

# Etablering og bruk av tilgjengelighetsindikatorer i det norske jordbrukslandskapet

Birk Jakob Slipersæter



Oppgave for graden  
Master i naturgeografi, hydrologi og geomatikk  
60 studiepoeng

Institutt for Geofag  
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Våren 2018



# Etablering og bruk av tilgjengelighetsindikatorer i det norske jordbrukslandskapet



Birk Jakob Slipersæter

© 2018 Birk Jakob Slipersæter

Etablering og bruk av tilgjengelighetsindikatorer i det norske jordbrukslandskapet

<http://www.duo.uio.no/>

Foto forside: Geir Harald Strand, NIBIO

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo



# Sammendrag

Det norske jordbrukslandskapet er i konstant endring. Det er et politisk mål at dette landskapet skal være tilgjengelig for det norske folk. Ved å kvantifisere tilgjengeligheten i landskapet til indikatorer, kan en måle endringer over tid og sammenligne regioner i Norge. Norsk Institutt for Bioøkonomi har et overvåkningsprogram kalt 3Q som kartlegger det norske jordbrukslandskapet på landsbasis. Datasettet skapes ved tolkning av flybilder og er et av veldig få slike datasett i verden.

I denne oppgaven blir flere indikatorer testet og brukt på 3Q datasettet for å kartlegge tilgjengelighet. Det ble valgt ut syv indikatorer som ble brukt på to omdrev av 3Q. Arealattributter brukes til å tillegge en motstand, slik at en kan modellere hvor fysisk tilgjengelig det norske jordbrukslandskapet er. Ved å tillegge arealattributter en høyde, kan 3Q brukes sammen med en digital terrengmodell til å simulere endringer i visuell tilgjengelighet.

Analysene i denne oppgave av det norske jordbrukslandskapet viser at den visuelle tilgjengeligheten har tendenser til å reduseres på landsbasis, selv om det er økende tilgjengelig areal. Det er i tråd med et stort potensiale for gjengroing i landet. Samtidig som det har blitt mindre jordbruksareal på landsbasis de siste årene har synligheten til jordbruksarealet økt mellom de to datasettene.

Mer areal har blitt fysisk tilgjengelig i det norske jordbrukslandskapet. Dette har sammenheng med at det har blitt mindre jordbruksareal. Den motstandsberinget tilgjengeligheten har også økt og tendensene er at det er en større økning i forhold til det totale arealet. Tendensene til endringer på landsbasis er små, men det er større forskjeller fylkesvis. Det er også endringer i lengden av ferdselslinjer i jordbruksarealet, der den totale lengden har økt, men det er store forskjeller mellom fylkene. Resultatene viser at det å kvantifisere fysiske og visuell endringer i det norske kulturlandskapet er mulig og at indikatorene i oppgaven kan brukes til overvåkning av jordbrukslandskapet.



# Forord

Denne oppgaven setter strek for fem år ved Universitet i Oslo og Institutt for Geofag. Når jeg nå sitter på andre siden av en masteroppgave er jeg takknemlig for alle forelesningene og fagene. Det er mange som har hjulpet meg gjennom denne oppgaven, og det er flere jeg ønsker å takke.

Takk til veileder Svein Olav Krøgli for veldig god støtte og diskusjoner. Den faglige støtten og tiden som har blitt satt av til å hjelpe meg har vært uvurderlig. Du har gitt meg enorm innsikt i 3Q og landskapsovervåkingen. Alle rundene med diskusjoner og gjennomlesninger jeg har fått har vært over all forventning.

Takk til alle på NIBIO som har satt av tid for å bidra til oppgaven og for lån av kontor og PC. Tiden som ble satt av er uvurderlig. Det har vært spennende å lære mer om landskapsovervåking gjennom oppgaven og diskusjoner.

Takk til min andre veileder Bernd Etzemüller for veiledning og gjennomgang av oppgaven. Positiviteten og forklaringene har vært til stor nytte.

Takk til Siv Helen for å ha holdt ut med meg i denne perioden og til alle medstudenter på rom 214 for gode faglige samtaler og diskusjoner.

Takk til mine foreldre for gjennomlesning og korrektur.



# Innhold

<b>1</b>	<b>Introduksjon</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn . . . . .	1
1.2	Problemstilling og mål . . . . .	3
1.3	Oppgavestruktur . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Teori</b>	<b>5</b>
2.1	Indikator . . . . .	5
2.2	Fysisk tilgjengelighet . . . . .	6
2.2.1	Tilgjengelighet i rastermodeller . . . . .	7
2.2.2	Tilgjengelighet i nettverk . . . . .	9
2.3	Visuell tilgjengelighet . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Data</b>	<b>15</b>
3.1	Datakilder . . . . .	15
3.1.1	3Q . . . . .	15
3.1.2	Digital terrengmodell . . . . .	17
3.2	Studieområde . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Metode</b>	<b>23</b>

4.1	Startpunkt . . . . .	24
4.1.1	Ni punkter . . . . .	24
4.1.2	25 punkter . . . . .	24
4.1.3	Ferdselslinjer . . . . .	25
4.1.4	Innfartspunkt . . . . .	25
4.2	Fysisk tilgjengelighet . . . . .	25
4.2.1	Motstand . . . . .	27
4.3	Visuell tilgjengelighet . . . . .	29
4.3.1	Terrenghøyde . . . . .	32
<b>5</b>	<b>Resultater</b>	<b>37</b>
5.1	Fysisk tilgjengelighet . . . . .	38
5.1.1	Endring mellom omdrev 1 og omdrev 2 . . . . .	39
5.1.2	Forskjell mellom fylker . . . . .	40
5.2	Visuell tilgjengelighet . . . . .	41
5.2.1	Endring mellom omdrev 1 og omdrev 2 . . . . .	42
5.2.2	Fylkesvis endring . . . . .	44
5.3	Lengde på ferdselslinjer . . . . .	46
5.4	Indikatorer for tilgjengelighet . . . . .	48
<b>6</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>55</b>
6.1	Metodediskusjon . . . . .	55
6.1.1	Fysisk tilgjengelighet . . . . .	55
6.1.2	Visuell tilgjengelighet . . . . .	57

6.2	Resultatdiskusjon . . . . .	60
<b>7</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>63</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>71</b>
<b>A</b>	<b>Kode</b>	<b>73</b>
<b>B</b>	<b>Vekting</b>	<b>89</b>
B.1	Motstand for fysisk tilgjengelig areal . . . . .	89
B.2	Høyde for arealklasser . . . . .	93
<b>C</b>	<b>Flere resultater</b>	<b>99</b>
C.1	Fysisk tilgjengelig areal . . . . .	99
C.2	Fysisk motstandsbestemt areal . . . . .	100
C.3	Visuelt tilgjengelig areal . . . . .	100
C.4	Visuelt tilgjengelig jordbuksareal . . . . .	101





# Figurer

1.1	Endring av visuell og fysisk tilgjengelighet i Lierdalan, Buskerud. Endring mellom 1993 - 2004. Foto: Oskar Puschmann, NIBIO. . . . .	2
2.1	Malmin et al. (2016) sin versjon av et kostnadsraster. Høyere verdier tilsvarer mer motstand. Hvite verdier er barrierer. . . . .	8
2.2	Gjengroing som fører til lavere visuell tilgjengelighet i Hemsedal. Fotoene er tatt 1994 - 2004 - 2014. Foto: Oskar Puschmann, NIBIO (Bayr et al., 2017). . . . .	11
2.3	Wheatley (1995) sin forklaring på hvordan utsyn blir beregnet. I det nederste tilfellet blir cellen satt som ikke synlig, da en celle krysser siktlinjen. I den øverste tilfellet er cellen synlig. . . . .	12
2.4	Swetnam et al. (2016) bruker tre forskjellige datakilder for å generere en utsynsmodell. En DEM, objekter fra overflaten og punkter langs ferdselsårer. . . . .	13
3.1	Ferdselslinjer i en flate. . . . .	18
3.2	Linjeelement i en flate. Legg merke til at noen av de samme elementene går igjen både i ferdselslinjer og i linjeelementene. Samtidig mangler det her noen av stiene som er å finne i ferdselslinje datasettet. . . . .	19
3.3	Arealdekke i en flate. Legenden viser kun arealtyper som er synlige i flaten. Arealpolygonene inneholder også flere av de samme elementene som er å finne i linje og ferdselslinje datasettet. . . . .	20
3.4	Antall flater per 300 <sup>2</sup> . Den største tettheten er på Østlandet, Rogaland og Trøndelag. . . . .	21

4.1	Flyttdiagram for kalkulering antall innfartspunkt for hver flate. . . . .	26
4.2	Flyttdiagram for kalkulering av fysisk tilgjengelig for hver flate. . . . .	28
4.3	Motstandsraster der arealene er gitt en vekt fra 1 til 100. De grønne områdene er barrierer i terrenget. . . . .	29
4.4	Motstand for arealkategorier på skala 1 - 100 funnet ved felles møter med NIBIO. . . . .	30
4.5	Utsynspunkter og digital overflatemodell for en flate, der attributtene fra 3Q er lagt på toppen av en digital terrengmodell. . . . .	31
4.6	Visuell tilgjengelighet i en flate. Områder som ikke kan sees fra noen av utsynspunktene har verdi 0. . . . .	32
4.7	Jordbruksareal som ikke kan sees. . . . .	33
4.8	Flyttdiagram for kalkulering av visuell tilgjengelighet i flate. . . . .	34
4.9	Høydeklassifisering for 3Q datasettet. Klasser som ikke er representert her har blitt gitt verdien 0, slik at de ikke tilfører høyde over det som ligger på den digitale terrengmodellen. . . . .	35
5.1	Endring i motstandsbetinget fysisk areal mellom omdrev 1 og omdrev 2 for flate 2133. . . . .	39
5.2	Endring i totalt tilgjengelig areal per fylke mellom omdrev 1 og 2. . . . .	40
5.3	Endring i motstandsbetinget areal per fylke mellom omdrev 1 og 2. . . . .	41
5.4	Endring i utsyn mellom omdrev 1 og omdrev 2 for flate 2984. . . . .	43
5.5	Endring i synlig jordbruksareal per fylke mellom omdrev 1 og omdrev 2 i prosentpoeng. . . . .	44
5.6	Endring i synlig areal per fylke i dekar mellom omdrev 1 og omdrev 2. . . . .	45
5.7	Spredningsplott mellom lengde ferdselsårer, synlig jordbruksareal og totalt synlig areal. Den lineære regresjonen er plottet i svart med konfidensintervallet markert i grått. . . . .	47

5.8	Spredningsplott mellom lengde ferdselsårer, synlig jordbruksareal og totalt synlig areal. Den lineære regresjonen er plottet i svart med konfidensintervallet markert i grått. . . . .	48
5.9	Fylkesvis tilgjengelighet for fire indikatorer i omdrev 1. . . . .	50
5.10	Endring i tilgjengelighet for en flate mellom omdrev 1 og omdrev 2. . . . .	51
5.11	Radarplott for Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud og Vestfold. . . . .	52
5.12	Radarplott for Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane. . . . .	53
5.13	Radarplott for Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark. . . . .	54



# Tabeller

3.1	Datasett brukt i studien. . . . .	18
4.1	Test av forskjellig motstand ved begrensning for fysisk tilgjengelighet for fire forskjellige flater. . . . .	27
5.1	Indikatorer som er brukt i oppgaven. . . . .	38
5.2	Fylkesvis endring i totalt tilgjengelig areal i dekar ( $1000 m^2$ ) og prosentpoeng per fylke. . . . .	40
5.3	Fylkesvis endring i grensebetinget tilgjengelig areal i dekar per fylke. og endring i prosentpoeng mellom omdrev 1 og omdrev 2. . . . .	41
5.4	Fylkesvis endring i synlig jordbruksareal i prosentpoeng . . . . .	44
5.5	Fylkesvis endring i synlig areal i prosentpoeng. . . . .	45
5.6	Samlet fylkesvis endring i ferdselslinjer. . . . .	46
5.7	Fylkesvis endring i ferdselslinjer (km). . . . .	46
5.8	Endring i de syv tilgjengelighetsindikatorerne på landsbasis mellom omdrev 1 og 2. Endring i prosentpoeng. . . . .	49
B.1	Motstandsverdi for analysen av motstandsbetinget areal. . . . .	89
B.2	Høydeverdi for analysen av motstandsbetinget areal. . . . .	93
C.1	Totalt tilgjengelig fysisk tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum. . . . .	99

C.2	Motstandsbestemt fysisk tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum. . . . .	100
C.3	Visuelt tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum.	101
C.4	Synlig jordbruksareal (SJA) og totalt jordbruksareal i fylket (JAF). . . . .	102

# Ordliste

**3Q:** Overvåkningsprogram som rapporterer utviklingstendenser for jordbrukets kulturlandskap ved bruk av både regionale og lokale indikatorer. Dekker hele landet med 1 x 1 km flater.

**Omdrev:** Periode mellom datainnsamling for 3Q datasettet. Vanligvis fem år, men kan være kortere eller lenger.

**Raster:** Et rutenett av celler med verdier. Kan representere høyder.

**Digital terrengmodell (DTM):** En gjengiving av høyden til terrenget uten overliggende objekter, ofte produsert som en raster.

**Digital overflatemodell (DOM):** En digital gjengiving av høyden til alle objekter på overflaten. Inkluderer menneskeskapte objekter og vegetasjon.

**LiDAR:** Light Detection And Ranging. Avstandsmåling med laser. Brukes for lage høyoppløste terrengmodeller.

**Geografisk informasjonssystem (GIS):** Dataprogram for stedfesting og analyser av romlig data.

**Utsynsanalyse:** Analyse av hvilke områder som er synlige fra et sett med utkikkspunkter.

**Motstand:** Skala som viser hvor vanskelig det er å bevege seg gjennom et terreng.

# Kapittel 1

## Introduksjon

### 1.1 Bakgrunn

Jordbrukslandskapet er dynamisk og i konstant endring. Det er mange faktorer som påvirker hvordan jordbruket utvikler seg, men særlig endringer i teknologi har ført til nye behov og utvikling. Tidligere var jordbruket oppdelt i mindre, oppstykkete teiger, mens utviklingen de siste 50 årene har ført til at jordbrukslandskapet nå er dominert av større, sammenhengende areal (NIBIO, 2007). Samtidig har områder som er preget av vanskelig terreng fått mindre jordbruksareal, mens områder som i større grad er egnet for jordbrukslandskap har hatt en økning i jordbruksareal. Det totale arealet som blir brukt til jordbruk har minsket årlig siden 2001 (Statistisk sentralbyrå, 2017). Effektivisering og nye produksjonsmetoder har ført til at det i store deler av landet har oppstått økt gjengroing i det som tidligere har vært åpne kulturlandskap, noe som kan ha ført til en avtagende tilgjengelighet i deler av landet (St. meld. 18, 2016). Hvilke endringer som forekommer er viktig å kvantifisere og overvåke for å kunne sammenligne mellom deler av landet og internasjonalt. Denne oppgaven ser på hvordan tilgjengeligheten i det norske jordbrukslandskapet endrer seg over tid og rom, ved å teste og bruke flere indikatorer for å måle tilgjengelighet.

I denne oppgaven er tilgjengelighet definert på to forskjellige måter: Fysisk og visuell. Den fysiske tilgjengeligheten er bestemt ut fra hvilke områder som kan nås fysisk. Den visuelle tilgjengeligheten er på den andre siden bestemt av hva som kan ses. Figur 1.1 viser endring i tilgjengelighet over 11 år og viser at den visuelle tilgjengeligheten har gått ned på grunn av gjengroing og den fysiske tilgjengeligheten har blitt vanskeligere på grunn av endring fra åpen mark til gjengrodd skog.



Friluftsliv kan defineres som ”opphold og fysisk aktivitet i friluft i fritiden med sikte på miljøforandring og naturopplevelse” (St. meld. 18, 2016, s. 10). Jordbrukets kulturlandskap er i mange tilfeller plassert i nærheten av byer og bebyggelse, og utgjør derfor nærområdene til mange nordmenn. Jordbrukslandskapet er en viktig ressurs når det kommer til friluftsliv, rekreasjon, og opplevelser (St. meld. 18, 2016, s. 49). Tilgang til friluftareal bidrar til flere helsegevinster og mange har et ønske om å bedrive fysiske aktiviteter i nærmiljøet (St. meld. 18, 2016, s. 7). Endringene som påvirker jordbrukslandskapet i nærheten av boområder vil kunne påvirke mulighetene til helsegevinsten fra friluftsliv.



Det norske kulturlandskapet er i stor grad plassert i områder der det bor mange mennesker (Bakkestuen et al., 2001). Selv om dyrket mark utgjør en liten andel av landet, ligger den oftest i nærheten av der folk bor. Landbruksarealet i Norge utgjør en synkende andel av det totale arealet og var i 2015 kun 2,5 % av det totale landarealet (Statistisk sentralbyrå, 2017). Endringer i jordbrukslandskapet kan påvirke rekreasjonsområder til mange mennesker.

Tilgjengelighet i jordbrukslandskapet er også politisk forankret. Flere Stortingsmeldinger tar for seg utfordringene og uttrykker et ønske om å heve tilgjengeligheten. Regjeringen skriver i Stortingsmelding 18 (2015 - 2016) at den ønsker å videreutvikle almenhetens muligheter for friluftsliv i jordbrukslandskapet. Vedlikehold av stier og løyper i tilknytning til veier er viktige tiltak for friluftslivet (St. Meld. Nr. 11, 2017, s. 126). Stier vil åpne nye områder for ferdsel og sammen med veiene er det som danner grunnlaget for framkommelighet i jordbrukslandskapet. En økning av antallet veier vil i dette tilfellet gjøre det enklere å ta seg fram. Dette vil i størst grad påvirke områder som ligger et stykke fra bebyggt areal.

Dramstad (2005) viser til at både tilgjengelighet og åpenhet er knyttet til landskapenes diversitet, særegenhet og rekreative anvendelse. Studien peker samtidig på jordbruket sin

Figur 1.1: Endring av visuell og fysisk tilgjengelighet i Lierdalan, Buskerud. Endring mellom 1993 - 2004. Foto: Oskar Puschmann, NIBIO.

rolle som barriere for tilgjengelighet til andre landskapstyper som kan være attraktive for friluftsliv. Landskapet har vært i stor endring og regjeringen skriver at ”(...) kulturlandskapet er i kontinuerlig endring og er blitt til gjennom flere hundre år med menneskelig aktivitet. Aktiv drift i landbruket utvikler kulturlandskapet og holder det ved like slik at ressursgrunnlaget, naturtyper og areal med høyt naturmangfold også blir ivaretatt” (St. meld. 18, 2016, s. 10).

Det har tidligere blitt gjort arbeid med å finne indikator for tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet (Dramstad, 2005). Arbeidet har ikke blitt brukt i noen særlig grad og er ikke oppdatert. Denne oppgaven vil derfor se på hvilke muligheter som har kommet med nye teknologi og teori, og drøfte om det finnes indikatorer for tilgjengelighet som kan brukes videre.

Opgaven er skrevet for og i samarbeid med Norsk Institutt for Bioøkonmi (NIBIO). NIBIO har som oppgave å forske og forvalte kunnskap om bioøkonomi. Bioøkonomi er basert på utnyttelsen og forvaltningen av biologiske resurser fra jord og hav. NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet. Instituttet består av flere avdelinger, der avdelingen Landsskapsobservasjon har ansvaret for kartlegging av landskap og landskapsendringer.

## 1.2 Problemstilling og mål

*Målet med denne oppgaven er å undersøke og teste indikatorer for tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet. Behovet for å overvåke tilgjengeligheten i jordbrukslandskapet er kommunisert som et politisk mål*

Mål og delmål i denne oppgaven:

- Utforske hva som er gjort på feltet siden forrige tilgjengelighetsundersøkelse ble foretatt.
- Finne hvilke parametere som er mulig å kvantifisere i et romlig datasett.
- Kartlegge og etablere indikatorer for tilgjengeligheten i det norske jordbrukslandskapet.
- Bruke metode på datasettene for å undersøke endringer i rom og over tid.

## 1.3 Oppgavestruktur

Oppgaven er delt inn i syv deler. I kapittel 2 presenteres relevante studier innenfor samme eller lignende områder. I kapittel 2 vil jeg også forklare terminologier og drøfte metoder som tidligere har blitt brukt for å analysere 3Q datasettet.

I kapittel 3 blir de forskjellige datasettene som blir brukt i oppgaven forklart. En gjennomgang av elementer som finnes i hvert datasett, og det blir forklart hvordan de er samlet inn. Den digitale høydemodellen som ligger til grunn for siktanalysen blir diskutert.

I metodekapittelet (kap. 4) blir de forskjellige tilgjengelighetsmetodene presentert. Dataflyt og prosesser viser en forenklet versjon av metoden. Figurer blir brukt til å vise utdata fra prosesser. Scriptet som er brukt til å analysere datasettene ligger i vedleggene bakerst i oppgaven. Parametere for metoden finnes også i vedlegg.

I kapittel 5 blir resultatene for tilgjengelighetsanalysen lagt fram. Sammenligninger for forskjellige områder og for de to ulike omdrevene. Statistikk for endringer i flatene blir presentert.

I kapittel 6 blir resultatene og metodene i oppgaven diskutert. Her blir metoden sammenlignet med andre metoder og feilkilder blir diskutert.

Kapittel 7 er en konklusjon og sammendrag av oppgaven.

# Kapittel 2

## Teori

Dette kapittelet tar for seg metoder som er brukt for å kvantifisere og måle tilgjengelighet i lignende datasett. Både fysisk og visuelle tilnærminger til tilgjengelighet blir utforsket og sammenlignet med bruk av 3Q datasettet. Bruk og nytte av indikatorer vil bli forklart i starten av kapittelet. Denne oppgaven vil ta for seg to forskjellige elementer rundt tilgjengelighet: Den fysiske tilgjengeligheten og den visuelle tilgjengeligheten. Den fysiske tilgjengeligheten tar for seg hvilke områder som en fysisk kan bevege seg i. Dette gjelder både hvilke områder det er lov å ta seg fram i, men også hvor krevende det er å ta seg fram i områdene. Den visuelle tilgjengeligheten tar for seg hvilke områder en kan se. Disse to formene for tilgjengelighet er nødvendigvis ikke direkte avhengig av hverandre, da noen områder kan nås fysisk, samtidig som utsynet er blokkert av hindringer. Det vil også være områder som kan sees, men som ikke vil være fysisk tilgjengelige. Studier som er gjort på de to elementene av tilgjengelighet vil bli presentert.

