetning)	Materiale avsatt i innsjøer hvor tykkelsen er mer enn 0,5 m.	Erosjonssvake, består av silt.	Eroderbar
36	Bresjø-/brekammer og innsjøavsetning (Glasilakustrin og lakustrin avsetning)	Benyttes hvis en ønsker å slå sammen de to avsetningstypene. I tilfelle brukes ikke separate farger for bresjø og innsjø på det samme kartbladet.	Erosjonssvake, består av silt.	Eroderbar
37	Strandavsetning, innsjø og/eller bresjø	Strandvaskede sedimenter med mektighet større enn 0,5 m, dannet ved bølgeaktivitet i ferskvann. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer, men sand og grus er vanligst.	Varierende kornstørrelse og sorteringsgrad. De stedene der det er grov stein og blokk, er det ikke erosjonsutsatt. Der det er godt sortert med silt, sand og grus, med litt topografi, vil det være det.	Middels eroderbar
40	Hav- og fjordavsetning, uspesifisert	Benyttes ved kartframstilling i svært små målestokker der en ikke skiller etter mektighet.	Slå sammen alle marine avsetninger. Grovt sett marin leire. Er for så vidt erosjonssvakt, men helst i kombinasjon med topografi.	Middels eroderbar
41	Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet	Finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkeireskred, ofte angitt med tilleggsymbol. Det er få eller ingen fjellblotninger i området.	Slå sammen alle marine avsetninger. Grovt sett marin leire. Er for så vidt erosjonssvakt, men helst i kombinasjon med topografi.	Middels eroderbar

42	Marin strandavsetning, sammenhengende dekke	Marine strandvaskede sedimenter med mektighet større enn 0,5 m, dannet av bølge- og strømkaktivitet i strandsonen, stedvis som strandvoller. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand og grus er vanligst. Strandavsetninger ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter.	Slå sammen alle marine avsetninger. Grovt sett marin leire. Er for så vidt erosjonssvakt, men helst i kombinasjon med topografi.	Middels eroderbar
43	Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	Grunnlendte områder/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe større. Det er ikke skilt mellom hav-, fjord- og strandavsetning. Kornstørrelser angis normalt ikke, men kan være alt fra leir til blokk.	Slå sammen alle marine avsetninger. Grovt sett marin leire. Er for så vidt erosjonssvakt, men helst i kombinasjon med topografi.	Middels eroderbar
44	Skjellsand	Avsetning som i stor grad består av knuste skall av kalkutskillende organismer. Er en type av bioklastisk materiale. Kornstørrelse varierer fra nesten hele skall til sand. Det kan være ansamlet store mengder av skjellsand i umiddelbar nærhet av gode skjellvekstområder.	Som flygesand - har ikke stabilitet mellom kornene.	Eroderbar
45	Marin gytje	Avsetning som består av finkornig materiale, silt og leir med høyt organisk innhold. Det organiske materialet er primærprodusert i vannmassene. Marin gytje finnes i områder hvor det er liten materialtransport fra land. Brukes sjelden.	Ikke relevant.	Ikke relevant
50	Elve- og bekeavsetning (Fluvial avsetning)	Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. De mest typiske formene er elvesletter, terrasser og vifter. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Mektigheten varierer fra 0,5 til mer enn 10 m.	Elveavsetninger som består av finkornede sedimenter, fra grus og nedover, vil være erosjonsutsatt, men kornstørrelse varierer, og uten tilgjengelige data på dette, er det vanskelig å kategorisere.	Middels eroderbar
51	Elveavsetning, sammenhengende dekke	Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. De mest typiske formene er elvesletter, terrasser og vifter. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Brukes kun i spesielle tilfeller.	Elveavsetninger som består av finkornede sedimenter, fra grus og nedover, vil være erosjonsutsatt, men kornstørrelse varierer, og uten tilgjengelige data på dette, er det vanskelig å kategorisere.	Middels eroderbar
52	Elveavsetning, usammenhengende/tynt dekke	Grunnlendte områder med elveavsetninger. Brukes kun i spesielle tilfeller.	Elveavsetninger som består av finkornede sedimenter, fra grus og nedover, vil være erosjonsutsatt, men kornstørrelse varierer, og uten tilgjengelige data på dette, er det vanskelig å kategorisere.	Middels eroderbar
53	Flomavsetning (uspesifisert)	Brukes for spesielle sedimenter avsatt ved plutselig uttapping av bresjøer.	Variierende kornstørrelse med økende avstand fra bresjøen, men marginalt som jordart. Hvis det blir finkornet, blir det som fluvialt materiale.	Lite eroderbar