### 2.1 Indikator

En indikator blir brukt for å beskrive situasjoner som er vanskelig å beskrive direkte (Dahlum, 2014). En indikator kan kvantifisere et bredt tallgrunnlag og forenkle det, slik at det er enkelt å måle endring både over tid og sted. Flere indikatorer kan settes sammen slik at en kan danne et helhetlig bilde av en forandring. En god indikator vil fortelle om omfanget, retningen og hastigheten på endringen (Dramstad et al., 2002). En indikator vil kunne brukes til å formidle endringer og tilstandsmålinger til styresmakter eller det offentlig (Dramstad et al., 2005). En god indikator vil også kunne formidle komplekse endringer som et enkelt tall og vil derfor ha en god funksjon ovenfor politikere (Inostroza

et al., 2017). En indikator må være repeterbar over tid og for forskjellige personer (Dramstad et al., 2002). En indikator kan bestå av et tall på en skala eller som prosent. Et viktig poeng ved å bruke indikatorer er enkeltheten for sammenligning, da komplekse målinger og resultater blir gjort om til en enkel skala.

En indikator for tilgjengelighet i jordbrukslandskapet er et middel for å måle om man oppnår målene som er satt i landbrukspolitikken (Stokstad et al., 2016). Dette kan igjen brukes for å sammenligne seg med andre land eller sammenligne utvikling mellom landsdeler. Den viktigste funksjonen for en indikator i jordbrukslandskapet er å dokumentere endringer. Dette vil føre til et bedre beslutningsgrunnlag når det kommer til å bestemme landbrukspolitik. En ønsket effekt av indikatorer er at de vil formidle om igangsatte prosesser skaper ønskede resultater slik at en kan måle reel endring basert på førende politikk. Indikatoren må derfor være designet slik at den er lett å reprodusere og ikke være avhengig av forskjellige tolkninger.

## 2.2 Fysisk tilgjengelighet

Tilgjengelighet er et begrep som kan ha mange definisjoner. I litteraturen er ofte tilgjengelighet brukt om tilgjengelighet til tjenester som for eksempel dagligvare eller skoler, ofte i en by. El-Geneidy and Levinson (2006, p. 11) bruker begrepet i urbane omgivelser, der det er definert som "[...] lettheten å nå verdsatte destinasjoner". Denne definisjonen setter en målbar motstand mellom destinasjonen og de som ønsker å nå den. Forskningen på feltet er ofte sentrert rundt urbane omgivelser og tilgjengeligheten til grøntareal, skoler eller andre nødvendigheter. Rodrigue et al. (2016, s. 322) har to kategorier tilgjengelighet: Topologisk og kontinuerlig. Topologisk finner tilgjengeligheten i et nettverk av noder og koblinger, mens den kontinuerlige tilgjengeligheten beregnes for en flate med kontinuerlige tilgjengelighetsverdier.

Tobler (1970) definerer den første loven for geografi slik: "Alt er beslektet med alt annet, men nære ting er mer beslektet enn fjerne ting". Dette prinsippet er en viktig læresetning som forteller at tilgjengelighet også er avhengig av distanse og motstand. Mennesker vil heller benytte seg av de tjenester og områder som er nærmere enn de som er lenger unna. Avtagende tilgjengelighet med avstand er tidligere brukt for å måle tilgjengelighet (Skov-Petersen, 2001; Malmin et al., 2016). Ved å legge inn en avstandsbestemt parameter, som for eksempel er bestemt av tid eller hvor tungt det er å ta seg fram, kan en finne tilgjengeligheten for kontinuerlige områder.

Tilgjengelighet er forskjellig fra mobilitet, som er hvor lett en tar seg fram (El-Geneidy and Levinson, 2006), men er tett relatert. Mennesker med forskjellig mobilitet vil oppleve en forskjellig tilgjengelighet til området, basert på hvilke forutsetninger de har for å ta seg fram. For eksempel vil en som sitter i rullestol ha vanskeligere å ta seg fram enn en uten funksjonsnedsettelse. Hvilken mobilitet man forutsetter er et viktig premiss å avklare når en skal beregne tilgjengelighet.

Koppen et al. (2014) fant opplevd tilgjengelighet fra brukere i rekreasjonslandskapet som en utfordring. Litteraturgjennomgangen viste at den oppfattede tilgjengeligheten var en kombinasjon av to attributter: Fysisk tilgjengelighet og en kombinasjon av kulturell, sosial eller sosialpsykologisk tilgjengelighet. Dette gjør tilgjengeligheten til en blanding av landskapskarakteristikker og observatørens syn på egen tilgjengelighet. Koppen et al. (2014) gjør også et klart skille mellom intern og ekstern tilgjengelighet. Den eksterne tilgjengeligheten er en funksjon av inngangen til et område, mens intern tilgjengelighet vurderes innenfor området. De to tilgjengelighetsmålingene brukes på ulike skalaer, der den interne tilgjengeligheten brukes på større geografiske områder. Fritidsvandring i kulturlandskapet har færre begrensninger enn tilgjengeligheten ved bruk av biler eller offentlig transport (Malmin et al., 2016).

### 2.2.1 Tilgjengelighet i rastermodeller

Rastere er mulig å bruke for å modellere tilgjengelighet og motstand i kontinuerlige flater. Rastere kan ta inn flere datakilder og tilegne motstand til områder basert på forskjellige datakilder, enten det er snakk om distanse eller tid (Upchurch et al., 2004). Fordelen ved å ta i bruk rastere er at man kan tilegne mindre områder en verdi. Samtidig mister man noe av geometrien et vektordatasett representerer, avhengig av hvilken oppløsning man bruker på rasteren. Høyere oppløsning vil gi mer reel gjengiving av polygoner, men kreve høyere dataprosesseringsevner.

Veinnettverk er ofte godt kartlagt og inkluderer ofte store datamengder, men det er ikke dekkende når det kommer til gående, da man ofte benytter seg av snarveier eller områder som ligger utenfor oppgatte stier (Delamater et al., 2012). Malmin et al. (2016) skapte en modell for gående utenfor veinnettverk i en rasterbasert modell på 1 x 1 meter. Ved å bruke en skala på 1 x 1 meter, vil en kunne gjenskape gåing innenfor en feilmargin på 8 % sammenlignet med euklidisk rettlinjet forflyttelse. Fordelene ved dette, kontra et linjenettverk med linjer og noder, er at alle rasterets celler blir mulig å forsere, i motsetning til kun der det er veier.

Malmin et al. (2016) dannet et motstandslag basert på tre parameter: en digital terrengmodell, overflateattributt og veinettverk. Disse ble reklassifisert slik at områder som ikke var tilgjengelige for ferdsel (bygninger og vann) ble satt som barrierer med verdi 0, mens lett og uhindret ferdsel fikk vekt 1. I analysen valgte ikke Malmin et al. (2016) å bruke skogdata, da datagrunnlaget deres ikke var godt nok. Rasterbasert tilgjengelighet fører til at en kan ta inn kontinuerlige datasett og modellere framkommelighet utenfor klassiske ferdselslinjer som veier og stier. Hver celle kan dermed oppnå sin egen vektning og totale motstand, enten den er en barriere eller en celle med enkel framkommelighet (figur 2.1). Llobera et al. (2011) brukte kostnadsrastere for å finne tilgjengelighet gjennom å estimere minste kostnads vei for terreng. Ved bruk av landskapsklassifikasjon fra MODIS og en terrengmodell kan en også generere motstandsrastere for store områder (White and Barber, 2012). Motstand er brukt i flere artikler for å finne fysisk tilgjengelighet og vil være mulig å modellere ut i fra de dataene som finnes i 3Q datasettet.

Avgrensninger til et område vil minske tilgjengeligheten (Koppen et al., 2014). Barrierer, få inngangspunkter til området og store avstander vil redusere tilgjengeligheten til et område. Ellis et al. (2016) måler det tilgjengelige området rundt et bestemt punkt som en prosentandel av en buffer fra et punkt, kalt "Pedshed". Mengden av tilgjengelig område beregnes ut fra et sirkulært geodetisk bufferområde med en radius på fem minutters gangtid, slik at indikatoren blir et mål av det teoretisk maksimale arealet. St. meld. 18 (2016, s. 45) opererer med forskjellige aksjonsradius til fots for forskjellige grupper. Disse kan brukes som basis for et eventuelt Pedshed i jordbrukslandskapet.



Figur 2.1: Malmin et al. (2016) sin versjon av et kostnadsraster. Høyere verdier tilsvarer mer motstand. Hvite verdier er barrierer.

Størrelsen på tilgjengelige områder kan endre seg dramatisk når noen av områdene er



avskåret fra veier eller annen infrastruktur (Dramstad et al., 2005). Områder som ikke er tilgjengelige for ferdsel, som vann eller dyrket mark, er klassifisert som utilgjengelig. Områder som ligger inntil en vei eller et annet tilgjengelig område vil få status som tilgjengelig. Med denne metoden kan områder som kan være tilgjengelige, men er langt borte fra et transportalternativ eller omgitt av barrierer eller utilgjengelig areal, bli klassifisert som utilgjengelig. Dette er mulig å bruke som en prosentandel av et område, hvor tilgjengelig område er 1 og utilgjengelig område er 0. Dette kan også uttrykkes på en skala fra 0 til 100. Dramstad et al. (2005) bemerker at disse klassifiseringene vil være forskjellige om sommeren og om vinteren, da ulike lover gjelder for jordbruksareal i vekstperioden. Forskjellen mellom årstider vil endre tilgjengeligheten radikalt, da dyrket mark ikke vil være tilgjengelig om sommeren (Koppen et al., 2014).

## 2.2.2 Tilgjengelighet i nettverk

Transportnettverk har i flere studier blitt brukt til å kartlegge tilgjengelighet (Malmin et al., 2016; La Rosa, 2014; Comber et al., 2008). Grafteori er en matematisk teori som kan brukes til å beskrive sammenhengen mellom noder (punkter) og kanter (linjer) i et nettverk (Eilertsen, 2011). Motstand kan bli gitt til veityper avhengig av attributt, slik at man kan kalkulere seg til kortest reisevei (Ala-Hulkko et al., 2016). I et jordbrukslandskap kan dette være både veier og stier. Et nettverk av linjer vil ha noder der to linjer møtes. Antallet noder kan brukes til å fortelle noe om nettverkets størrelse:

$S = N(N - 1)$  (El-Geneidy and Levinson, 2006) Der  $S$  er størrelsen av nettverket og  $N$  er nummeret av noder. Node modellen gjør at nettverkets størrelse vokser ikke-lineært med antall noder. Det samme konseptet har tidligere blitt brukt på 3Q (Dramstad et al., 2005). Antallet tilknyttede noder utgjør gammaindeksen. En node er tilknyttet nettverket om den er koblet til to eller flere andre noder, slik at den ikke er endepunktet. Gammaindeksen  $y = L/L_{max}$  bruker det totale antall koblinger ( $L$ ) og deler det på det maksimalt antall mulige koblinger mellom nodene ( $L_{max}$ ). Maksimalt antall koblinger blir funnet ved  $3(V - 2)$ , der  $V$  er det maksimale antallet noder (Rodrigue et al., 2016, s. 316). Gammaindeksen forteller hvor godt veiene er koblet sammen og er særlig god til å fortelle hvordan dette endrer seg over tid (Muhar, 2004). Antall kryss (noder/km<sup>2</sup>) kan også brukes til å indikere konnektiviteten i et nettverk for et område.

Lengden vei innenfor et område har tidligere blitt brukt til å indikere tilgjengeligheten (Dramstad et al., 2005). Ved å bruke den totale lengden vei og stier, er det mulig å sammenligne over sted og tid mellom regioner (Liu and Zhao, 2015). Nye veier vil føre til



bedre tilgjengelighet ved bruk av denne metoden, men et problem er at den ikke tar hensyn den romlig utbredelsen av veiene eller hvor godt de er knyttet sammen (Muhar, 2004). Ved bruk av denne metoden kan en ny parallell vei føre til en dobling av tilgjengeligheten, mens det i realiteten vil være samme område som er tilgjengelig som tidligere.

Liu and Zhao (2015) bruker fire forskjellige indikatorer for å kalkulere tilgjengelighet i et veinettverk: Gjennomsnittlig korteste avstand til nærmeste node, spredningen av nettverket, sirkulæritet og graden av omveier for å nå målet. Samlet forteller disse hvor enkelt det er å ta seg fram til et mål i nettverket. Skov-Petersen (2001) bruker veinett og noder for å estimere tilgjengelighet til skog for Danmark. Metoden går ut på å danne Thissen-polygoner knyttet til noder, som representerer skog og befolkning. Tilgjengeligheten til skog blir så beregnet som en funksjon av tid og fartsgrenser i veinettverket.

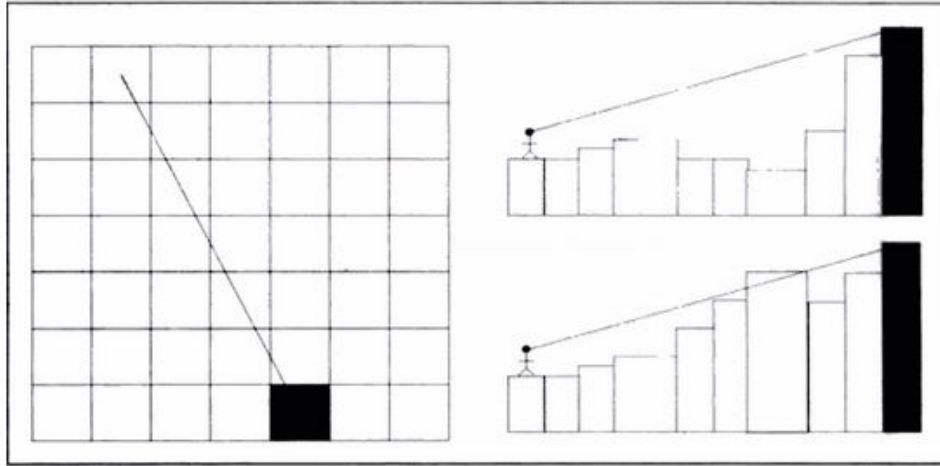
## 2.3 Visuell tilgjengelighet

Tilgjengelighet handler ikke kun om hvilke områder man kan ta seg fram til. Et viktig element i opplevelsen av tilgjengelighet handler om hvilken områder man kan se (figur 2.2). Gjengroing langs turstier og veier kan føre til en tunneleffekt. Tidligere innmark som gror igjen vil føre til lavere utsyn og vil også kunne dekke til kulturminner (Krøgli et al., 2015). Det visuelle landskapet består av det fysiske terrenget som åser og fjell, der endringer skjer sakte, og det overliggende landskapet, som skog og bebyggelse, som lett og fort kan endres, særlig i jordbrukslandskapet (Miller, 2001; Dramstad et al., 2002). Endring i visuell tilgjengelighet kan derfor skje uten store endringer i det underliggende terrenget. Arealdata fra 3Q vil kunne si noe om trender i den visuelle tilgjengeligheten.

En utsynsmodell kan genereres for å kvantifisere det som er synlig i landskapet (De Smith et al., 2007). Hva som kan sees kan estimeres binært ved å sette områder som kan ses er lik 1 og områder som ikke er synlige, er lik 0 (De Smith et al., 2007). Utsynet blir beregnet for en raster, der hver celle har en høyde (Wheatley, 1995). Mellom utsiktspunktet og hver celle blir det beregnet en rett line. Om høyden fra en rastercelle bryter denne linjen, vil cellen få verdi som ikke synlig (Wheatley, 1995). Figur 2.3 viser to scenarioer, en der utsynet er blokkert og en der det er fri sikt. Ut i fra mange utsynspunkter er det også mulig å lage kumulative visninger beregnes langs en rute, slik at alle cellene i et rasteret får verdier etter hvor mange av utsynspunktene som



Figur 2.2: Gjengroing som fører til lavere visuell tilgjengelighet i Hemsedal. Fotoene er tatt 1994 - 2004 - 2014. Foto: Oskar Puschmann, NIBIO (Bayr et al., 2017).



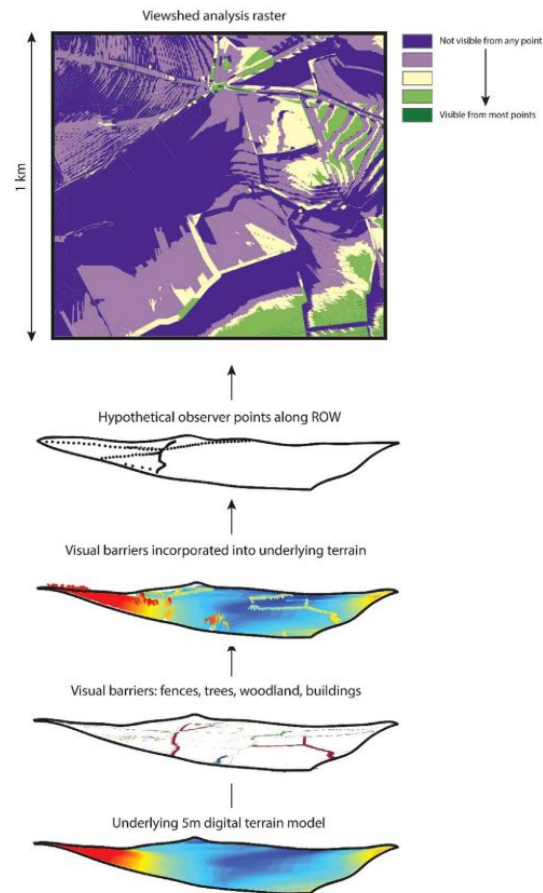
Figur 2.3: Wheatley (1995) sin forklaring på hvordan utsyn blir beregnet. I det nederste tilfellet blir cellen satt som ikke synlig, da en celle krysser siktlinjen. I den øverste tilfellet er cellen synlig.

har sikt til den cellen. De Smith et al. (2007) bemerker at viewshed analyse er svært lett påvirket av obstruksjoner og hindringer, da utsynet er relativt nær bakken. Utsynsanalyser har blitt brukt i flere fagretninger, inkludert arkeologi (Wheatley, 1995; Jones, 2006), infrastruktur (Lubczonek, 2008; Castro et al., 2011) og arealforvaltning (Franch-Pardo et al., 2017).

Swetnam et al. (2016) målte andelen områder som ikke var synlig i 1  $km^2$  flater i Wales, basert på et lignende datasett som 3Q. Selv om artikkelen tok for seg et studie som baserte seg mer på landskapskvaliteten, er det en metode som er mulig å overføre for å evaluere den visuelle tilgjengeligheten. I tillegg til 1  $km^2$  flaten, ble åtte ekstra flater lagt rundt den originale fokusflaten for å tilføre ekstra informasjon og fjerne den skarpe kanten som kan oppstå i grensen av flaten.

Studier som tar i bruk fjernanalyse for å undersøke visuell tilgjengelighet vil ha nytte av en digital terrengmodell (DTM) (De Smith et al., 2007). Ved hjelp av disse kan høyden kombineres med endringene av det overliggende landskapet. Swetnam et al. (2016) brukte ulike høydeparametere for de ulike landskapstypene, basert på målinger og generalisering av arealklasser. Swetnam et al. (2016) brukte tre forskjellige viewshed metoder. Forskjellene på de tre metodene er det område som brukes til å beregne det synlige området. Den mest grunnleggende bruker kun 1  $km^2$  flater. De to andre bruker alle ni flatene. Der den ene finner områder som er synlige ved å se innover fra de omkringliggende flatene. Den siste metoden til Swetnam et al. (2016) ser ut fra midten mot de omkringliggende flatene. Dette gjøres for å få med mer av konteksten flaten er satt i.

Metoden med å beregne utsyn ved å legge på høyde fra vektorbaserte kart til terrengmodeller har blitt gjort for å kvantifisere områder som kan sees (Klouček et al., 2015). Høyden blir generalisert basert på lokale skogsdata og lagt på toppen av en DTM. I Klouček et al. (2015) sitt tilfelle ble bygninger gitt høyden 8 meter, fullvokst skog 20 meter og yngre skog gitt høyden 5 meter. Disse ble gitt en rasteroppløsning på 5 ganger 5 meter. Sahraoui et al. (2016) genererte høyder basert på et overflatelag, men satte høydene på trær mellom 15 og 25 meter tilfeldig. Trær og hus var de eneste klassene som fikk en ekstra høyde i den digitale overflatemodellen, slik at andre elementer som i prinsippet kan ha høyde ble satt til bakkehøyde. Den reelle hushøyden ble tatt fra eget datalag. Joly et al. (2009) brukte høyder på 15 meter for skog, 7 meter for bygninger og 3 meter for busker. I en tidligere studie av Krøgli et al. (2015) ble høyden på skog satt til 10 meter. Samme studie brukte en lignende klassifisering av landskapet som 3Q, men konsentrerte seg om et mye mindre geografisk område.



Figur 2.4: Swetnam et al. (2016) bruker tre forskjellige datakilder for å generere en utsynsmodell. En DEM, objekter fra overflaten og punkter langs ferdselsårer.

Muhar (2004) kvantifiserer den visuelle tilgjengeligheten i et område som prosent synlig areal innenfor et gitt utsynsområde, for eksempel 200 eller 1000 meter. Dette kan brukes i en indikator for synlighet med datakilder som digital terrengmodell, topografiske og landbrukskart. Ved ferdsel på stier og veier i jordbrukslandskapet vil det oppleves en visuell tilgjengelighet til de omkringliggende områdene, selv om det ikke er fysisk tilgjengelighet til jordbruksarealet rundt (Muhar, 2004).

Zone of Visual Influence (ZVI) metoden beregner utsynet for forskjellige grupper Swetnam et al. (2016). Utsynet ble beregnet for fotgjengere, syklister, biler og togpassasjerer. Gruppene fikk ulike høydeverdier der bilpassasjerer fikk lavest og togpassasjerer høyest.