54	Flomavsetning, sammenhengende	Brukes for spesielle sedimenter avsatt ved plutselig uttapning av bresjøer.	Varierende kornstørrelse med økende avstand fra bresjøen, men marginalt som jordart. Hvis det blir finkornet, blir det som fluvialt materiale.	Lite eroderbar
55	Flomavsetning, usammenhengende/tynt	Brukes for spesielle sedimenter avsatt ved plutselig uttapning av bresjøer. Tykkelse mindre enn 0,5 m.	Varierende kornstørrelse med økende avstand fra bresjøen, men marginalt som jordart. Hvis det blir finkornet, blir det som fluvialt materiale.	Lite eroderbar
60	Vindavsetning (Eolisk avsetning)	Flygesand med tykkelse mer enn 0,5 m.	Finkornet og erosjonsutsatt	Eroderbar
70	Forvittringsmateriale, ikke inndelt etter mektighet	Løsmasser dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Gradvis overgang til underliggende fast fjell. Brukes når en ikke skiller mellom sammenhengende og usammenhengende dekke av denne avsetningstypen.	Forvittringsmateriale har tradisjonelt blitt brukt om blokkmark (og grusmark, særlig på Svalbard), men kan også omfatte dypforvittringsrester, der berggrunnens beskaffenhet er viktig for egenskapen løsmassene. I Sjunkehatten er store deler av arealet dekket av slike finkornede løsmasser, som er erosjonsutsatt.	Eroderbar
71	Forvittringsmateriale, sammenhengende dekke	Løsmasser dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Tykkelsen er mer enn 0,5 m.	Forvittringsmateriale har tradisjonelt blitt brukt om blokkmark (og grusmark, særlig på Svalbard), men kan også omfatte dypforvittringsrester, der berggrunnens beskaffenhet er viktig for egenskapen løsmassene. I Sjunkehatten er store deler av arealet dekket av slike finkornede løsmasser, som er erosjonsutsatt.	Eroderbar
72	Forvittringsmateriale, sammenhengende dekke	Løsmasser dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Tykkelsen er mer enn 0,5 m.	Forvittringsmateriale har tradisjonelt blitt brukt om blokkmark (og grusmark, særlig på Svalbard), men kan også omfatte dypforvittringsrester, der berggrunnens beskaffenhet er viktig for egenskapen løsmassene. I Sjunkehatten er store deler av arealet dekket av slike finkornede løsmasser, som er erosjonsutsatt.	Eroderbar
73	Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	Løsmasser dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Grunnlendt område med tallrike fjellblotninger.	Forvittringsmateriale har tradisjonelt blitt brukt om blokkmark (og grusmark, særlig på Svalbard), men kan også omfatte dypforvittringsrester, der berggrunnens beskaffenhet er viktig for egenskapen løsmassene. I Sjunkehatten er store deler av arealet dekket av slike finkornede løsmasser, som er erosjonsutsatt.	Eroderbar
74	Forvittringsmateriale, stein- og blokkrikt, dannet ved frostsprengning	Blokkhav, oftest i fjellområder.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar

80	Skredmateriale, ikke inndelt etter mektighet	Avsetninger dannet ved steinsprang, fjellskred, snø- eller løsmasseskred fra bratte dalsider. Uspesifisert tykkelse.	Erosjonsutsatthet vil avhenge av kornstørrelse, men vil alltid ha en topografi.	Middels eroderbar
81	Skredmateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Avsetninger dannet ved steinsprang, fjellskred, snøskred eller løsmasseskred fra bratte dalsider. Symbol viser dominerende skredtype. Tykkelsen er mer enn 0,5 m og det er få fjellblotninger i området.	Erosjonsutsatthet vil avhenge av kornstørrelse, men vil alltid ha en topografi.	Middels eroderbar
82	Skredmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	Grunnlendte områder med avsetninger fra steinsprang, fjellskred, snø- og løsmasseskred fra bratte dalsider. Symbol viser dominerende skredtype. Tykkelse mindre enn 0,5 m.	Erosjonsutsatthet vil avhenge av kornstørrelse, men vil alltid ha en topografi.	Middels eroderbar
88	Steinbreavsetning	Steinur som inneholder/har inneholdt is og derfor er i bevegelse/har vært i bevegelse som en vanlig bre. Avsetningstypen dannes under permafrostforhold.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
90	Torv og myr (Organisk materiale)	Organisk jord dannet av døde planterester, med mektigheter større enn 0,5 m. Det skilles ikke mellom ulike torvtyper.	Erosjonsutsatt.	Eroderbar
100	Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn	Områder hvor humusdekket ligger rett på berggrunnen. Mektigheten av humusdekket er vanligvis 0,2 - 0,5 m, men kan lokalt være tykkere. Fjellblotninger opptrer hyppig innen slike områder.	Erosjonsutsatthet vil avhenge av mektigheten av humusdekket. Men i utgangspunktet så er det et tynt dekke, så den er mer parallell med bart berg.	Lite eroderbar
101	Usammenhengende eller tynt løsmassedekke over berggrunnen, flere løsmassetyper, uspesifisert	Forskjellige sedimenter som danner et tynt eller usammenhengende dekke over berggrunnen. Denne betegnelsen brukes bare i spesielle tilfeller når en ikke velger å skille mellom ulike typer av løsmasser.	Vanlig type, dekker store arealer. Svært variert og stor lokal variasjon.	Lite eroderbar
102	Sammenhengende løsmassedekke av flere jordarter	Vanligvis skredmateriale med morenemateriale, forvitningsmateriale, torv og humus sterkt blanda ved skråningsprosesser. Brukes kun i spesielle tilfeller der det er meget vanskelig å skille mellom opprinnelige løsmassetyper.	Vanlig type, dekker store arealer. Svært variert og stor lokal variasjon.	Lite eroderbar
110	Bart fjell/fjell med tynt torvdekke, uspesifisert	Brukes når en ikke velger å skille mellom bart fjell og humusdekke eller tynt torvdekke over berggrunnen.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
120	Fyllmasse (antropogent materiale)	Løsmasser tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet, vesentlig i urbane områder.	Ikke relevant.	Ikke relevant
121	Steintipp	Tilførte steinmasser.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
122	Menneskepåvirket materiale, ikke nærmere spesifisert	Dominerende stedeegne masser, omarbeidet i overflaten.	Ikke relevant.	Ikke relevant

130	Bart fjell	Brukes om områder som stort sett mangler løsmasser, mer enn 50 % av arealet er fjell i dagen.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
140	Bart fjell/fjell med usammenhengende eller tynt løsmasse-dekke	Brukes på oversiktskart der bart fjell slås sammen med alle typer tynt eller usammenhengende løsmasse-sedekke.	Ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
200	Marin suspensjonsavsetning	Finkornige (leire, silt) sedimenter transportert og avsatt fra suspensjon. Draperer vanligvis underliggende sedimenter eller fjell og er oftest lagdelt.	Ikke relevant.	Ikke relevant
201	Marin bunnstrømvsetning	Sedimenter som består av sand og grus transportert og avsatt fra bunnstrømmer. Dekker bunnen av under-sjøiske kanaler laget av bunnstrømmer. Har ofte kryss-sjiktet og lentikulær- sjiktet indre struktur.	Ikke relevant.	Ikke relevant
202	Glasimarin avsetning	Hovedsakelig finkornige suspensjonsavsetninger (silt, leire) avsatt i nærhet av is/isbreer. Kan være påvirket av bunnstrømmer og utjevner topografien mer enn draperer. Forekommer i mektige lag i områder på kontinentalhyllen langs kysten og i fjorder	Ikke relevant.	Ikke relevant
203	Iskontaktavsetning	Sedimenter avsatt i kontakt med is. Kan være morene, glasifluvialt materiale, eller en blanding av glasialt avsatte sedimenter. Kornstørrelsen veksler mellom leire og grus alt etter hvilke prosesser som virket.	Erosjonsutsatthet vil avhenge av kornstørrelse.	Ikke relevant
204	Utvaskingslag	Sedimenter bestående av sand, grus og bergartsfragmenter etter at finstoffet er vasket vekk av bølger og strøm. Danner et dekkende lag over morene eller andre jordarter med stor variasjon i kornstørrelser.	Finkornet og sortert og erosjonsutsatt.	Eroderbar
205	Glasifluvial deltaavsetning (marin)	Sedimenter transportert av breelver og avsatt i hav, bresjø eller innsjø.	Ikke relevant.	Ikke relevant
206	Fluvial deltaavsetning	Sedimenter avsatt ved utløpet av en elv i en fjord, innsjø eller i havet. Kornstørrelsen er ofte i sandfraksjonen nær elveutløpet og mer finkornig på dypere vann. Har typisk skrålagning med helling i strømrretningen.	Ikke relevant.	Ikke relevant
207	Tidevannsavsetning	Avsetning dannet i kystnære områder ved tidevannstransport. Sedimentene er sandige til leirholdige med typiske strukturer som sanddyner, rifler, kryss-sjikting, mikro-kryss-sjikting, flasersjikting og lentikulær sjikting.	Ikke relevant.	Ikke relevant
208	Estuarin avsetning	Et sediment avsatt i brakkvann i et estuarie. Sedimentet er karakterisert av finkornig materiale (silt, leire) av	Ikke relevant.	Ikke relevant