Metoden bruker først en DTM for området med 5 meter ganger 5 meter oppløsning som grunnlag for analysen. Det neste trinnet er å legge til detaljer fra feltet og generelle høydeverdier til DTMen. Disse ville fungere som barrierer for utsyn og kan være gjenstander som gjerder, vegger, bygninger og trær. Hvis ingen data ble samlet i feltet, ble standardhøyder brukt på forskjellige objekter. Den siste delen av analysen er å legge til mulige punkter av visning. Dette ble gjort ved hjelp av punkter med 20 m separasjon på offentlige veier. De samme var gjort for andre områder tilgjengelig for allmennheten, med en tilfeldig punkter med minst 20 meters avstand til nærmeste punkt. I figur 2.4 vises det hvordan Swetnam et al. (2016) kombinerte en DTM, høyde fra overflateobjekter og utsynspunkt for å finne utsyn.

# Kapittel 3

## Data

### 3.1 Datakilder

Datakildene i denne oppgaven kommer fra to primærkilder: NIBIO og Statens Kartverk. De forskjellige datasettene blir først gjennomgått, før attributtene fra datasettene blir sammenlignet i tabell 3.1. 3Q datasettet fra NIBIO er ikke offentlig tilgjengelig og har blitt behandlet på deres kontorer i Ås. Posisjonen til flatene er ikke tilgjengelig, da innholdet på flatene ville vært enkle å manipulere. Ingen av figurene er derfor oppgitt med koordinater.

#### 3.1.1 3Q

Overvåkningsprogramets offisielle navn er ”Tilstandsovervåking og resultatkontroll i jordbrukets kulturlandskap ved hjelp av utvalgskartlegging” og har fått forkortelsen 3Q (T RE KU)(Engan, 2012). Programmet ble satt i gang i 1998 av Landbruks- og matdepartementet. 3Q er et overvåkningsprogram som rapporterer utviklingstendenser for jordbrukets kulturlandskap ved bruk av både regionale og lokale indikatorer (Engan, 2012). 3Q fanger opp en rekke objekter i hver flate: areal, linjeelement og punktobjekter (Stokstad et al., 2016).

3Q programmet inneholder mer enn 1000 1 x 1 km flater, fordelt utover det norske jordbrukslandskapet. Disse flatene har gjennomgått noen endringer siden den første datainnsamlingen i 1998. Utvalget var i starten gjort ved at det ble det dannet punkter i et rutenett med 3 km avstand. Der punktene traff jordbruksareal ble det etablert en 1 x 1 km rute (Dramstad et al., 2003). De første rutene hadde som krav å ha jordbruksareal i

senterpunktet av ruten. Dette førte til at områder med stor andel jordbruksareal ble overrepresentert i datagrunnlaget. Områder som lå i mer varierte områder ble derfor mindre representert i utvalget, noe som førte til at endringer ble vanskeligere å oppdage. Et nyere utvalg av flater ble derfor laget, som tok mer hensyn til de varierte områdene.

I 2012 ble det begynt et arbeid med et nytt utvalg flater for å “effektivisere kartleggingen, redusere usikkerheten ved enkelte av resultatene og forbedre metoden for oppskalering av resultater fra flateutvalget til regionalt eller nasjonalt nivå” Stokstad et al. (2016). Det nye utvalget av flater hadde ikke som mål å ha jordbruksareal i senterpunktet, men at flaten nå kun måtte inneholde jordbruksareal. Flatene ble valgt ut fra SSB sitt landsdekkende 1x1 km rutenett. Hver tredje rute kunne være med i utvalget, så lenge den inneholdt jordbruksareal fra AR5. Av disse ble det plukket ut 1000 tilfeldige ruter. Fra de 1000 rutene blir omlag 10% gjennomgått på bakken av NIBIO for å kvalitets sikre dataene. Den detaljerte beskrivelsen av ruten blir gjort i en 100 meter buffer rundt jordbruksarealet i ruta. Det resterende området blir tilegnet ved å ta data fra det mindre detaljerte AR5 datasettet. Områdene utenfor bufferen vil derfor ikke være like gode eller ha like beskrivende effekt ovenfor endringer, men en kan anta at den største delen av forandringer skjer i områder i nær tilknytting til jordbruket (Stokstad et al., 2016). Bildene av flatene blir i hovedsak tatt hvert 5. år, men noen av omdrevne kan være i et lenger tidsrom, da værforhold kan forsinke overflygningen.

Det første omdrevet ble tatt i målestokk 1:12500 og analysert i analoge tolkningsinstrumenter (Engan, 2012). Bildene ble tatt mellom 1998 og 2002. Bildene blir tolket hos NIBIO ved hjelp av detaljert tolkningsinstruks. Dette blir gjort i en digital fotogrametrisk tolkningsstasjon. Her får flatens areal, punkt og linjer en eksakt plassering og form, samt en kode. Denne koden forteller hva objektet inneholder.

For å kvalitetssikre 3Q-flatene har flere av flatene blitt feltsjekket. Dette ble gjort på om lag 10 % av de totale tolkede flatene fordelt på alle fylkene. Det ble laget 50 punkt, fordelt i et rektangelformet mønster med 50 m avstand. Disse ble så sjekket manuelt i feltet og sammenlignet med de tolkede 3Q-flatene. Flere forskjellige tolkningsfeil blir notert i Engan (2012): Grense-, endring-, skog- og buskfeil. Av disse sto tolkning av skog for den største andelen feiltolkning. Totalt utgjorde feiltolkningen av skogstype på 22,7 %. Utenom skog lå feilprosenten på 12,2 %. For at arealenheter skal klassifiseres kreves det at de er minst 40  $m^2$  og har en minimumsbredde på 2 meter (Engan and Bentzen, 2017). Linjeelementene tolkes om de har en bredde på over 0,5 meter og en lengde på over 20 meter.

Tabell 3.1 viser datasettene som har blitt brukt for å undersøke tilgjengeligheten i denne

oppgaven. Tre av datasettene er en del av 3Q programmet, men inneholder forskjellige data. Arealdatasettet inneholder polygoner i en 1x1 km rute, der hele flaten er fylt med diskrete data som beskriver arealet. Arealdatasettet er visualisert i figur 3.3. Linjelagene har data kun de stedene der det er tegnet inn linjeelement innenfor flaten og har ingen verdier der det ikke er data. Dette gjelder både linjeelementene og ferdselslinjene. 3Q datasettet inneholder også et punktlag. Dette ble ikke tatt i bruk, da elementene det inneholder ikke inneholder spesifikk nok informasjon til å brukes i denne studien. Dette er for eksempel punkter med attributter som bygning eller ruvende tre. Disse inneholder objekter der den romlige utbredelsen ikke er spesifisert, men bruker senterpunktet til objektet. De vil derfor ikke være til nytte i en slik analyse, da høyden de representerer kan være veldig varierende og den romlige utbredelsen er udefinert.

3Q er bygd opp i et hierarki med tre nivåer, der den første bokstaven angir arealtype, etterfulgt av et tall for en ny underkategori og til slutt to bokstaver som beskriver arealklassen godt(Engan and Bentzen, 2017). Kategoriene varierer fra for eksempel jordbruksareal til menneskeskapt objekter. For eksempel er kategorien A\*\*\* jordbruksareal, A1\*\* er åker og kulturesseng og A1KO er korn og oljevekster. Kategoriene A3 og A4 inneholder flest detaljer, da dekningen av busker og trær er beskrevet godt i de forskjellige underkategoriene. Linjedatane inneholder elementer som er vanskelig å framstille som polygoner, da de gjerne kan være veldig smale. Dette er for eksempel gjerder og høyspentledninger. Ferdselslinjelaget inneholder tre kategorier: Sti, gangvei og bilvei. Noen av kategoriene går igjen i både linje og ferdselslinjelaget. Vektordatasettene er visualisert for en flate i figur 3.1 og 3.2.

### 3.1.2 Digital terrengmodell

DTM10 datasettet er produsert av Kartverket og dekker hele landet(Kartverket, 2018a). Datasettet er en digital terrengmodell (DTM) som består av et rutenett på 10 x 10 m. En DTM er en digital gjengivelse av terrenget, uten noen overflateobjekter. Elementer som vegetasjon, hus og menneskeskapt objekter er fjernet, slik at resultat er bar bakke. I motsetning til en DTM, inneholder en digital overflatemodell (DOM) høyde på alle elementer, da inkludert vegetasjon og menneskeskapt objekter.

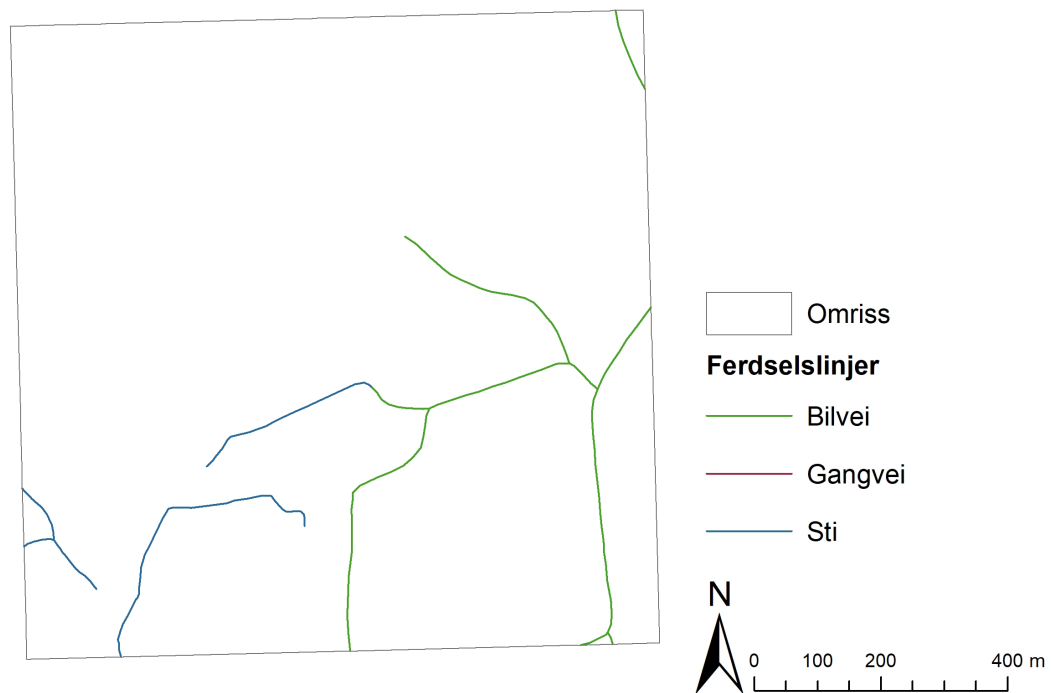
Modellen er landsdekkende og produsert i UTM 33N. Datasettet inneholder høyde målt i NN54 og er for det meste kalkulert ved bruk av ortofoto. Høyden har et standardavvik på  $\pm 2$  til 3 meter i noen soner, mens det i andre ligger på opptil  $\pm 4$  til 6 meter. Feilmarginen blir diskutert i del 6 på side 55. Datasettet kommer i forskjellige soner, men



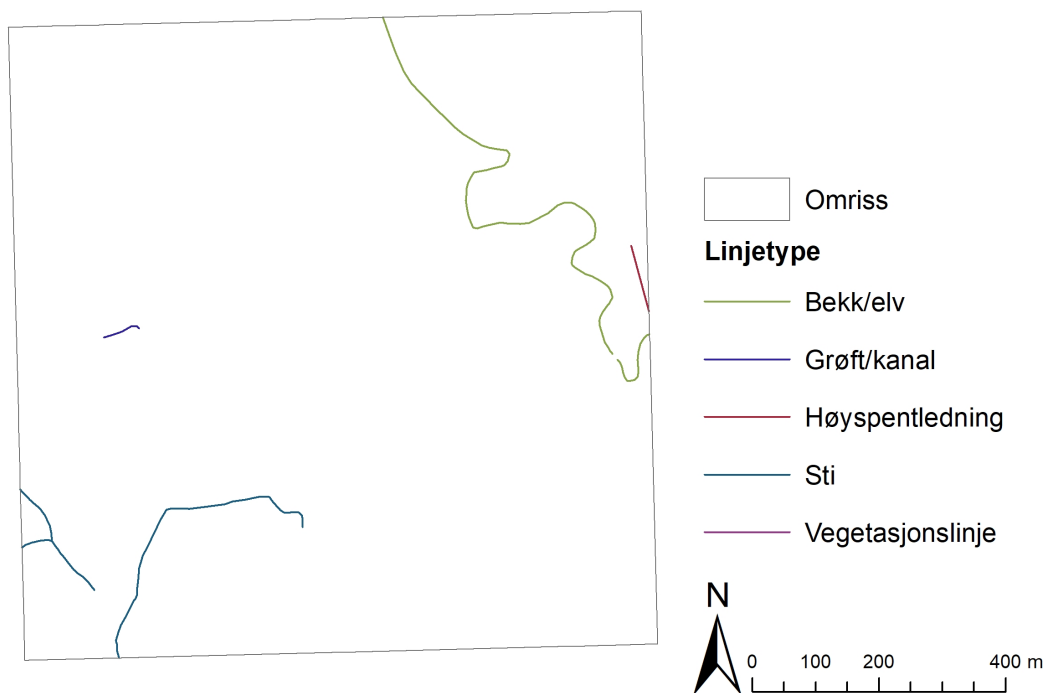
ble lastet ned samlet som 27 forskjellige soner fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no). DTM10 datasettet ble ferdiggenerert i 2013, men har senere blitt supplert i områder der det finnes laserdata. Datasettet ble satt sammen i ArcMap til et landsdekkende raster for å dekke alle 3Q flatene som er tolket i begge omdrev. Størrelsen på filen ga noen tekniske utfordringer og det ble særlig vanskelig å visualisere den landsdekkende rasterfilen i ArcMap.

Tabell 3.1: Datasett brukt i studien.

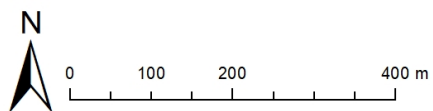
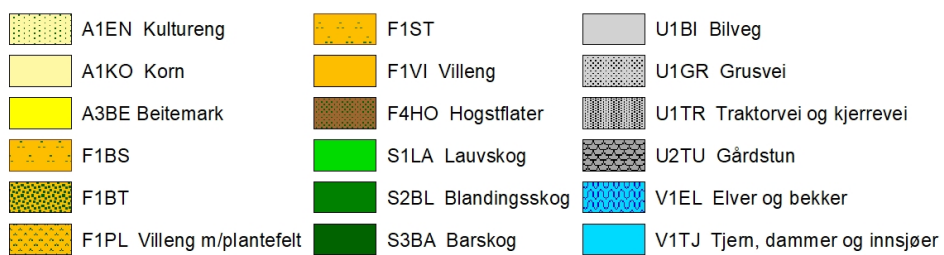
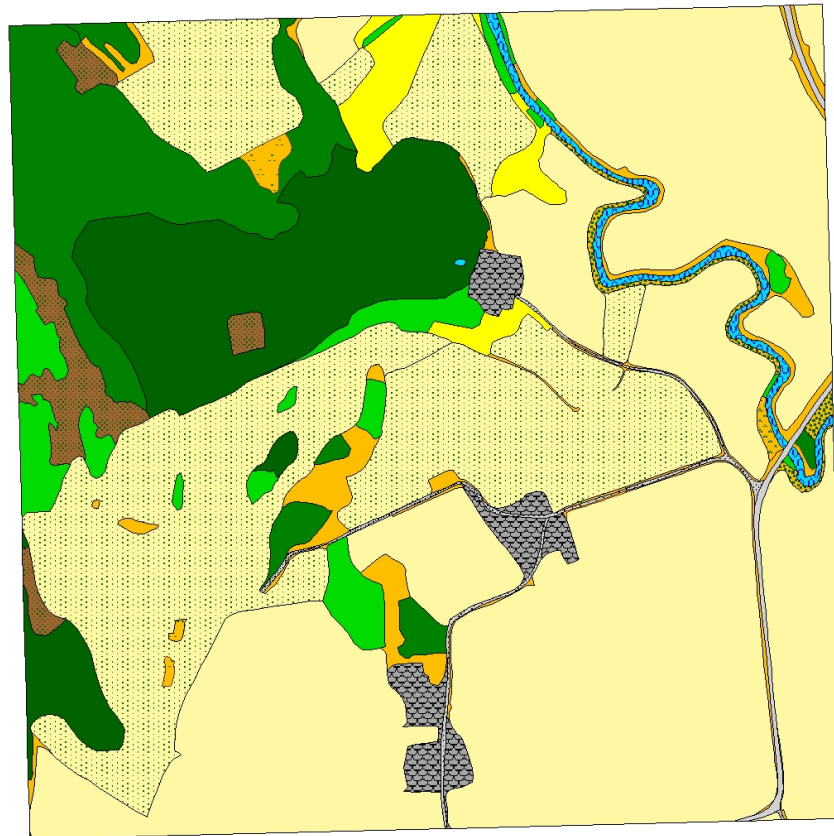
Type	Navn	Beskrivelse	Oppløsning	Kilde	Datatype	Dekning
Areal	3Q A	Arealdekke	50 cm flybilde	NIBIO	Polygon	1 x 1 km
Ferdselslinjer	3Q FL	Veier, stier og traktorveier	50 cm flybilde	NIBIO	Linje	1 x 1 km
Linjeelement	3Q L	Elv, trekker, etc.	30 cm flybilde	NIBIO	Linje	1 x 1 km
Høydemodell	DTM 10	Terrangmodell	10 x 10 m	Statens Kartverk	Raster	Landsdekkende



Figur 3.1: Ferdelslinjer i en flate.



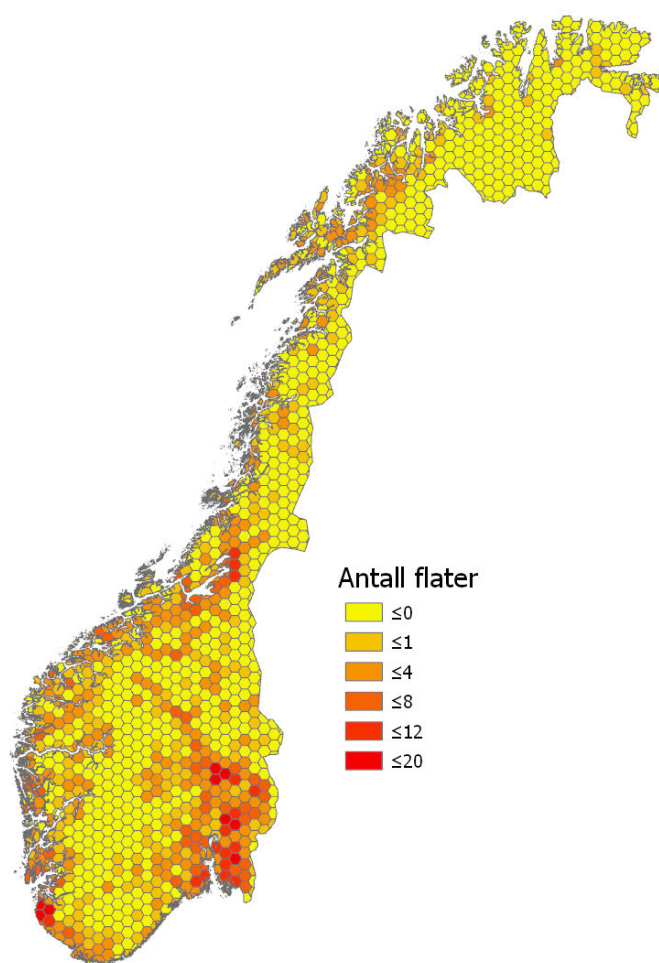
Figur 3.2: Linjeelement i en flate. Legg merke til at noen av de samme elementene går igjen både i ferdselslinjer og i linjeelementene. Samtidig mangler det her noen av stiene som er å finne i ferdselslinje datasettet.



Figur 3.3: Arealdekke i en flate. Legenden viser kun arealtyper som er synlige i flaten. Arealpolygonene inneholder også flere av de samme elementene som er å finne i linje og ferdselslinje datasettet.

## 3.2 Studieområde

3Q er et landsdekkende datasett. I figur 3.4 er antall flater per  $300 \text{ km}^2$  oppgitt. Det er størst tetthet av flater i de områdene av landet som er klassiske jordbruksområder, som Østlandet, Rogaland og Trøndelag. Hver flate utgjør  $1 \text{ km}^2$ .



Figur 3.4: Antall flater per  $300 \text{ km}^2$ . Den største tettheten er på Østlandet, Rogaland og Trøndelag.



# Kapittel 4

## Metode

Forskjellige metoder for å beregne den fysiske tilgjengeligheten ble testet i arbeidet av oppgaven. Fire flater med testdata ble gjort tilgjengelig av NIBIO og disse dannet grunnlaget for testing av metoder. Få flater gjorde datagrunnlaget lite sammenlignet med det totale datasettet, som førte til at testing av script og metoder gikk raskere enn å kjøre testing på hele datasettet. Flatene som ble testet inneholdt arealklassifikasjon, linjeelement og ferdselslinjer.

Analysen av testdatasettet ble foretatt i programmet ArcGIS Pro fra ESRI. ArcGIS Pro bruker Python 3 med ArcPy pakken. ArcPy er en pakke som brukes for å automatisere romlige analyser. Det ble utviklet flere forskjellige script for å teste metodene. Selve analysen ble gjennomført i ArcMap 10.5 fra ESRI med Python 2.7.12. Det viktigste er muligheten for å automatisere metoden for det store antallet flater, slik at prosessen ved å utføre metoden går kjapt og produserer riktige resultat. Datasettene ligger inne som én fil for hele landet og måtte dermed splittes opp for å kjøre metoden for én og én flate. Det ble skrevet en funksjon som tok inn de splittede datasettene for hver flate og kjørte de nødvendige prosessene på disse. Dette ble gjort med flate, linje og ferdselsåre datasettene. Dette gjør at kjøringen bruker mindre minne og en kan oppdage feil som rammer en flate uten at selve scriptet stopper opp. Selve prosessen skriver data til tre forskjellige filgedatabaser, som inneholder råfiler, mellomresultater og ferdige filer. Scriptene ble gjort om til funksjoner i ArcMap og kjørt i batcher på 100 flater. Scriptet ligger i sin helhet i vedlegg A på side 73. Statistikken ble bearbeidet i R (R Core Team, 2018) og Excel.