		marin og fluvial opprinnelse blandet med en høy andel rester av terrestrisk organisk materiale.		
209	Levé avsetning (marin)	Avsetning dannet som en forhøyning av sedimenter langs en eller begge sidene av en undersjøisk kanal (kløft, viftedal eller dyphavskanal). Avsetningen kan ha varierende kornstørrelse, fra finkornig (leir) til nokså grovt materiale (sand).	Ikke relevant.	Ikke relevant
210	Grunnmarin avsetning	Sedimenter avsatt i turbulent grunt marint miljø der det fineste materialet er vasket ut og transportert til dypere vann av strømmer og bølger. Består av sand, grus og stein. I områder med mye sand kan sandbølger bygges med en karakteristisk kryss-sjiktning og skrålagning.	Ikke relevant.	Ikke relevant
211	Konturittavsetning	Klastiske sedimenter transportert og avsatt av konturstrømmer langs egga kanten. Består av fint, velsortert materiale (silt og leir). Avsetningene har vanligvis horisontal- eller kryss-sjiktning og normal- eller omvendt gradering.	Ikke relevant.	Ikke relevant
212	Turbitittavsetning	Avsetninger dannet ved sedimenttransport og utfelling fra en turbidittstrøm. Består av materiale i kornstørrelse fra leire til sand og er ofte karakterisert ved normalgradert lagning og moderat til dårlig sortering. Finnes oftest ved foten av skråninger med stor mektighet av løse sedimenter (for eksempel langs kontinentalskråningen).	Ikke relevant.	Ikke relevant
213	Debrisstrømvsetning	Avsetning fra en flytende masse av stein, jord og slam. Den består av usortert materiale der mer enn halvparten av partiklene er større enn sandstørrelse.	Ikke relevant.	Ikke relevant
214	Undersjøisk vifteavsetning	En konisk eller vifteformet avsetning beliggende ved munningen av en undersjøisk kløft. Består for det meste av fine sedimenter (leire, silt). Viften har en finlaget indre struktur med en svak helling av lagene mot dyphavet.	Ikke relevant.	Ikke relevant
215	Kanalsavsetning	Sedimenter avsatt i en kanal. Avsetningene vil vanligvis bestå av relativt grove sedimenter (sand, grus)	Ikke relevant.	Ikke relevant
216	Dypmarin avsetning	Samlebetegnelse på dyphavssedimenter. Kan være både konturittisk, hemipelagisk, eupelagisk osv. Dette er fine sedimenter bunnfelt utenfor kontinentalmarginen. Består i stor grad av leire og rester av pelagiske organismer.	Ikke relevant.	Ikke relevant