Analysene tok forholdsvis lang tid å kjøre gjennom. Å skape den visuelle tilgjengeligheten tok omlag 2 minutter per flate, noe som førte til at det tok omlag 60 timer effektiv kjøring for å komme gjennom datasettene for visuell tilgjengelighet. For den fysiske tilgjengelig-

heten var prosesseringen noe raskere, med ca. 20 timer total kjøring.

## 4.1 Startpunkt

Flere forskjellige metoder ble testet for å avgjøre hva som best kan simulere tilgjengeligheten i jordbrukslandskapet. Alle flatene har et senterpunkt, som ble brukt som utgangspunkt i flere av metodene. Datasettene ble behandlet i EUREF89 UTM sone 33 N, som skal brukes for landsdekkende data for Norge.

### 4.1.1 Ni punkter

I tillegg til senterpunktet ble åtte punkter generert. Disse ble generert med 250 meters avstand fra senterpunkt i et 3 x 3 rutemønster. Dette fører til at det blir ca. like langt mellom alle punktene og fra kanten av flaten til det nærmeste punktet. Punktene danner analysegrunnlag for hvor kost-distanse analysene starter fra og når de er spredt i et rutenett tar de ikke hensyn til den underliggende arealklassifikasjonen. Med ni punkter resulterer det i at man i mange av punktene vil starte i områder som ikke er tilgjengelige, som for eksempel i en elv eller midt på en åker. Det ble derfor bestemt å teste ut flere startpunkter.

### 4.1.2 25 punkter

Det ble dannet 25 punkter basert på senterpunktet i flaten for å teste enda flere startpunkter enn det man får med ni punkter. Sansynligheten er derfor større for å treffe områder som ikke er barrierer i terrenget, uten at det gir for store utslag om noen av punktene havner innad i barrierene. Punktene ble dannet med avstand på 200 meter i nord og øst mellom hvert punkt. Dette danner da et rutenett på 25 punkter. Disse vil være 100 meter fra kanten av flaten ved punktene lengst ut. Problemet ved bruk av tilfeldige startpunkter er at det er mulig å starte på områder som egentlig er utilgjengelig, for eksempel på en åkerholme i midten av et jorde. Åkerholmen er da et område som det ikke er lovlig å gå til over jordbruksarealet og vil i realiteten ikke være tilgjengelig.

### 4.1.3 Ferdsekslinjer

For å etablere startpunkter langs der det er naturlig framkommelighet og enkle ferdseksårer, ble det etablert startpunkter langs alle ferdsekslinjer i flaten. Disse ble generert langs linjelaget ferdseksårer, som i hovedsak består av veier og stier. Punktene ble generert ved å lage nye punkter med 25 meters mellomrom langs alle ferdsekslinjer, samt ved start og enden av linjen. Dette førte til at noen av punktene, særlig der enden var nærme et 25 meters intervall ble tett opptil hverandre. Antallet startpunkter varierer derfor med lengden av ferdseksårene i en flate. Ferdsekslinjene danner naturlige startpunkter for å ta seg videre inn i en flate og vil alltid være den enkleste arealklassifikasjonen å bevege seg i.

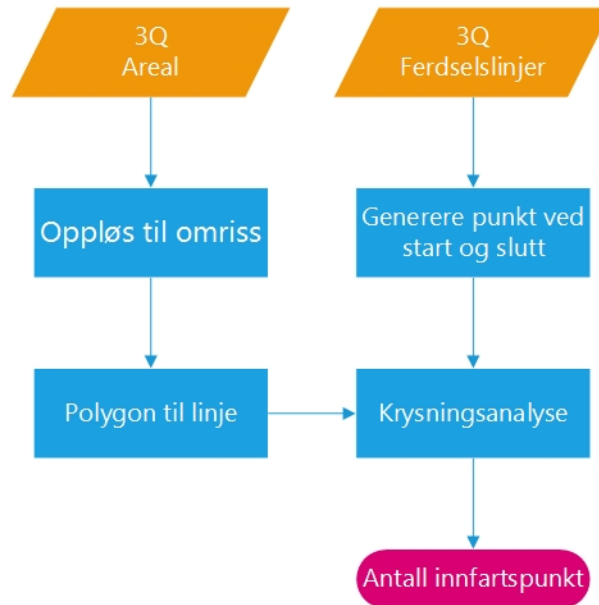
### 4.1.4 Innfartspunkt

Innfartspunkt er der det er en tilgjengelig inngang til flaten. Punktene ble valgt der en ferdseksåre krysser flategrensen. Punkter ble generert ved start og slutt av hvert linjeelement og det ble gjort en krysningsanalyse (figur. 4.1). Der både punktene og omrisset av flaten krysset hverandre, ble det registrert et innfartspunkt i flaten. For å sikre en at alle punktene ble tatt med i analysen, ble det satt en buffer på krysningsanalysen på 1 m. Dette sørget for å få med punkter som ikke gikk helt til flatekanten, men samtidig for liten buffer til at det skulle plukke opp ekstra punkter fra linjer som slutter i nærheten av flategrensen. Denne analysen ble også brukt for å analysere endringer i antall innfartspunkter per flate over tid og som en indikator på tilgjengelighet på antall innfartspunkter til en flate. Antallet kan fortelle om hvordan tilgjengeligheten inn i flaten endrer seg.

## 4.2 Fysisk tilgjengelighet

Kost-distanse analyse er en analyse som finner den laveste akkumulerte kostnaden gjennom et rasterdatasett. Verktøyet bruker et sett startpunkter og et kostnadsraster for å estimere den minste akkumulerte kostnaden fra startpunktene. I en kostnadsraster er det mulig å tildele hver celle en kostnad, basert på forskjellige egenskaper for den cellen. I denne analysen ble det brukt arealattributtene fra 3Q datasettet til å generere en kostnad. Dette gjør at en kan tilegne lavest kostnad (for eksempel 1) til en vei, vanskeligere terreng som skog kan få kostnad 2 og hindringer som ikke er mulig å ta seg gjennom, som for eksempel en elv, kan få 99999. Dette fører til at en kan skape naturlige ferdseksårer og





Figur 4.1: Flytdiagram for kalkulering antall innfartspunkt for hver flate.

barrierer som er ugjennomtrengelige i modellen. Dette har stor nytte i jordbruksområder, der det er forbudt å ferdes over dyrket mark. Det er mulig å sette en maks grense for hvor stor den maksimale akkumulerte verdien kan bli før den stopper. Dette gjør at en kan sette en grense som vil fortelle noe om hvor stort område som er nært knyttet til et startpunkt, uten at en må bevege seg en gitt distanse for å nå åpne områder. En kan også velge å sette en grense som ikke er mulig å akkumulere i terrenget som maks, slik at en dekker alle områder i flaten som er mulig å nå.

Grafteori brukes for å beregne kostnaden i analysen. Hver celle ses på som en node og koblingen mellom disse en link. Hver link mellom cellene får en motstand assosiert med seg, basert på kostnaden i de to cellene og retningene mellom cellene. Kostnads-distansen finner kostnaden mellom to celler ved siden av hverandre ved å legge sammen motstanden i de to cellene og dele på to:  $a1 = (cost1 + cost2)/2$ , der  $cost1$  er kostnaden i den originale cellen og  $cost2$  kostnaden i nabocellen. Ved bevegelse diagonalt, vil det samme prinsippet gjelde, men siden bevegelsen blir lenger, ganges kostnaden med 1,4142, som tilsvarer den diagonale lengden mellom to punkter i et raster.  $1^2 + 1^2 = \sqrt{2} = 1,4142$ . Den totale kostnaden ved å bevege seg diagonalt mellom to celler blir da  $a2 = (cost1 + cost2) * 1,4142$ . Algoritmen tar først for seg celler som ligger inntil startpunktene og kalkulerer de akkumulerte verdiene i de nærmeste cellene.

Fordeler ved at en slik modell benyttes er at en får gitt forskjellige landskapsattributter kostnad for å traversere dem. Når disse endres over tid, vil de påvirke størrelsen på området som kan nås. Dette kan særlig sees i sammenheng med endringer av hovedferdselsårer som

Tabell 4.1: Test av forskjellig motstand ved begrensning for fysisk tilgjengelighet for fire forskjellige flater.

Grense	Flate 1	Flate 2	Flate 3	Flate 4
1000	41 237 $m^2$	71 009 $m^2$	57 653 $m^2$	97 858 $m^2$
5000	72 630 $m^2$	316 195 $m^2$	201 652 $m^2$	173 190 $m^2$
10000	113 946 $m^2$	606 203 $m^2$	339 997 $m^2$	212 420 $m^2$
20000	222 643 $m^2$	736 080 $m^2$	387 666 $m^2$	233 919 $m^2$

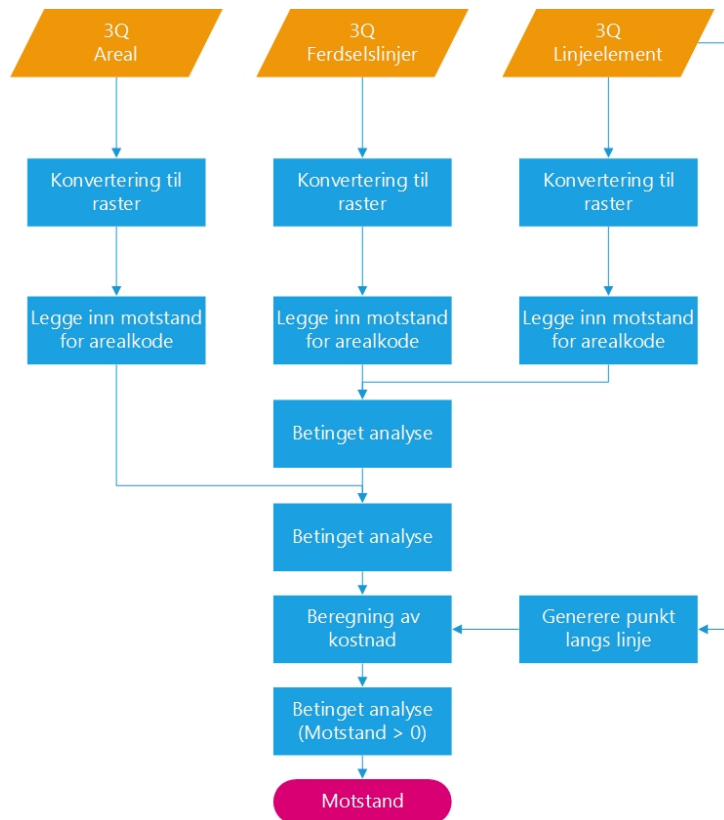
veier og stier. For å finne ut hvordan tilgjengeligheten i flatene endret seg ble det testet ut å bruke forskjellige grenser for hva som er maksimalt oppnåelig motstand. Resultater for forskjellige grenser ligger i tabell 4.1. Det ble valgt å bruke 10 000 som maksimal motstand per flate. Dette tilsvarer å bevege seg over en flate med motstand 10 hele veien og kan sees på som lett terreng. Dette forteller noe om hvordan tilgjengeligheten er i nærheten av ferdselsårene i flaten. Denne indikatoren vil gi en bedre kontekst om hvordan tilgjengeligheten er i forhold til arealbruken på flaten.

De forskjellige stegene som ble benyttet i ArcMap er presentert som et flytdiagram i figur 4.2. De tre forskjellige datasettene er representert på toppen i oransje og resultatene er representert i rosa nederst. Flere av datasettene gjennomgår de samme prosessene, men har forskjellige verdier. Denne flyten ble gjentatt for hver flate i to omdrev.

### 4.2.1 Motstand

3Q datasettet inneholder ca. 120 forskjellige arealattributter. For å kunne bruke en kost-distanse analyse må det skapes et kostnadsraster. Dette inneholder en motstandsverdi for hver celle. Disse er basert på hvilke attributter som ligger i de overliggende datalagene. For å danne en komplett kostnadsraster basert på 3Q, ble flere av datalagene lagt over hverandre. Linjedatasett vil inneholde informasjon som ikke er tilgjengelig i areal datasettet, da for eksempel en sti ikke alltid vil være mulig å visualisere i et polygonlag. Et polygon må ha en viss bredde for at det skal være et poeng å tegne det.

For å sikre at all informasjonen tilgjengelig ble brukt, ble ferdselslinjelaget lagt øverst, slik at informasjonen om de områdene med enklest framkommelighet havnet øverst. Deretter blir celler som ikke inneholder data fra ferdselslinjelaget tillagt data fra linjedatasettet. Dette for forsikre om at de områdene med enklest framkommelighet blir lagt øverst og at de blir sammenhengende over hindringer som for eksempel elver. Datasettet inneholder

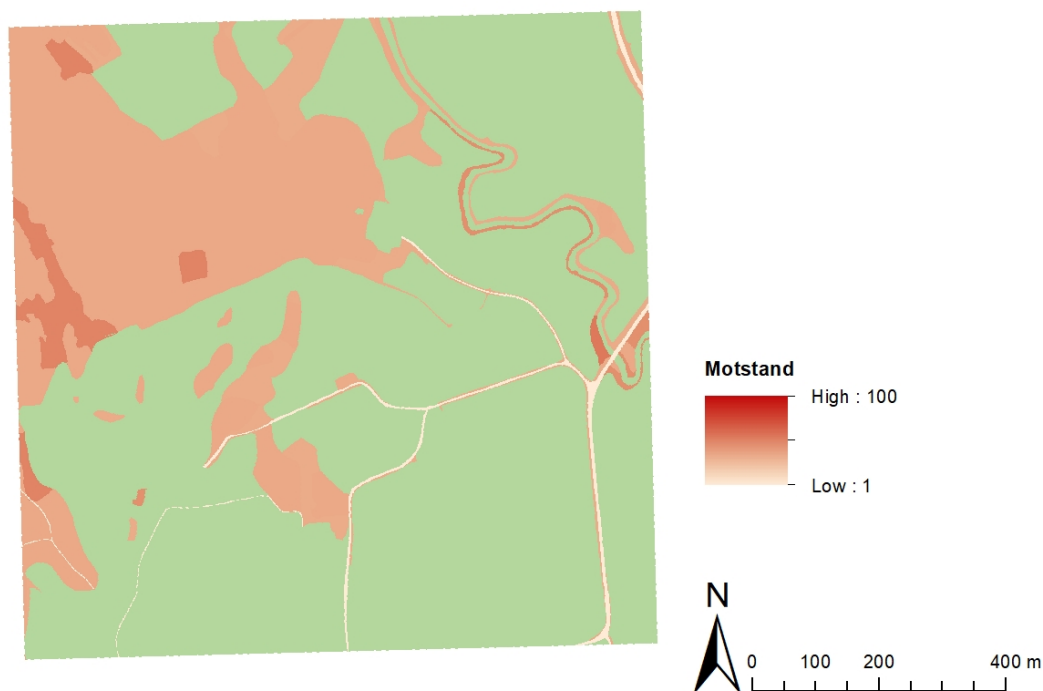


Figur 4.2: Flyttdiagram for kalkulering av fysisk tilgjengelighet for hver flate.

da både ferdelslinjer og linjeelement, før cellene uten verdi blir erstattet av data fra 3Q areal polygonene. Dette sikrer at både ferdelslinjer og linjeelementer blir bevart i kostnadsrasteren.

Friluftsløven (1957) setter et skille mellom inn- og utmark. Innmark er klassifisert som gårdsplass, hustomt, dyrket mark, engslått og kulturbeite samt liknende område hvor almenhetens ferdsel vil være til utilbørlig fortrengsel for eier eller bruker” (Friluftsløven, 1957, §1 a.). Det er forbudt å ferdes over innmark i perioden 30. april til 14. oktober. Denne perioden ble brukt som basis for vektingen, slik at områder som faller inn under innmark er gjort utilgjengelig i tilgjengelighetsmodellen. Ved å bruke vinter som basis, der innmark er tilgjengelig for ferdsel, ville en i realiteten fått en muligheter til å ta seg fram over alt åpent terreng.

Selve vekting av klassene i 3Q fant sted over flere møter hos NIBIO sammen med eksperter på området. Vektingen ble satt på en skala fra 1 til 100, der 1 er klassifisert som områder det er enklest å ta seg fram. Dette vil for eksempel gjelde vei og sti og områder som er tilrettelagt for gående. De vanskeligste områdene å bevege seg får en motstand nærmere 100. Areal som ikke er mulig å bevege seg på faller utenfor denne skalaen og får en motstand på 99999. I figur 4.4 vises motstand for klassene i 3Q på skalaen fra 1 til 100.



Figur 4.3: Motstandsraster der arealene er gitt en vekt fra 1 til 100. De grønne områdene er barrierer i terrenget.

Klasser som har fått motstand som en barriere er ikke vist i plottet, men kan sees i vedlegg B.

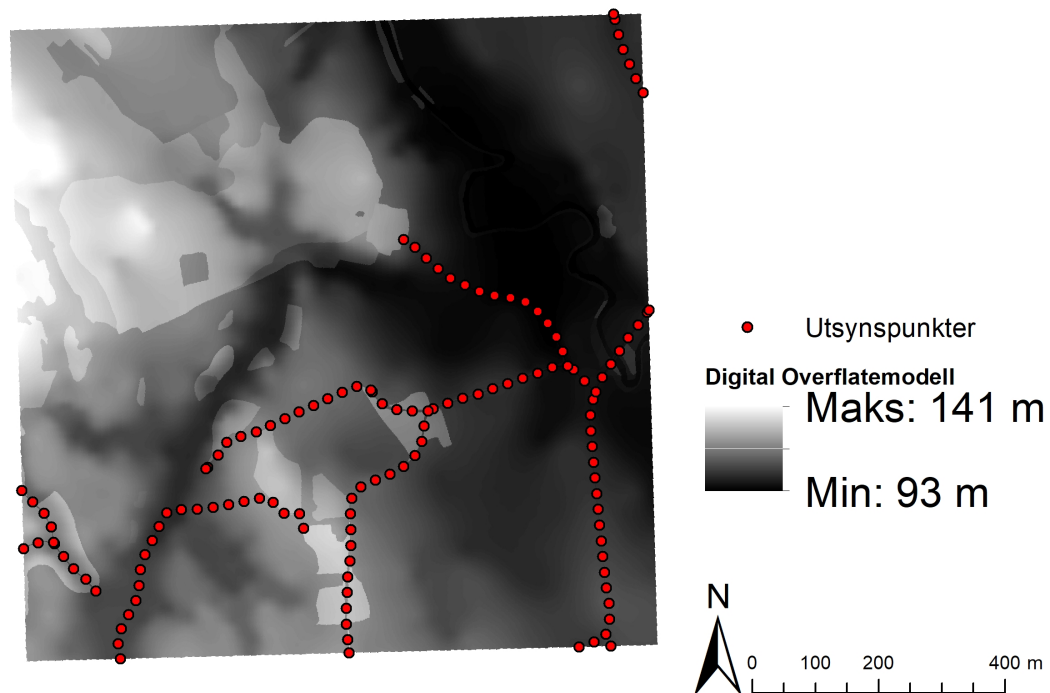
### 4.3 Visuell tilgjengelighet

Visuell tilgjengelighet blir kalkulert ved bruk av utsiktsanalyse i ArcMap 10.5. Verktøyet beregner utsyn ved hjelp av digitale høydemodeller og utsiktspunkt. Et utsynsmodell finner hvilke områder som er synbare fra et punkt og kan beskrive hvilke områder som er synlige og ikke synlige i et gitt område (De Smith et al., 2007). Utsynsmodeller blir i stor grad påvirket av hindringer rundt utsynspunktet, da synsfeltanalysen skjer relativt nærme bakken (De Smith et al., 2007). Den visuelle tilgjengeligheten ble beregnet som en prosentvis ikke-synlig areal for hver flate.

Datalagene ble gjort om til rastere for hver flate med oppløsning på 1 x 1 meter. For å sikre at utsiktspunktene ikke havnet på toppen av andre elementer ble det ferdselslinjene lagt over areal dataen ved bruk av en betinget analyse. Områdene som ikke inneholder data fra ferdselslinjelaget ble erstattet med data fra linjedatalaget. De resterende tomme dataene i flaten ble erstattet med data fra arealdatasettet. Dette sikrer at utsynet

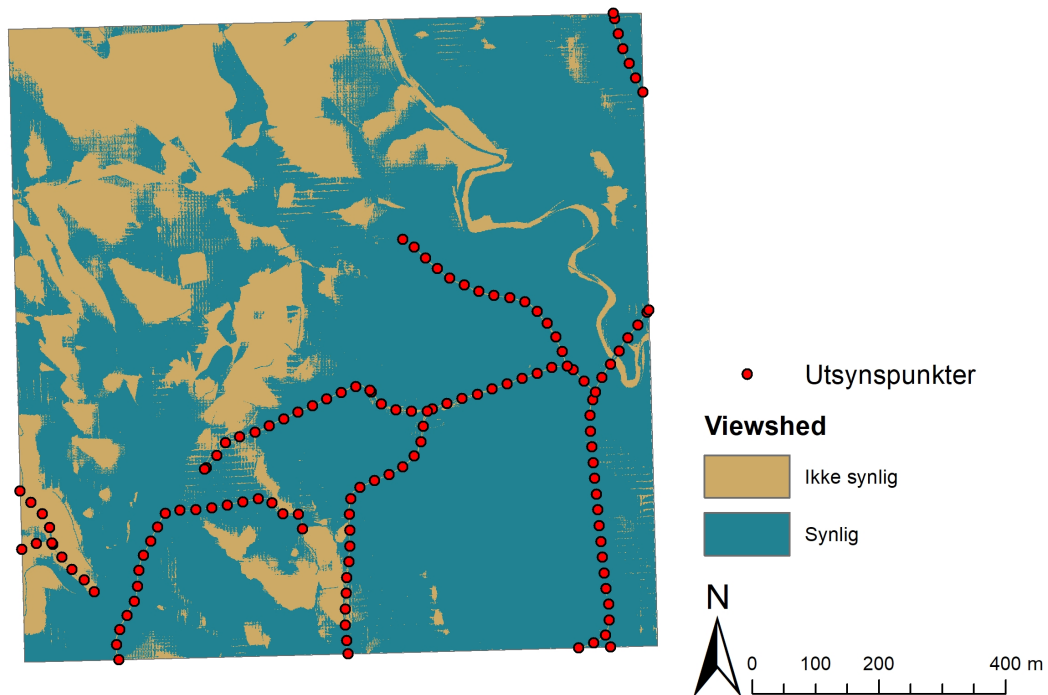


er likt med utsynspunktene og at punktene ikke havner på toppen av for eksempel et område med trær og derfor vil få unaturlig stort utsyn. Dette gjør også at områder rundt ferdselslinjen vil kunne skape en naturlig utsynsbarriere, som for eksempel skog rundt en vei. For å simulere vegetasjon og andre elementer som er over bakken ble de forskjellige klassene i datalagene gitt en høydeverdi. Denne verdien ble så lagt sammen med den digitale terrengmodellen, slik at det dannes en digital overflatemodell med både terreng og elementer fra 3Q datasettene (figur. 4.5). Denne representerer da en mer realistisk modell av hvilke hindringer som begrenser den visuelle tilgjengeligheten i hver flate. Flyttdiagram for metoden er i figur 4.8.



Figur 4.5: Utsynspunkter og digital overflatemodell for en flate, der attributtene fra 3Q er lagt på toppen av en digital terrengmodell.

Utsynspunkter ble dannet langs ferdselsårene i flaten. Disse ble lagt med 25 meters avstand langs alle ferdeslinjer, i tillegg til start og stopp av hver linje. Punktene ble brukt som utsynspunkt i utsynsanalysen. Utsiktspunktene ble gitt en høyde på 1,75 meter, for å representere et menneskes utsiktshøyde. Utsiktanalysen ble deretter beregnet for hele flaten. Analysen (figur. 4.6) viser hvor mange av utsiktspunktene som har sikt til hver celle i flaten. Siden lengde vei varierer i hver flate, vil antallet utsynspunkter variere. Variasjonen vil derfor være stor i hva som er det maksimalt antall utsynspunkter som kan se en celle. Synlige områder får verdi 0 og områder som ikke kan ses fra punktene får verdi 1. Hver celle utgjør et areal på  $1 m^2$ . Figur 4.6 viser hvordan et resultat for en flate vil se ut når utsynet er beregnet for hvert utsynspunkt.

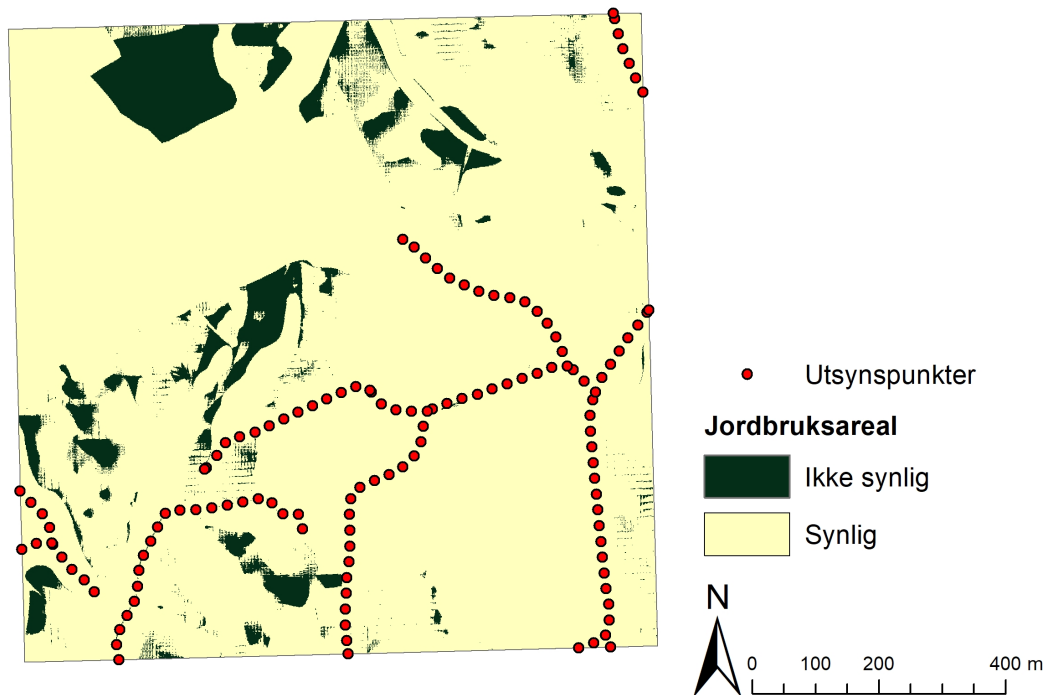


Figur 4.6: Visuell tilgjengelighet i en flate. Områder som ikke kan sees fra noen av utsynspunktene har verdi 0.

For å estimere andelen av jordbruksområdene som kan sees i hver flate, ble områdene med kategori A1 tatt ut. Disse blir satt til verdien 1 i en binær raster. Alle andre overflatelag får verdi 0. Ved å kombinere områdene som inneholder A1 og et binært raster med ikke synlige celler i en betinget analyse, dannes et raster av hvilke A1 celler som ikke kan sees fra synspunktene. Antallet som ikke kan sees eksporteres og utgjør et areal for hver flate. Figur 4.7 viser jordbruksarealet i en flate som ikke kan sees fra ferdselsårene. Områdene som ligger i nærhet av utsiktspunkt, men som ikke kan sees blir sperret av en barriere eller terrenget.

### 4.3.1 Terreng høyde

Datasettet 3Q ble brukt for å legge til høyde på objekter på overflaten. Dette er skog, busker og bebyggelse. Høyden ble bestemt i fellesskap i møter hos NIBIO med bla. annet ansatte som tolker 3Q flyfotoene. Høydene ble gitt et konservativt anslag, slik at de flere steder nok vil være lavere enn de er i realiteten. De fleste verdiene ble bestemt ut fra generelle trekk i landskapsklassifikasjonen. Svakheter ved denne metoden for en generell høydeklassifikasjon vil bli diskutert i kap. 6 på side 55. Klasser som ikke genererte noen ekstra høyde ble satt til 0 meter, slik at det ikke tilførte noen ekstra høyde mellom DTMen



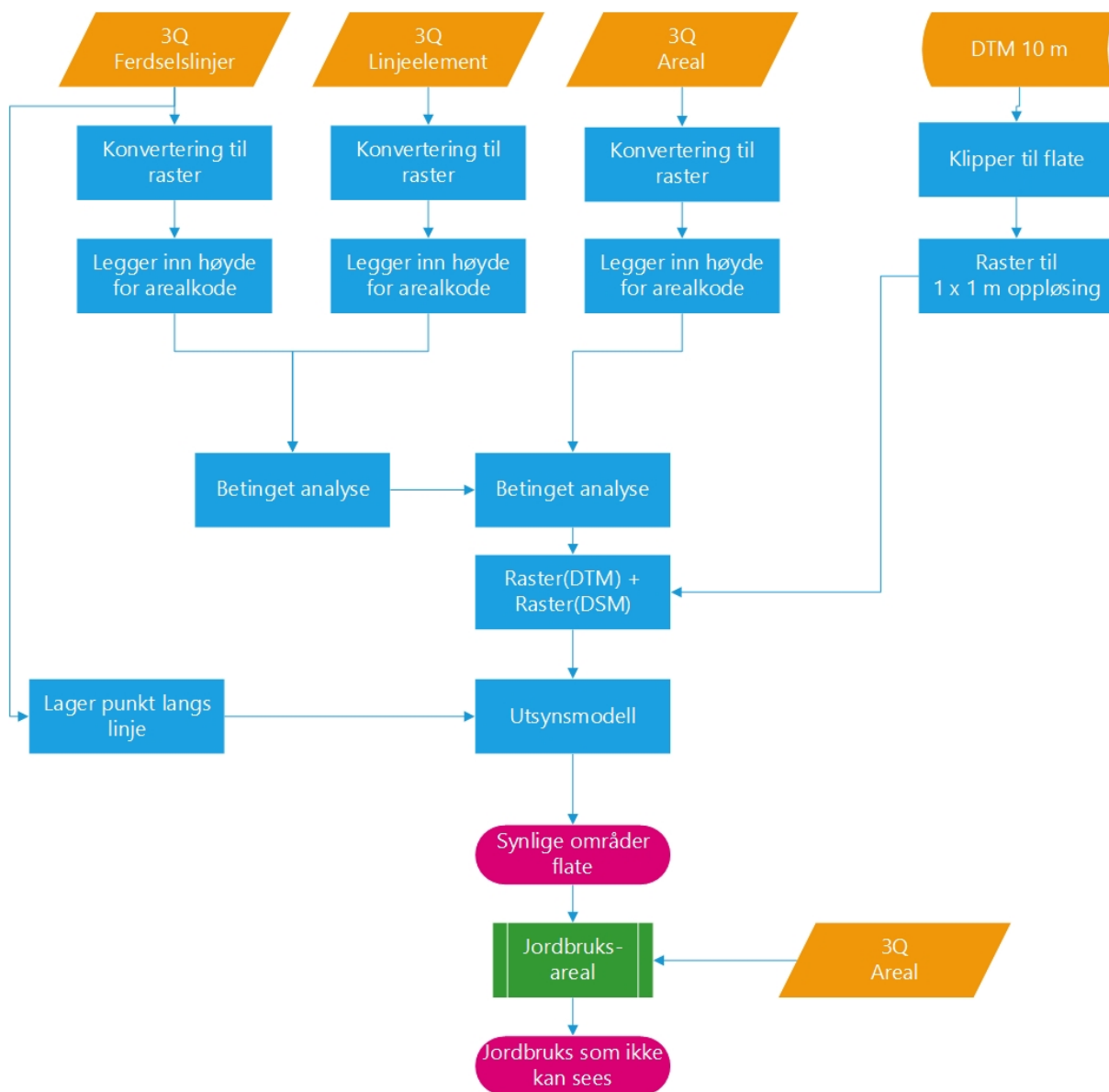
Figur 4.7: Jordbruksareal som ikke kan sees.

og DSMen. Arealklassene som har fått høyde er vist i figur 4.9.

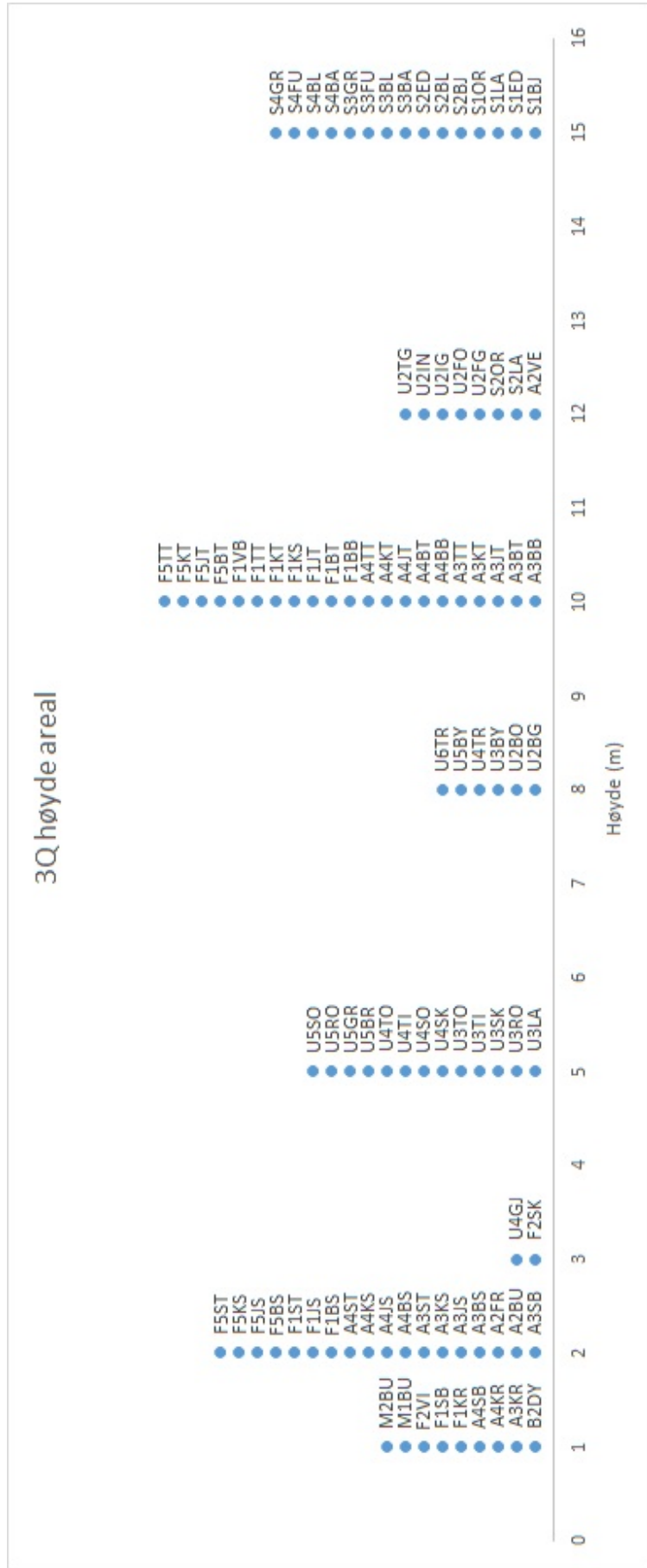
De viktigste trekkene rundt klassifiseringen er at det ble delt i få klasser og at mange klasser har en verdi. Sammenligner en med andre studier som bruker lignende metoder, er det i denne studien flere klasser som har en høyde. Klasser som inneholder skog har 15 meter høyde, i disse ligger for eksempel klassene S1LA (lauvskog) og S3BA (barskog). Klasser som inneholder betegnelsen trær har høyde på 10 meter. Dette vil nok føre til at det i områder som er dominert av busker blir for høyt, mens områder med mye trær kan bli satt for lavt. Småvokst skog ble satt til 3 meter. Boligbebyggelse (U2BO) har høyden 8 meter, mens næringsbygg og industri (U2IN) har høyden 12 meter. En del menneskeskapte hindringer som for eksempel lagringsplass og søppelfylling har klassifisering på 5 meter. Arealkoder som inneholder busker og spredte trær har høyden 2 meter, mens områder med spredte busker og kratt har høyden 1 meter.

Fra ferdselslinjelaget fikk alle veiene og stiene ingen ekstra høyde, da de ikke utgjør noen ekstra høyde eller hindringer i terrenget. I linjelaget var det flere av elementene som fikk tildelt høyde. Noen, som for eksempel strømlinjer fikk ingen verdi, da de ville fungert som en høy barriere i terrenget.





Figur 4.8: Flytdiagram for kalkulering av visuell tilgjengelighet i flate.



Figur 4.9: Høydeklassifisering for 3Q datasettet. Klasser som ikke er representert her har blitt gitt verdien 0, slik at de ikke tilfører høyde over det som ligger på den digitale terrengmodellen.



# Kapittel 5

## Resultater

To omdrev fra 3Q ble brukt for å klassifisere endringer av tilgjengeligheten i flatene. Totalt 981 flater er tolket i omdrev 1 og 2. Noen av flatene førte til tekniske problemer i ArcMap. Disse ble fjernet under analysen, da de fikk programmet til å avslutte med en generisk feilmelding. Dette skjedde hovedsakelige under reklassifiseringen av rasterene. Noen av flatene manglet også tolkninger i ferdselslinjelaget, slik at analysen ikke ble mulig å gjennomføre på disse. Når flatene med problemer ble fjernet ble det til slutt stående igjen ca. 910 flater som ble brukt til endringsanalysen.

Av metodene diskutert i metodekapittelet ble det valg å bruke sju indikatorer (tabell 5.1). Metodene ble kjørt for alle flatene som var tilgjengelig i begge omdrevene. Resultatene for hver metode og endringene mellom hvert omdrev blir presentert. I slutten av kapittelet sammenlignes resultatene fra de forskjellige indikatorene over tid og sted. På bakgrunn av utvelgelsesmetoden til flatene, er tallene vektet for å bedre representere de faktiske jordbruksarealene i landet og ikke bare tallene for endring i flatene. Horvitz-Thompson estimatoren brukes for å blåse opp de observerte flatene ved bruk av vekting for hver enkelt flate (Schjalm, 1999). Vektene strekker seg fra 10 til over 600 og alle verdiene ganges opp med vekten til den respektive flaten. Vektingen gjør at flatene kan brukes til å presentere data for hele landet og blir presenter i dekar ( $1000 \text{ m}^2$ ). Noen av de bakenforliggende resultatene ligger i vedlegg C.

Tabell 5.1: Indikatorer som er brukt i oppgaven.

Metode	Kommentar
Maksimalt fysisk tilgjengelig areal i flaten	Areal av flaten som kan nåes når en starter ved ferdselsårer i flaten. Ubegrenset motstand.
Motstandsbetinget fysisk tilgjengelig areal	Areal som kan nåes fra ferdselslinje fram mot motstand på 10 000.
Visuelt tilgjengelig areal	Areal av flaten som kan sees når en bruker ferdselsårene i flaten.
Visuelt tilgjengelig jordbruksareal	Areal av jordbruksarealet som er synlig i flaten fra ferdselslinjene.
Lengde bilvei	Lengde (m) bilvei per flate.
Lengde sti	Lengde (m) med sti per flate.
Lengde gangvei	Lengde (m) med gangvei per flate.

## 5.1 Fysisk tilgjengelighet

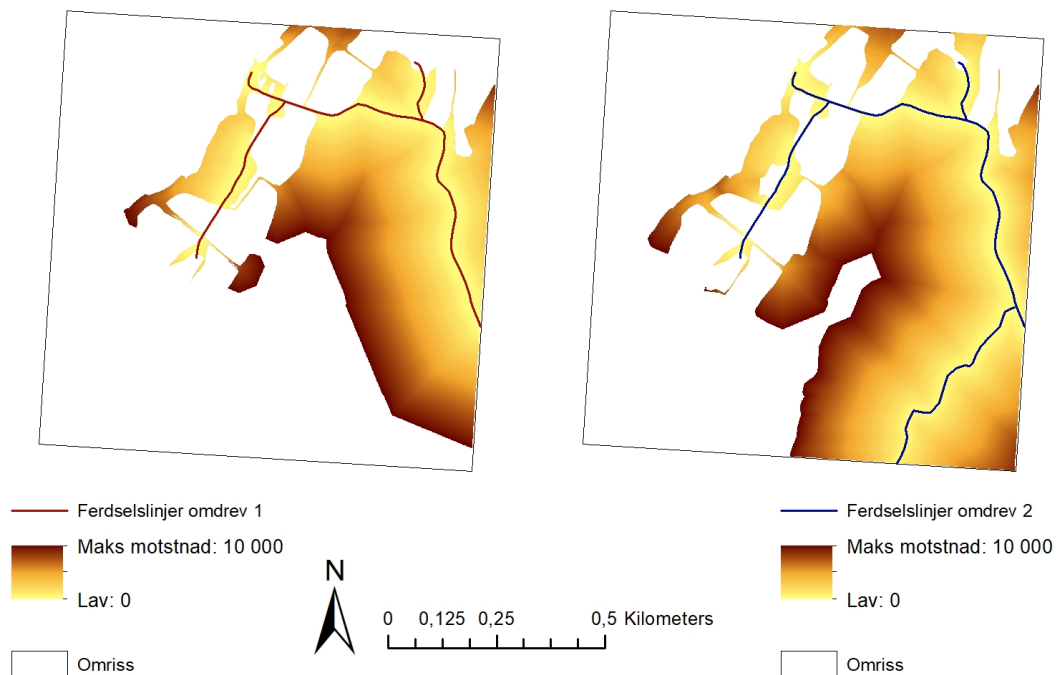
Den fysiske tilgjengeligheten ble beregnet med to forskjellige metoder: Maksimal tilgjengelighet og motstandsbetinget tilgjengelighet. Ved maksimal tilgjengelighet var den gjennomsnittlige tilgjengeligheten per flate på  $595\,270\text{ m}^2$  i omdrev 1. Flatene med maksimal tilgjengelighet hadde totalt hele flaten tilgjengelig, mens den med lavest tilgjengelig areal hadde en tilgjengelighet på  $5\,483\text{ m}^2$ . Endringene er målt opp mot hva som er teoretisk maksimum i en flate, der 100 % tilsvarer tilgjengelighet til hele flate ( $1\,000\,000\text{ m}^2$ ). Totalt var den gjennomsnittlige fysiske tilgjengelige arealet på 70,43 % i omdrev 1 og gikk opp til 70,45% i omdrev 2, en endring på 0,02 prosentpoeng på landsbasis.

Motstandsbetinget areal viste at det gjennomsnittlig var en tilgjengelighet på  $491\,323\text{ m}^2$  med en motstandsgrense på 10 000 i flatene før vekting. Den maksimale tilgjengeligheten med denne metoden var på  $947\,086\text{ m}^2$ , men flatene med minst tilgjengelighet var på  $3\,796\text{ m}^2$ . Den fysiske tilgjengeligheten med motstand endret seg fra 57,81 % til 57,88 %, en oppgang på 0,07 prosentpoeng mellom omdrev 1 og 2. Det totale tilgjengelige arealet hadde en mindre økning (0,02 prosentpoeng oppgang) enn det grensebestemte fysiske arealet tilgjengelig.

### 5.1.1 Endring mellom omdrev 1 og omdrev 2

Mellom omdrev 1 og omdrev 2 ble det  $1\,527\,632\text{ m}^2$  mer totalt fysisk tilgjengelig areal, med en gjennomsnittlig endring på  $1\,665\text{ m}^2$  per flate før vekting. Det største tapet for en enkelt flate var på  $145\,738\text{ m}^2$ , mens det i flaten som har økt mest i tilgjengelig areal hadde en økning på  $483\,041\text{ m}^2$ . På landsbasis økte det vektete maksimale tilgjengelige arealet med 7 772 dekar mellom omdrev 1 og 2.

Det motstandsbedingede arealet hadde en endring på  $1\,078\,414\text{ m}^2$  mellom omdrev 1 og omdrev 2 i flatene før vekting. Flaten med størst tap hadde  $121\,379\text{ m}^2$  mindre tilgjengelighet, mens flaten med størst vekst hadde  $345\,650\text{ m}^2$  mer tilgjengelig areal mellom omdrev 1 og omdrev 2. Totalt var det en vekst på motstandsbedinget areal på 35 120 dekar mellom omdrev 1 og 2. Figur 5.1 viser hvordan det motstandsbedingede fysiske arealet endrer seg mellom omdrev 1 og 2. Tilførselen av en ny vei åpner nye store områder, men også der arealklassifiseringen har endret seg har det blitt større tilgjengelig areal.