217	Bioklastisk avsetning	Sediment som for en stor del består av små partikler av biologisk opprinnelse (skjell, korall). Kornstørrelsen kan variere fra sand til hele skjell eller korallkolonier. Forekommer i begrensede områder der vekstforholdene har vært optimale over lengre tid og mengden av annet klastisk materiale liten.	Ikke relevant.	Ikke relevant
218	Vulkanosedimentær avsetning	Avsetning som består av materiale av vulkansk opprinnelse. Alt etter kornstørrelse kan sedimentene deles inn i vulkansk aske, lapilli (2-64 mm) og breksje (>64mm).	Ikke relevant.	Ikke relevant
219	Lagdelte sedimenter (>1 m) over debrisstrøm	Lagdelte sedimenter (>1m) over debrisstrømavsetning.	Ikke relevant.	Ikke relevant
240	Skredmateriale, dekket av yngre sedimenter	Skredmateriale, dekket av yngre sedimenter	Ikke relevant.	Ikke relevant
241	Skredmateriale, delvis dekket av yngre sedimenter	Skredmateriale, delvis dekket av yngre sedimenter	Ikke relevant.	Ikke relevant
242	Skredmateriale og hemipelagiske avsetninger	Veksling mellom skredavsetninger og hemipelagiske avsetninger. Hemipelagiske avsetninger består stort sett av finkornet materiale, delvis produsert i vannmassene lokalt, og delvis tilført utenifra.	Ikke relevant.	Ikke relevant
250	Uspesifisert marin avsetning	Marin avsetning med ukjent opprinnelse.	Ikke relevant.	Ikke relevant
301	Jordskredavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Avsetning som dannes når løsmasser i bratt terreng løsner og raser nedover. Danner ofte karakteristiske vifte- eller tungelignende former.	Samme egenskaper som morene i utgangspunktet, men litt mer erosjonsutsatt fordi det er topografi og omrøring.	Middels eroderbar
302	Jordskredavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendt avsetning som dannes når løsmasser i bratt terreng løsner og raser nedover.	Samme egenskaper som morene i utgangspunktet, men litt mer erosjonsutsatt fordi det er topografi og omrøring.	Middels eroderbar
303	Leirskredavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Avsetning som dannes når leirholdige sedimenter løsner og glir ut.	Erosjonsutsatt.	Eroderbar
304	Leirskredavsetning, usammenhengende	Avsetning som dannes når leirholdige sedimenter løsner og glir ut.	Erosjonsutsatt.	Eroderbar

	eller tynt dekke over berggrunnen			
305	Fjellskredavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Dannes når store fjellparti løsner og med kolossal kraft går ned i daler og fjorder. Består mest av kantete blokker.	Store blokker, ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
306	Fjellskredavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med fjellskredmateriale.	Store blokker, ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
307	Steinsprangavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Materiale som har løsnet fra fast fjell og over tid akkumulert som bratte urer ved foten av skråninger. Materialet varierer fra sand til blokk, med økende kornstørrelse nedover skråningen.	Erosjonsutsatthet avhengig av kornstørrelse, men generelt ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
308	Steinsprangavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med steinsprangmateriale	Erosjonsutsatthet avhengig av kornstørrelse, men generelt ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
309	Snøskredavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Dannes i områder med gjentatte snøskred og har ofte vifteform.	Ofte grovt.	Lite eroderbar
310	Snøskredavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med snøskredmateriale.	Ofte grovt.	Lite eroderbar
311	Fjellskred-/steinsprangavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Materiale bestående av steinblokker fra større fjellparti som har løsnet og rast ned. Består hovedsakelig av usortert grovt materiale (stein og blokk) og finnes oftest ved foten av skrenter/fjellsider.	Store blokker, ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
312	Fjellskred-/steinsprangavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med fjellskred-/steinsprangmateriale.	Store blokker, ikke erosjonsutsatt.	Lite eroderbar
313	Snø- og jordskredavsetning, sammenhengende dekke	Dannes i områder med vekslende snø- og jordskred.	Sannsynligvis varierende kornstørrelse.	Lite eroderbar
314	Snø- og jordskredavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med snøskredmateriale og jordskredmateriale.	Sannsynligvis varierende kornstørrelse.	Lite eroderbar

315	Jordskred- og steinsprangavsetning, sammenhengende dekke	Dannes i bratt terreng der både jordskred og steinsprang forekommer.	Sannsynligvis varierende kornstørrelse.	Lite eroderbar
316	Jordskred- og steinsprangavsetning, usammenhengende eller tynt dekke	Grunnlendte områder med jordskred- og steinsprangmateriale.	Sannsynligvis varierende kornstørrelse.	Lite eroderbar
320	Finkornig organiskholdig sigejord	Sterkt frostpåvirket blandingsmateriale som beveger seg sakte nedover slake skråninger, dannet fra en eller flere opprinnelig finstoffholdige løsmassetyper	Organisk og finkornet og i skråninger, erosjonsutsatt.	Eroderbar
321	Steinrikt sigende skråningsmateriale	Grovkornig frostpåvirket blandingsmateriale som beveger seg sakte nedover skråninger, dannet fra forvitret fjell, skråningsmateriale eller morenemateriale.	I skråninger, erosjonsutsatthet sannsynligvis litt avhengig av kornstørrelse.	Eroderbar

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: 978-82-426-4652-1

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