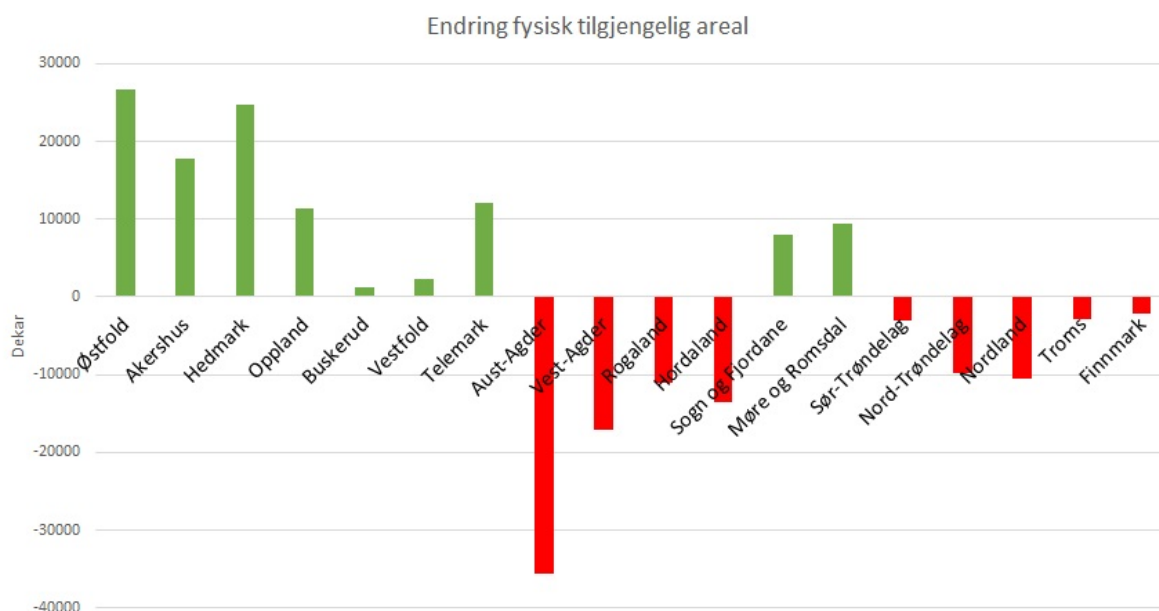
Figur 5.1: Endring i motstandsbedinget fysisk areal mellom omdrev 1 og omdrev 2 for flate 2133.

## 5.1.2 Forskjell mellom fylker

Den fylkesvise endringen i total tilgjengelighet vises i tabell 5.2. Østfold har opplevd størst økning i den totale tilgjengeligheten, mens det i Aust-Agder har gått mest tilbake (figur 5.2). Den vektete endringen er presentert som en prosentpoeng endring av det totale tilgjengelige arealet, der 100 % ville vært fysisk tilgjengelighet til hele fylket.

Tabell 5.2: Fylkesvis endring i totalt tilgjengelig areal i dekar (1000  $m^2$ ) og prosentpoeng per fylke.

Fylke	Dekar	Pp.	Fylke	Dekar	Pp.
Østfold	26 602	1,34	Rogaland	-11 064	-0,38
Akershus	17 776	0,84	Hordaland	-13 477	-0,36
Hedmark	24 632	0,49	Sogn og Fjordane	7 961	0,25
Oppland	11 322	0,28	Møre og Romsdal	9 460	0,24
Buskerud	1 281	0,05	Sør-Trøndelag	-3 065	-0,10
Vestfold	2 374	0,16	Nord-Trøndelag	-9 836	-0,42
Telemark	12 004	0,56	Nordland	-10 462	-0,24
Aust-Agder	-35 593	-1,97	Troms	-2 814	-0,10
Vest-Agder	-17 154	-0,68	Finmark	-2 179	-0,26



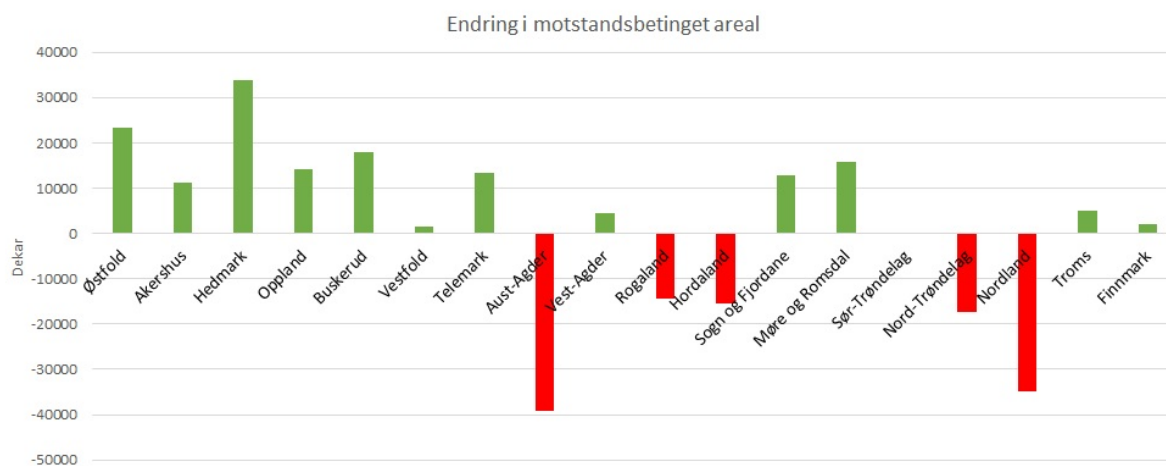
Figur 5.2: Endring i totalt tilgjengelig areal per fylke mellom omdrev 1 og 2.

Endringen i den mostandsbetinget tilgjengeligheten per fylke (tabell 5.3) viser at de fleste fylkene opplevde en positiv vekst av fysisk motstandsbeinget tilgjengelig areal. Nordland

og Aust-Agder er to fylker som har tapt mye tilgjengelig areal, sammenlignet med det totale tilgjengelige arealet (figur 5.3). Her har det motstandsbetingede tilgjengelige arealet blitt mindre sammenlignet med omdrev 1. Kun fem fylker har opplevd en nedgang i motstandsbetingede areal. Det er noe forskjell fra hvordan det totale tilgjengelige arealet har endret seg. Flere av fylkene som har fått redusert totalt tilgjengelig areal har opplevd en økning i motstandsbetingede areal.

Tabell 5.3: Fylkesvis endring i grensebetingede tilgjengelig areal i dekar per fylke, og endring i prosentpoeng mellom omdrev 1 og omdrev 2.

Fylke	Dekar	Pp.	Fylke	Dekar	Pp.
Østfold	23 393	1,18	Rogaland	- 14 408	-0,50
Akershus	11 197	0,53	Hordaland	-15 416	-0,41
Hedmark	33 878	0,68	Sogn og Fjordane	12 953	0,40
Oppland	14 167	0,34	Møre og Romsdal	15 890	0,40
Buskerud	17 842	0,71	Sør-Trøndelag	185	0,01
Vestfold	1 625	0,11	Nord-Trøndelag	-17 345	-0,74
Telemark	13 332	0,62	Nordland	-34 817	-0,79
Aust-Agder	-39 126	-2,16	Troms	5 106	0,17
Vest-Agder	4 510	0,18	Finnmark	2 150	0,25



Figur 5.3: Endring i motstandsbetingede areal per fylke mellom omdrev 1 og 2.

## 5.2 Visuell tilgjengelighet

Den visuelle tilgjengeligheten ble målt med to indikatorer. Synlig areal og prosentvis synlig jordbruksareal. Indikatoren for det synlige arealet ble beregnet for hva som er



visuelt tilgjengelig for hele flaten fra ferdselslinjene. Indikatoren for synlig jordbruksareal blir beregnet som en prosent av det totale jordbruksarealet i flaten.

Forskjellen i den visuelle tilgjengeligheten mellom flatene var stor. Det gjennomsnittlige arealet som kunne sees fra ferdselsårer i omdrev 1 er på  $573\,615\text{ m}^2$  som tilsvarer 57,4 % av flaten. Flaten med høyest andel synlig areal var på 97,8 %, mens flaten med lavest synlighet hadde 1,7 % areal som kunne sees.

Gjennomsnittlig var det 70,37 % av jordbruksarealet som var synlig per flate i omdrev 1. Flere av flatene der det var lite synlig jordbruksareal hadde få og korte ferdselsårer eller hadde lav andel jordbruksareal. Flere av flatene med lav synlighet til jordbruksareal lå også et stykke fra ferdselsårene.

### 5.2.1 Endring mellom omdrev 1 og omdrev 2

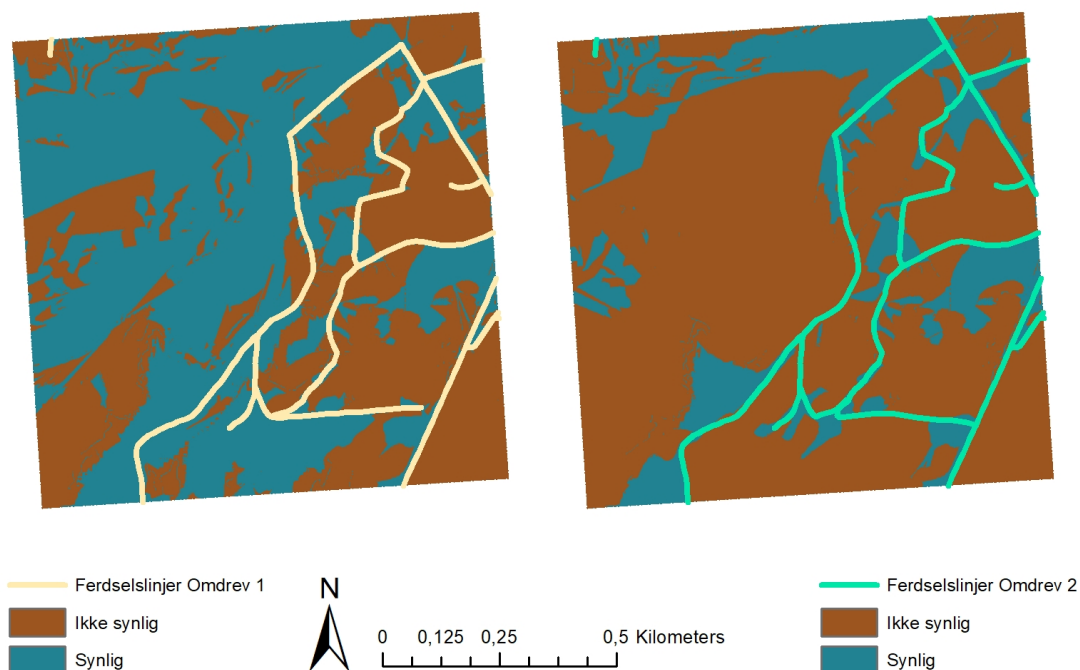
Den totale synlige tilgjengeligheten i 3Q flatene har gått ned i løpet av de fem årene mellom datainnsamlingene. Mellom omdrev 1 og omdrev 2 har det totale jordbruksarealet i flatene som er brukt i studien minsket med  $2\,335\,453\text{ m}^2$ . Dette er i samsvar med tendensene for resten av jordbruksarealet i Norge.

Synligheten ble beregnet som andel av jordbruksareal i flaten som ikke kan sees fra ferdselsårer. Det totale tapet av synlig jordbruksareal i 3Q flatene mellom omdrev 1 og 2 var på  $439\,034\text{ m}^2$  før vekting. Det største tapet av visuell tilgjengelighet av jordbruksareal var på  $173\,864\text{ m}^2$ , mens den største veksten av visuell tilgjengelighet til jordbruksareal var på  $220\,821\text{ m}^2$ .

Ettersom andelen jordbruksareal varierer stort per flate, fra  $905\,152,4\text{ m}^2$  til  $0\text{ m}^2$  i omdrev 1, vil prosentvis vekst og tap av visuell tilgjengelighet til jordbruksareal være en mer reel målestokk enn kun areal. Det prosentvise arealet som kan sees er også mer reelt å bruke for sammenligninger, da jordbruksarealet i flatene ofte endrer seg mellom omdrev 1 og 2. Av endringen ble den prosentvise endringen i prosentpoeng beregnet mellom omdrev 1 og omdrev 2. I perioden har det synlige jordbruksarealet gått opp med 0,02 prosentpoeng, fra 70,37 % til 70,39 %. Den totale endringen er ikke stor, men forteller noe om hvordan utviklingen er på landsbasis. Totalt ble det en nedgang på 70 382 dekar synlig jordbruksareal, men siden det var en nedgang i jordbruksareal gikk synligheten opp mellom omdrev 1 og 2.

Mellom omdrev 1 og omdrev 2 har det totalt blitt  $171\,451\text{ m}^2$  mindre synlig areal i de

målte 3Q flatene. Den gjennomsnittlige endringen ligger på  $184 \text{ m}^2$  mindre synlig areal per flate. Det største tapet av synlig areal har vært på  $338\,859 \text{ m}^2$ , mens den største økningen av synlig areal er på  $405\,952 \text{ m}^2$ . Syv av flatene hadde ingen endring. Flatene uten endring besto i hovedsak av korte veistrekninger og inneholdt areal der det var minimale endringer som ikke var i nærheten av ferdselslinjen. Flaten med minst total synlighet har en kort ferdselslinje og har gått fra å ha åpen mark rundt seg til å bli omgitt av skog i omdrev 2. Flaten med høyest andel synlig areal har lange ferdselslinjer og er dominert av store, åpne områder. Figur 5.4 viser en flate som har mistet mye synlig areal på grunn av endring av arealklassene. Mellom omdrev 1 og omdrev 2 endret den synlige tilgjengeligheten seg fra 49,71% synlig areal, til 49,58 % synlig areal, en nedgang på 0,13 prosentpoeng i perioden. Totalt var det et tap på 68 715 dekar synlig areal mellom omdrev 1 og 2.



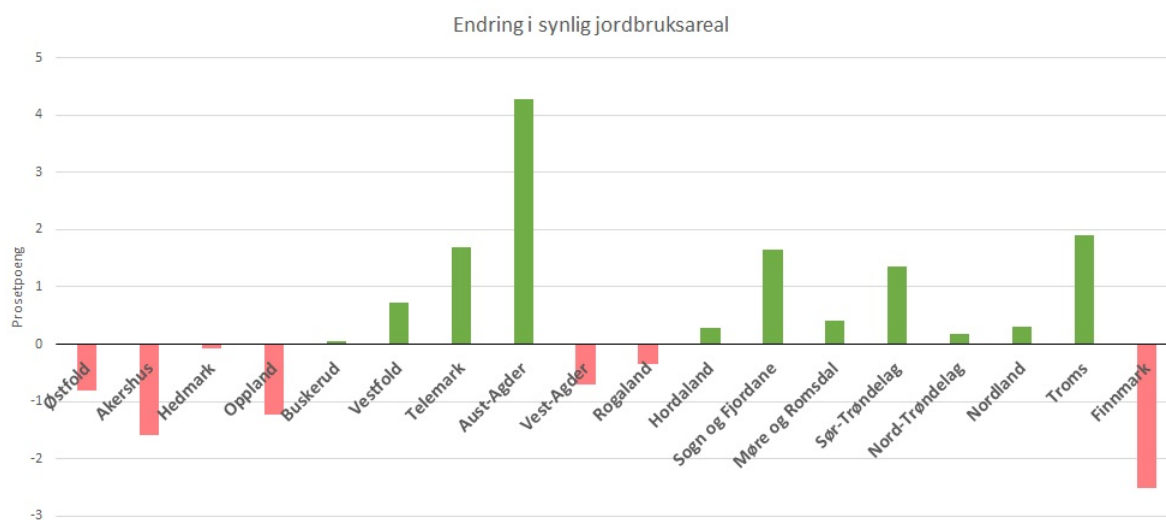
Figur 5.4: Endring i utsyn mellom omdrev 1 og omdrev 2 for flate 2984.

## 5.2.2 Fylkesvis endring

Selv om forskjellen i synlig jordbruksareal totalt sett i landet ikke har endret seg stort, er det større forskjell mellom regionene. Mellom de forskjellige fylkene er det stor forskjell mellom omdrev 1 og omdrev 2 (tabell 5.4). I Finnmark har andelen synlig jordbruksareal sunket med 2,51 prosentpoeng, mens det i Aust-Agder har vært en økning i andelen av jordbruksarealet som kan sees på 4,27 prosentpoeng. Endringene er presentert figur 5.5. Av resultatene er det mulig å se lignende tendenser i fylker i nærheten av hverandre. Østfold og Akershus har en nedgang i synlig jordbruksareal, mens det er en oppgang i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal.

Tabell 5.4: Fylkesvis endring i synlig jordbruksareal i prosentpoeng

Fylke	Pp.	Fylke	Pp.
Østfold	-0,80	Rogaland	-0,35
Akershus	-1,59	Hordaland	0,28
Hedmark	-0,06	Sogn og Fjordane	1,65
Oppland	-1,22	Møre og Romsdal	0,42
Buskerud	0,05	Sør-Trøndelag	1,36
Vestfold	0,72	Nord-Trøndelag	0,18
Telemark	1,69	Nordland	0,31
Aust-Agder	4,27	Troms	1,90
Vest-Agder	-0,71	Finnmark	-2,51

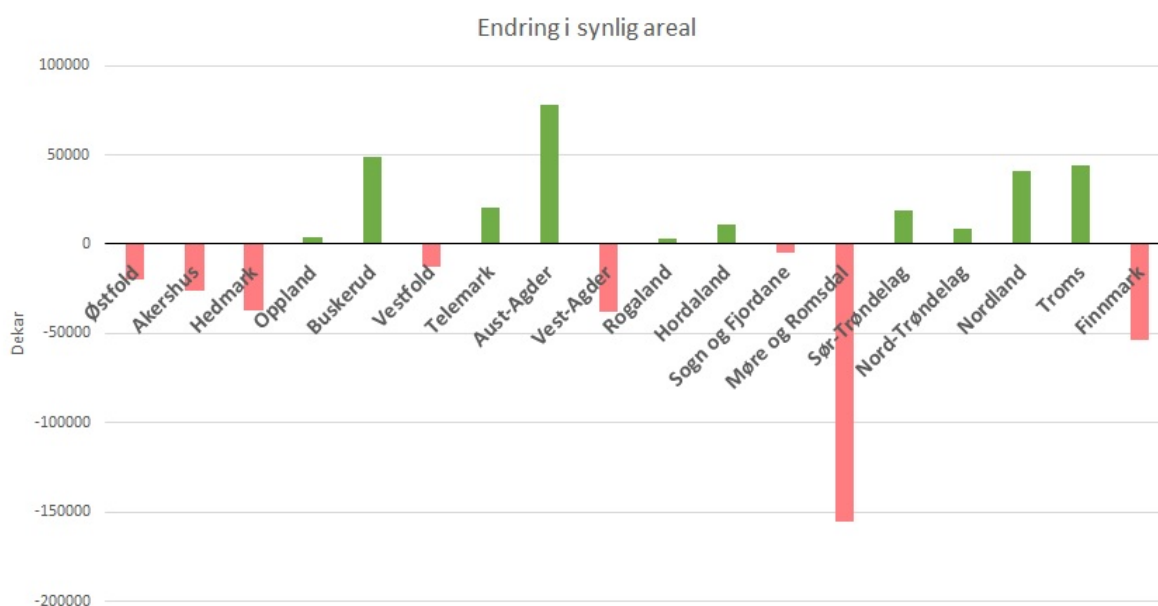


Figur 5.5: Endring i synlig jordbruksareal per fylke mellom omdrev 1 og omdrev 2 i prosentpoeng.

Av fylkene er det Aust-Agder som har hatt den største veksten av synlig areal i sine flater med 4,31 prosentpoeng totalt (tabell 5.5). Det største tapet av synlighet har forekommet i Møre og Romsdal, der det har blitt 3,89 prosentpoeng mindre synlig areal (figur 5.6). Den gjennomsnittlige endringen per fylke var på 0,13 prosentpoeng mindre synlig areal mellom omdrev 1 og omdrev 2. Fylkene med minst endring var Rogaland (0,11 prosentpoeng mer synlig areal) og Oppland (0,10 prosentpoeng mer synlig areal).

Tabell 5.5: Fylkesvis endring i synlig areal i prosentpoeng.

Fylke	Pp.	Fylke	Pp.
Østfold	-0,98	Rogaland	0,11
Akershus	-1,21	Hordaland	0,29
Hedmark	-0,74	Sogn og Fjordane	-0,16
Oppland	0,10	Møre og Romsdal	-3,89
Buskerud	1,93	Sør-Trøndelag	0,60
Vestfold	-0,84	Nord-Trøndelag	0,36
Telemark	0,96	Nordland	0,94
Aust-Agder	4,31	Troms	1,49
Vest-Agder	-1,50	Finnmark	-6,39



Figur 5.6: Endring i synlig areal per fylke i dekar mellom omdrev 1 og omdrev 2.

## 5.3 Lengde på ferdselslinjer

Som en del av 3Q blir ferdselslinjer tegnet inn for hver flate. Mellom omdrev 1 og omdrev 2 økte lengden ferdselslinjer på 24 152 m i flatene. Den gjennomsnittlige endringen per flate er en økning på 26,6 meter. Vekting for hver flate viser at det er store forskjeller mellom fylkene (tabell 5.6). Oppland og Buskerud har økt med over 300 km ferdselslinjer mellom omdrev 1 og 2. Totalt har ferdselslinjene økt på landsbasis med 2 321 km ferdselslinjer.

Tabell 5.6: Samlet fylkesvis endring i ferdselslinjer.

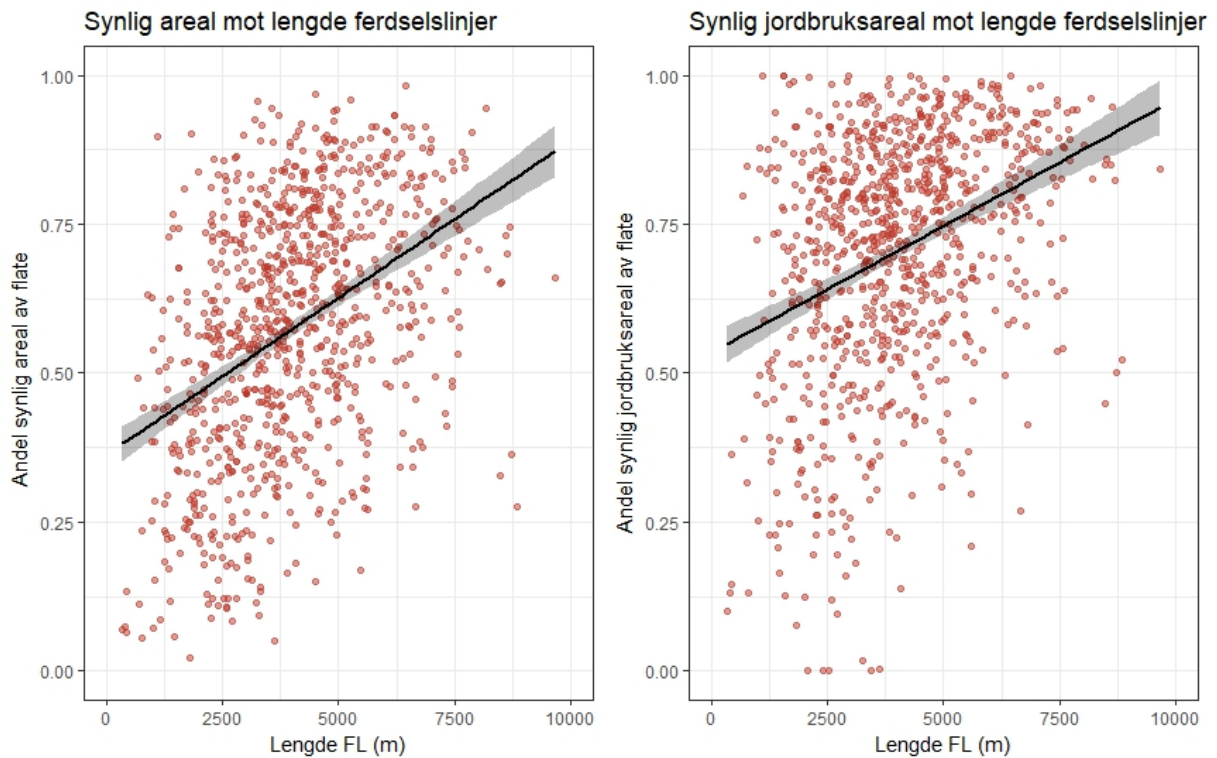
Fylke	Endring i FL(km)	Fylke	Endring i FL (km)
Østfold	93,19	Rogaland	49,26
Akershus	-46,66	Hordaland	206,97
Hedmark	72,42	Sogn og Fjordane	205,72
Oppland	318,82	Møre og Romsdal	112,30
Buskerud	330,11	Sør-Trøndelag	161,03
Vestfold	-127,93	Nord-Trøndelag	73,90
Telemark	25,84	Nordland	256,89
Aust-Agder	342,57	Troms	46,34
Vest-Agder	177,45	Finnmark	23,00

Det er stor variasjon i hvordan ferdselslinjene har utvikle seg mellom omdrev 1 og omdrev 2. De fleste fylkene har opplevd en økning i lengden gangvei. Tabell 5.7 viser hvordan endringene mellom de forskjellige ferdselslinjetypene har forandret seg mellom omdrev 1 og 2. I Oppland og Buskerud har alle de tre ferdselslinjeindikatorerne økt.

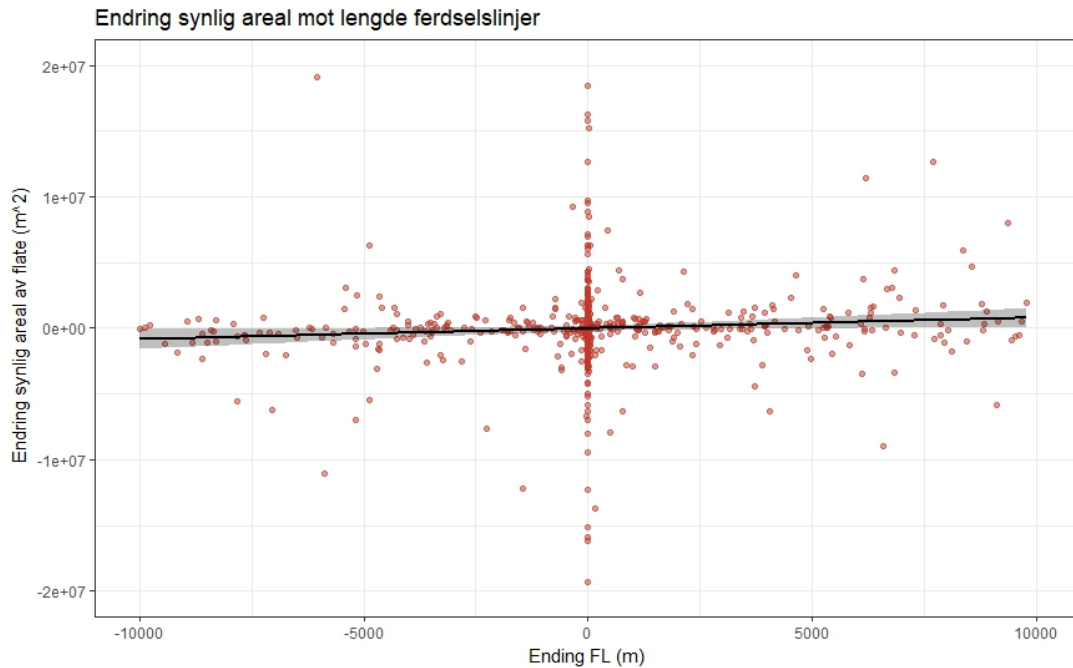
Tabell 5.7: Fylkesvis endring i ferdselslinjer (km).

Fylke	Bil	Gangvei	Sti	Fylke	Bil	Gangvei	Sti
Østfold	-72,96	200,38	-34,4	Rogaland	-31,10	-4,91	85,27
Akershus	-7,28	39,81	-79,19	Hordaland	133,36	90,77	-17,16
Hedmark	-162,27	99,42	135,26	Sogn og Fjordane	52,22	35,55	117,95
Oppland	163,05	24,08	131,70	Møre og Romsdal	117,95	-1,00	-4,65
Buskerud	111,38	58,11	160,62	Sør-Trøndelag	82,03	22,59	56,41
Vestfold	-48,91	62,77	-141,80	Nord-Trøndelag	34,64	161,11	-121,96
Telemark	7,84	0,01	17,99	Nordland	103,44	62,55	90,85
Aust-Agder	415,75	-7,31	-65,87	Troms	3,02	18,70	24,61
Vest-Agder	191,25	-10,38	-3,42	Finnmark	49,42	-3,90	-22,51

Den visuelle tilgjengeligheten øker med lengden ferdselslinjer per flate, men det er ingen høy korrelasjon mellom lengden ferdselsårer og hvor mye av flaten som kan sees (figur 5.7). Korrelasjonskoeffesienten er henholdsvis 0,166 for sammenhengen mellom synlig areal og lengde vei og 0,114 for sammenhengen mellom synlig jordbruksareal og lengde vei. Den lave korrelasjonen viser uavhengigheten mellom lengden vei og endringen i utsynet. Det er derfor nødvendig med en egen indikator for utsyn, da den ikke kan forklares av lengden ferdselslinjer alene. Det er en positiv korrelasjon mellom økning av vei og mer synlig areal (figur 5.8), men den forklarer ikke resultatet alene.



Figur 5.7: Spredningsplott mellom lengde ferdselsårer, synlig jordbruksareal og totalt synlig areal. Den lineære regresjonen er plottet i svart med konfidensintervallet markert i grått.



Figur 5.8: Spredningsplott mellom lengde ferdselsårer, synlig jordbruksareal og totalt synlig areal. Den lineære regresjonen er plottet i svart med konfidensintervallet markert i grått.

## 5.4 Indikatorer for tilgjengelighet

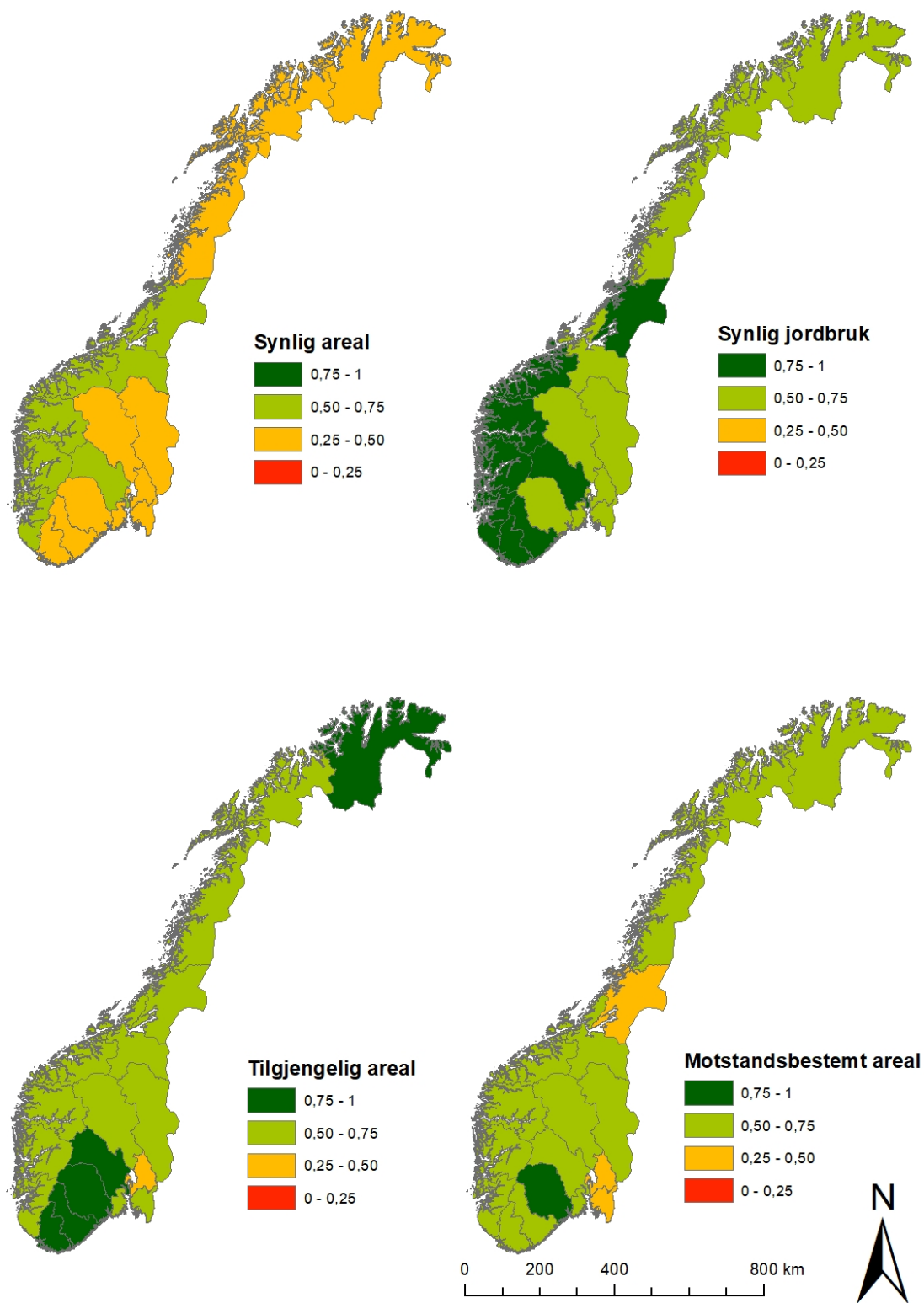
Siden metodene gir forskjellige verdier som resultat, ble de normalisert opp mot maksimalverdien som er mulig å nå. Den fysiske og visuelle tilgjengeligheten ble målt opp mot det teoretisk maksimale arealet i en flate ( $1\,000\,000\,m^2$ ). Figur 5.10 viser hvordan en endring mellom omdrev 1 og omdrev 2 kan se ut visualisert. En verdi på 1 tilsvarer maksimal tilgjengelighet i kategorien, enten det er maksimalt fysisk tilgjengelig areal for en flate eller synlig areal. Figur 5.9 viser den visuelle og fysiske tilgjengeligheten i omdrev 1.

Figur 5.11, 5.12 og 5.13 viser den fylkesvise tilgjengeligheten som radarplott. Verdi på 1 tilsvarer maksimal tilgjengelighet. I tilfellet for ferdselslinjene er verdiene normalisert ut i fra den lengste ferdselslinjen av den typen. Endringer ble ikke mulig å visualisere på radarplot på land- eller fylkesbasis, da verdiene oversteg 1 % endring i kun ett av tilfellene (tabell 5.8).

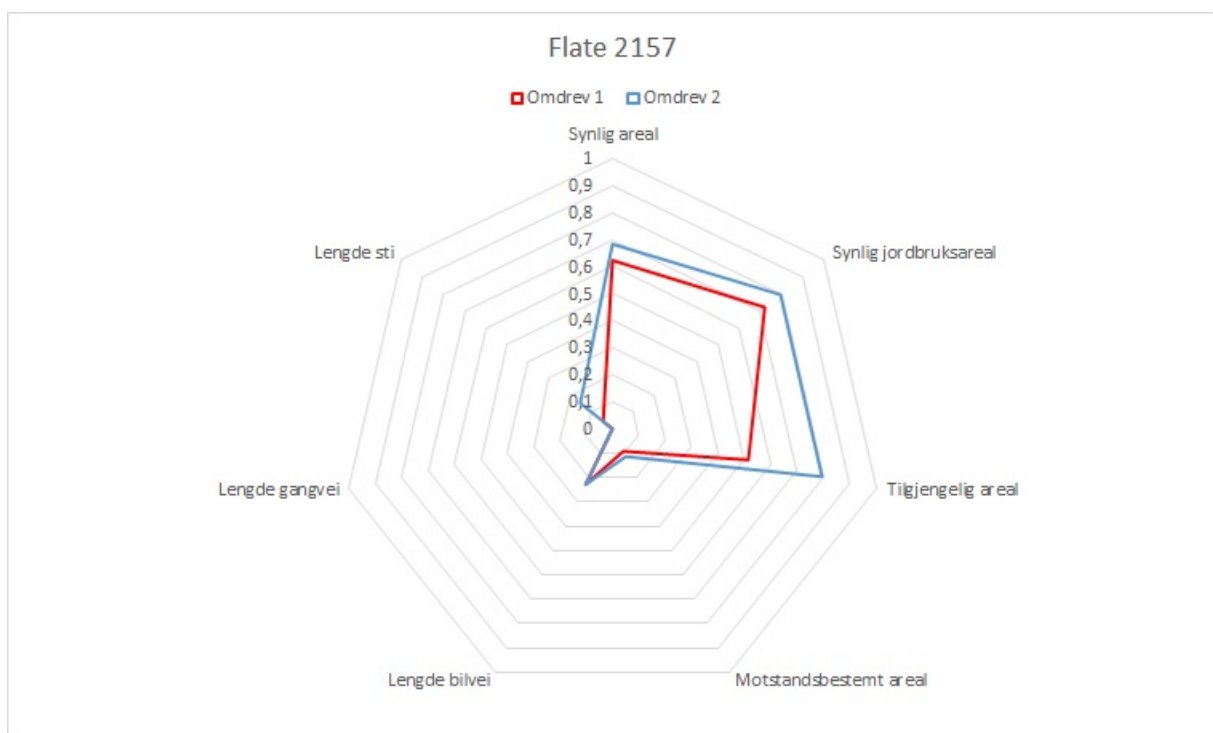
Tabell 5.8: Endring i de syv tilgjengelighetsindikatorene på landsbasis mellom omdrev 1 og 2. Endring i prosentpoeng.

	Omdrev 1	Omdrev 2	Differanse
Total fysisk tilgjengelighet	70,43	70,45	0,02
Motstandsbestemt fysisk tilgjengelighet	57,81	57,88	0,07
Synbare områder	49,71	49,58	-0,13
Synbare jordbruksområder	70,38	70,39	0,01
Lengde bilvei	50,48	50,45	-0,03
Lengde sti	61,45	60,33	-1,12
Lengde gangvei	30,94	31,88	0,94

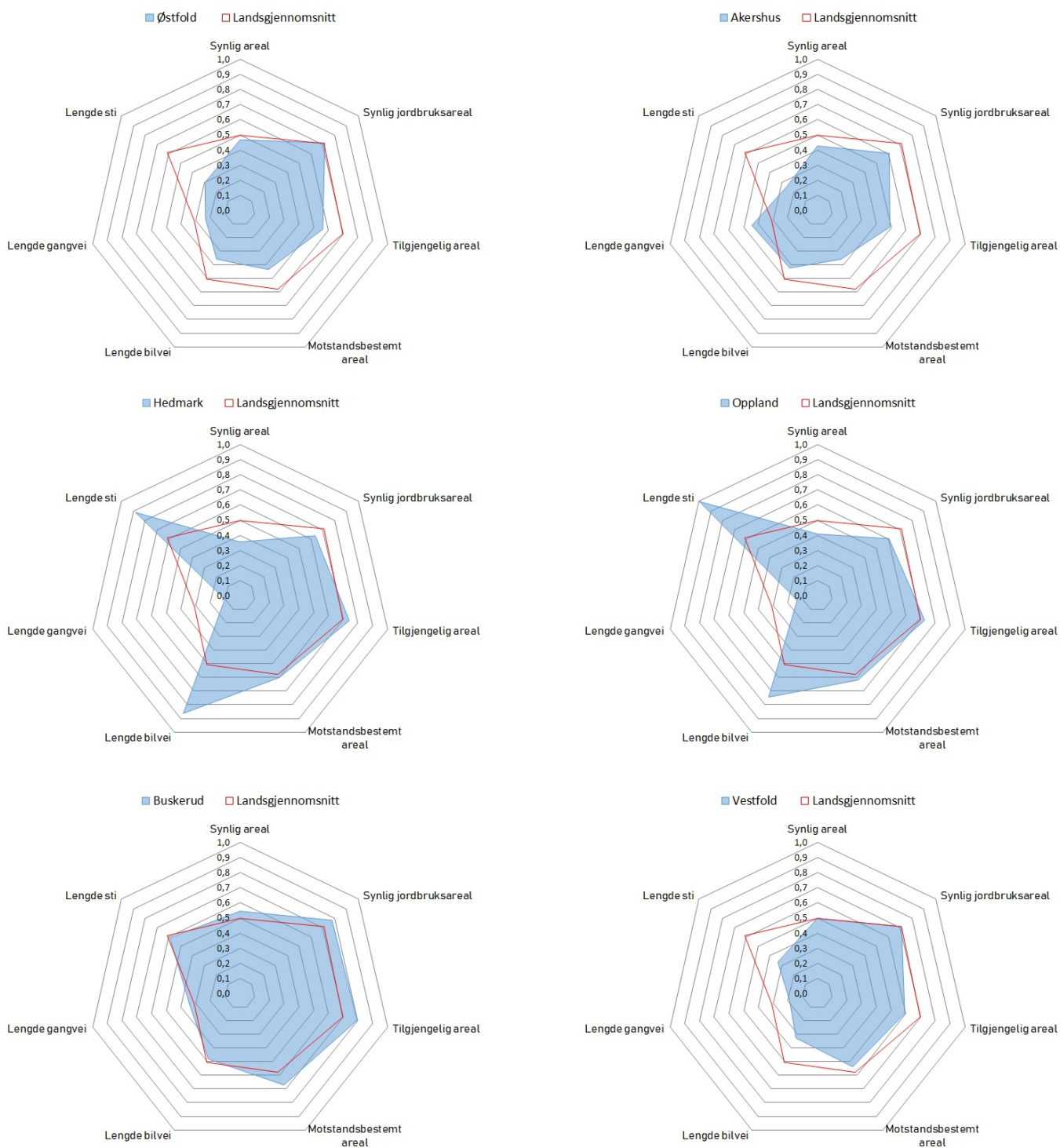




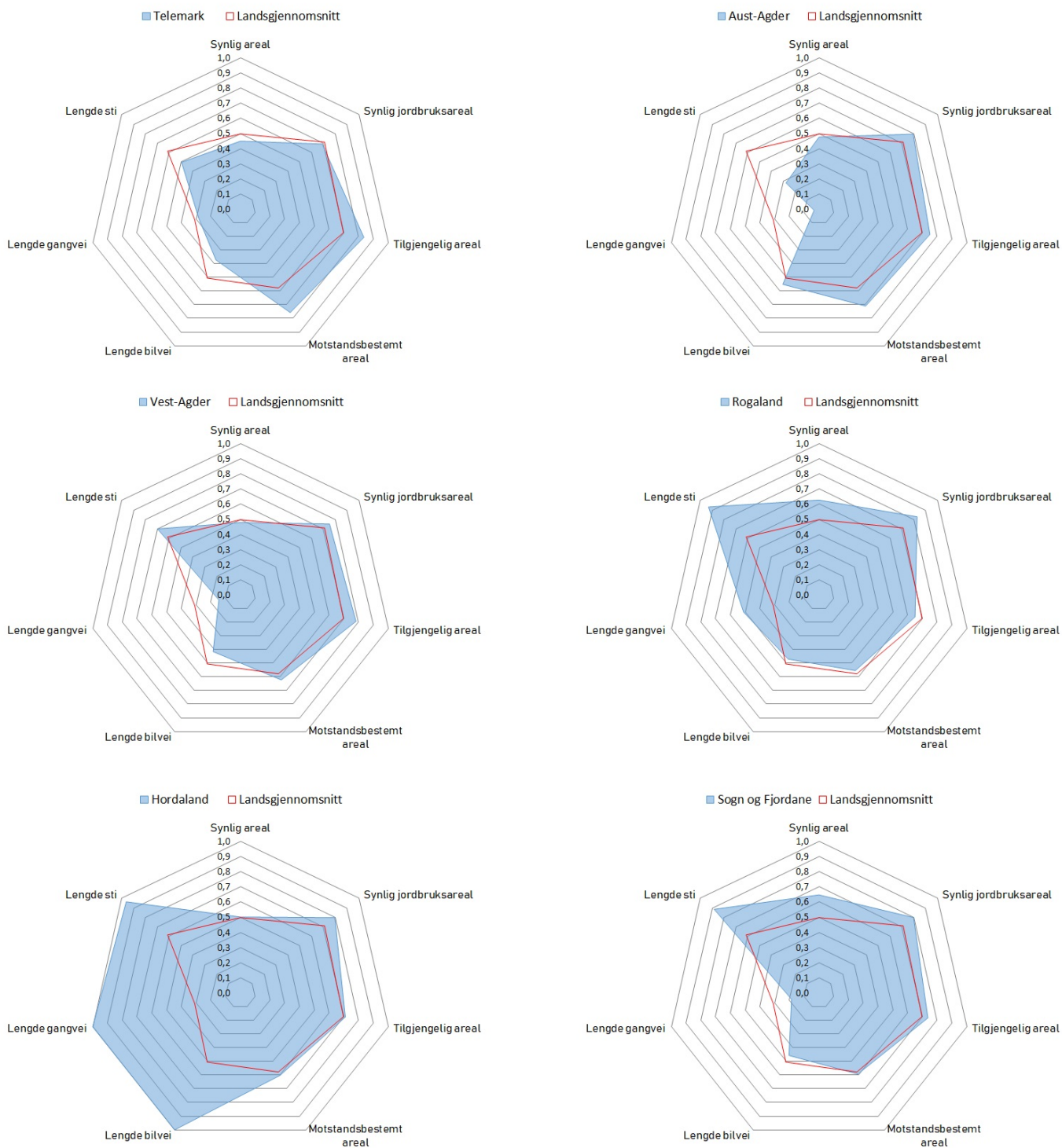
Figur 5.9: Fylkesvis tilgjengelighet for fire indikatorer i omdrev 1.



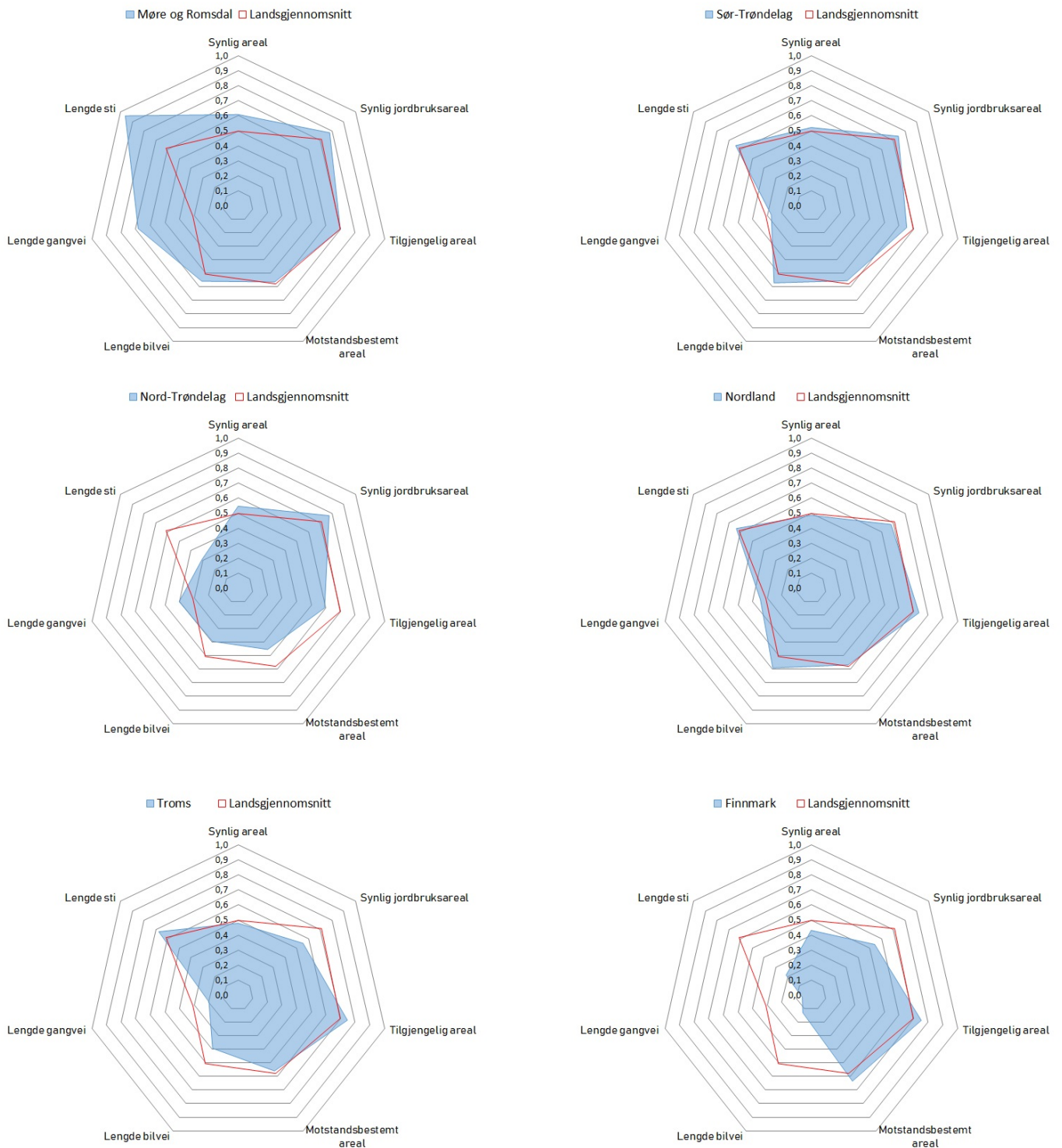
Figur 5.10: Endring i tilgjengelighet for en flate mellom omdrev 1 og omdrev 2.



Figur 5.11: Radarplott for Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud og Vestfold.



Figur 5.12: Radarplott for Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane.



Figur 5.13: Radarplott for Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark.

# Kapittel 6

## Diskusjon

### 6.1 Metodediskusjon

#### 6.1.1 Fysisk tilgjengelighet

Fysisk sett vil man ofte bevege seg over større geografiske områder enn det en flate dekker. Ved å studere et så lite areal som flatene utgjør, vil ofte en kanteffekt oppstå. Et større område må kanskje tas i betraktning for å fortelle mer om den ene  $1 \text{ km}^2$  flaten slik Swetnam et al. (2016) gjør i sitt studie av lignende flater i Wales. Areal som ligger i kanten av flaten og ikke er koblet til enten ferdselsårer eller omgitt av hindre inn mot flaten, vil klassifiseres som utilgjengelig, mens det i virkeligheten kan være nærmere ferdselsårer på utsiden av flaten. Dette gjelder for øvrig flere av indikatorene som tidligere har blitt rapportert fra 3Q. Indikatorene forteller om hvordan endringen foregår i flatene, uten å ta inn hele konteksten rundt flaten. Dette vil også gjelde for den visuelle tilgjengeligheten i flaten, som diskuteres senere i kapitlet.

Ved å gjøre om vektordata til rasterdata er det viktig å evaluere størrelsene på cellene. For store celler kan føre til at områder som er et stykke unna hverandre kan bli koblet sammen i rasteret ved at kantene kommer i kontakt med hverandre, mens veldig små celler fører til lengre prosesseringstid (Upchurch et al., 2004). I denne oppgaven ble det valgt 1 meters oppløsning på raster cellene. Dette var en kombinasjon av at gangavstand ikke blir for mye endret i forhold til reel gangavstand og at det ikke vil ta for mye prosessorkraft å gjøre analysene. Selve prosesseringen av den fysiske tilgjengeligheten var raskere enn den visuelle tilgjengeligheten.

Studier som Jobe and White (2009) og White and Barber (2012) bruker begge energibruk for å modellere tilgjengelighet. Dette baserer seg på flere parametere, som for eksempel helning, barrierer og vegetasjonsdata. Skalaene er derimot ganske forskjellige fra 3Q og strekker seg over mange flere kvadratkilometere. Det kan være mulig å beregne energibruk for å ta seg fram i hver flate i 3Q, men det vil neppe fortelle mye om hvordan tilgjengeligheten endrer seg, da de ofte brukes til å gjenskape og analysere gamle ferdselsårer i arkeologisk sammenheng.

Motstanden som brukes i oppgaven går fra 1 til 100 og er basert på en gjennomgang av arealklassene i 3Q datasettet. Disse ble bestemt sammen med eksperter på datasettet fra NIBIO. For å styrke studien av tilgjengelighet burde disse motstandsklassifikasjonene valideres med for eksempel studier i felt. Studien tar i utgangspunkt ikke hensyn til at personer med nedsatte funksjonsevner kan oppleve terrenget annerledes og studien er nå kun basert ut fra en gruppe mennesker. Videre studier kan beregne tilgjengeligheten for andre grupper, som for eksempel eldre, barn eller de med nedsatt funksjonsevne.

Ferdselslinjene kan brukes til å gjøre en nettverksanalyse av for eksempel hvor godt de er koblet sammen. Problemet her oppstår i flere av flatene er at det er et lite veinett, da det blir begrenset med noder. Det begrensede området flaten dekker gir ofte ikke store veinett. Ferdselslinjene ligger til grunn for indikatorene for både fysisk og visuell tilgjengelighet og hvilket omfang de har i flaten vil derfor komme fram også via de fire andre indikatorene.

Analysen er gjort slik at den avsluttes når motstanden når en verdi på 10 000. Metoden med å sette en terskel ble bestemt ut i fra testing på fire av flatene. Det ble bestemt å bruke en terskel for å avgrense arealet til en indikator for tilgjengelig areal, men det ville også vært mulig å lage en indikator som baserer seg på motstanden i hele flaten. Skov-Petersen (2001) argumenter for å bruke en gausskurve for å beregne hvor mye motstand man er villig til bevege seg gjennom for å nå destinasjonen. Terskelen brukt i denne oppgaven gir nok ingen klar og realistisk indikator på hvordan jordbrukslandskapet ville blitt brukt, men indikatoren gir et innblikk i endringer i tilgjengelighet som ikke har blitt beregnet tidligere.

Det finnes svært få lignende datasett som 3Q. Det finnes et datasett for Storbritannia som i hovedsak brukes til å studere vegetasjonsendring (Wood et al., 2017). De samme metodene brukt i denne oppgaven vil være mulig å bruke for å studere endring i tilgjengelighet i dette datasettet. Det er få studier gjort av den fysiske tilgjengeligheten i så detaljerte datasett. Studier som Skov-Petersen (2001) bruker landsdekkende data for Danmark for å beregne tilgjengelighet til skog. En slik landsdekkende undersøkelse ville vært mulig å utføre for det norske jordbrukslandskapet, med premisset tilgjengelighet til en gitt resurs,

som i dette tilfellet kan være skog.

### 6.1.2 Visuell tilgjengelighet

Kartverket er i dag i gang med å lage en detaljert nasjonal høydemodell. Denne vil være ferdig i 2021 og vil inneholde LiDAR skanninger som gir en oppløsning på 1 x 1 meter (Kartverket, 2018b). For å visualisere endringer i den visuelle tilgjengeligheten er det viktig å se på når en eventuell DOM (digital overflatemodell) er beregnet. Er DOMen skannet på høsten eller våren, vil den være forskjellig fra en som er skannet på sommeren. Problemet ved å bruke en DOM til å visualisere endringene i visuell tilgjengelighet er tidspunktet dataen er samlet inn. Ved å bruke en DTM, vil en i ettertid kunne legge på høyde fra arealdekket som ligger over. Endringene i terrenget vil ikke være like store som endringene i overflateareal. Dette fører til at en DTM gjør at en ikke er like avhengig av når dataene er hentet. Samtidig kan en DTM inneholde feil, noe som fører til en usikkerhet i analysen. Flatene blir tolket i løpet av et fem års omdrev, noe som fører til at det eventuelt må bli samlet inn data for samme område samtidig som bildene av flatene tas. Dette må gjøres for å ikke miste poenget med endringsanalysen i 3Q programmet, da for eksempel en nybygd vei kan føre til endring i den visuelle tilgjengeligheten.

I denne analysen brukes vegetasjon som en hard barriere i terrenget. Dette fører til at det i områder som kan ha spredte trær, settes som en vegg i terrenget. Problemet oppstår når en klasse blir satt til å være trær, men består av spredte trær. Bartie et al. (2011) bruker LiDAR data for å beregne utsynsmodeller som også tok spredning og tettheten til vegetasjon med i input-dataene. Det er viktig å påpeke at disse analysene ble gjort for mindre områder og inn mot et sentralt punkt, som for eksempel et monument. Denne typen analyse for over 1000 flater vil kreve stor datakraft og store datasett. LiDAR er foreløpig en dyr og resurskrevende dataform og det er en krevende prosess å omgjøre fra punktskyer til raster eller TIN format (Klouček et al., 2015).

Et problem som kan oppstå i analysen av 1  $km^2$  flater er at de ikke vil representere hele konteksten flaten er satt i. Det vil for eksempel kunne være veier som går like utenfor flaten som ville kunne sett inn på områdene som ikke er synlig i flaten. Denne kanteffekten er noe som det i stor grad advares mot, da et viewshed innenfor et gitt område ikke vil kunne gi et helhetlig bilde av hvordan det sees utenfra (Van Leusen, 1999). Denne analysen må derfor sees på som en analyse av at man beveger seg gjennom flaten. Resultatene i datasettet blir noe begrenset av dataene som er tilgjengelige, men vil fortelle om tendenser i jordbrukslandskapet. Det samme vil gjelde for andre indikatorer som presenteres og



har blitt brukt tidligere, da konteksten ikke alltid vil være ivaretatt til det fulle, men indikatoren vil kunne si noe om trender og endringer i det norske jordbrukslandskapet.

Swetnam et al. (2016) brukte et omkringliggende areal på  $8 \text{ km}^2$ , men advarer om at det er meget resurskrevende å kjøre analyser på så store områder. Dette vil også gjelde for 3Q, da en åttedoblet datamengde ville kreve større dataressurser enn det som var tilgjengelig for analysen gjort i denne oppgaven. Dette vil nok føre til at det i noen områder vil være noe større avvik i forhold til det som er mulig å se fra utsiden av flaten. Analysen baserer seg på ferdselslinjene som er registrert i 3Q og for å kunne sammenligne data fra andre datakilder som ligger utenfor flatene, som for eksempel veinett, er det nødvendig å vite hvordan datasettene så ut når 3Q flatene ble tolket. Det er en vanskelig øvelse om ikke dataene er registrert med tidspunktet de er laget.

Fordelene ved 3Q er den høye nøyaktigheten i tolkningen. Noe av poenget ved å monitørere 3Q programmet for tilgjengelighet vil forsvinne ved å bruke data fra andre kilder. Omkringliggende datasett må eventuelt samles samtidig som 3Q datasettet genereres, slik at det finnes tidsfestet data fra samme tid som 3Q flatene ble hentet inn. Ved å hente inn data om områdene rundt flatene, vil man kunne si mer om konteksten flatene er satt i og fjerne eventuell kantproblematikk. Dette vil gjelde både den visuelle og den fysiske tilgjengeligheten.

Sander and Manson (2007) sammenlignet generalisering av bygningshøyder og posisjon med den faktiske høyden i utsynsmodeller. De fant da at det er mulig å generalisere høyden, men at det kan være uheldig å bruke generalisering både i høyde og plassering om utsynsmodellen skal ha høy nøyaktighet. Samtidig anslår de at bruken av LiDAR vil gi høyere nøyaktighet. Ved å gjøre om arealattributter til en generell høyde, vil flere av attributtene gi en flat struktur i terrenget. Mens tak ofte er vinklet, får de en flat topp i rasteret. Dette gjør at bygninger ikke blir synlige på toppen, når de i realiteten kan være synlige fra flere utsynspunkter. Dette er en svakhet ved å bruke rastere og en generalisering til dette formålet.

Riggs and Dean (2007) sammenlignet flere utsynsmodeller med egne observasjoner i feltet. De fant store forskjeller i det som faktisk ble sett og det som programvaren forutså at man kunne se. De fant at ved høyere oppløsning på DTMen, sammenfalt utsynsanalysen bedre med det som ble observert i felt. Andre avvik i resultatene kan forekomme som et resultat av feil i DTMen eller algoritmen utsynsanalysen bruker. Riggs and Dean (2007) fant også avvik mellom forskjellig programvare. De viser også at selve utsynsmodelleringen har problemer om de bakenforliggende datasettene ikke er gode. Ved å sammenligne en utsynsmodell produsert med USGS sitt 10-meter DTM datasett med det som de ob-

serverte i felt, fant de at 83% kunne sees i begge eksemplene, mens 15% kun kunne sees i virkeligheten og kun 3% i GIS-analysen. Klouček et al. (2015) fant en relativ nøyaktighet sammenlignet med 150 feltobservasjoner på 75,3 % for utsynsanalysen der overflatehøyde ble generisk generert fra kartkilder. Ved bruk av LiDAR data for overflatehøyder ble den relative nøyaktigheten 88,7 % sammenlignet med observasjoner i felt. Samtidig fant studiet at områder som egentlig ikke var synlige, ofte ble beregnet som synlige, såkalte falske positive målinger. Ved bruk at 10 meter DTM vil det i realiteten ikke dekke hvor veiene går godt nok. Veier i helninger vil ofte være gravd ut i terrenget, slik at de havner litt lavere enn det omkringliggende terrenget. En vanlig DTM vil derimot ikke kunne ta hensyn til dette, slik at veien vil havne på toppen av terrenget. Dette vil føre til flere falske positive, da veien blir løftet høyere enn den faktisk ligger.

Nutsford et al. (2015) fant noen begrensinger ved bruk av utsynsmodeller sammenlignet med hva et menneske vil vektlegge. Blant annet er helning og distanse til objektet faktorer som er avgjørende for hva et menneske vil vektlegge å se på. Metoden med å lage utsynsmodeller vil derfor kun fortelle noe om hva som sees, men vil ikke kunne fortelle noe om hvordan det faktisk oppleves å ferdes gjennom landskapet. I denne studien brukes en binært system med synlig/ikke synlig, men det vil være av interesse kvantifisere hvilke områder som vektlegges for å for eksempel opplevelsesverdien ved et senere studie.

Flere studier har også undersøkt kvaliteten på utsynet og brukt indikatorer for å klassifisere kvaliteten (Tveit et al., 2006; Swetnam et al., 2016). Ved å kvantifisere de objektene man ser, ved blant annet å se på sammensetningen av skog, naturlighet, historiske og menneskeskapte forstyrrelser kan man gi hver flate en score (Tveit et al., 2006). Ved å vektlegge de forskjellige arealkodene til en kvalitet, er det mulig å kvantifisere endringer i hver flate. Dramstad et al. (2006) fant en forskjell mellom hvilke faktorer studenter og lokalbefolkningen prefererer i landskapet. Ved bruk av indikatorer for synlig areal vil en kunne utvikle flere indikatorer for endringer i jordbrukslandskapet. Swetnam et al. (2016) bruker utsynsmodeller for å kvantifisere kvaliteten på landskapet som sees. Opplevelsesverdien i det norske jordbrukslandskapet vil også være mulig å etablere som en indikator for 3Q i senere studier.

Metoden med antall innfartspunkter ble ikke brukt som indikator for tilgjengeligheten. Metoden forteller noe om hvordan endringene inn til flaten endrer seg, men vil ikke kunne si noe om endret tilgjengelighet i det store bildet. Flatene i jordbrukslandskapet er begrenset av omkretsen, men denne begrensningen vil ikke gjelde for jordbrukslandskapet, da det ikke finnes et inngangspunkt å måle. Det vil derimot si noe om tilgjengeligheten inn mot flatene som er del av 3Q, uten at det klarer å fortelle noe om endringer eller tendenser i det norske jordbrukslandskapet, annet enn i datasettet. Resultatene for inn-

fartspunktmetoden viste en økning i innfartspunktene mellom omdrev 1 og 2, noe som er i tråd med økning av ferdselslinjer.

De enkelte flatene har sine begrensninger ved at de framstår som isolerte enheter. Ved å samle data som omgir flatene, vil en få en bedre kontekst på hva som faktisk endrer seg og det som er tilgjengelig i flaten. Dette gjelder både for fysisk og visuell tilgjengelighet. Data rundt flatene vil bedre konteksten og fjerne kantproblematikken som kan oppstå rundt en isolert flate. En videre validering av den fysiske tilgjengeligheten vil også være viktig for at resultatene skal komme nærmere de faktiske forhold.

## 6.2 Resultatdiskusjon

Resultatene viser at det har vært endringer ved bruk av de forskjellige metodene. Selv om ikke de totale endringene mellom omdrev 1 og omdrev 2 har vært store, er det likevel flere områder der det har vært betydelige endringer. Endringene i tilgjengelighet har noen steder vært over en prosent på fem år. Flere av områdene opplever at den fysiske tilgjengeligheten har økt, mens det samtidig har minket med visuell tilgjengelighet. Dette er i tråd med hva som har blitt rapportert tidligere og som nå har blitt kvantifisert i denne oppgaven. Bryn et al. (2013b) fant en økende gjengroing i Norge, særlig i områder som tidligere har hatt jordbruk. Det er omlag  $48\,800\text{ km}^2$  som er utsatt for mulig gjengroing med dagens klima Bryn et al. (2013a). Det er store forskjeller mellom fylkene og er det viktig å kvantifisere det visuelle utsynet for å bedre forstå endringene som skjer. Metoden utviklet i denne oppgaven kan brukes for å følge endringene gjennom nye omdrev.

Mellom omdrev 1 og 2 har jordbruksarealet blitt redusert. Det har også blitt mindre synlige jordbruksareal, men ikke i like stor grad som endringene i jordbruksareal. Dette fører til at det er en økning i jordbruksarealet som kan sees mellom de to omdrevene. Dette kan vise at selv om den totale synligheten har gått ned, har det jordbruket som finnes blitt mer synlig. Tendensene er ofte sammenfallende, da områdene som har fått lavere synlighet også har fått mindre synlig jordbruksareal, men for eksempel Sogn og Fjordane har fått økt synlig jordbruksareal, men en nedgang i det totale synlige arealet. Det er viktig å ikke legge for mye vekt på de landsdekkende resultatene, da endringene ikke er større enn noen desimaler prosentpoeng. De viser likevel noen tendenser til endring i det norske jordbrukslandskapet. At synligheten har blitt høyere til jordbruksareal samtidig som jordbruksarealet har gått ned kan ha sammenheng med at jordbruk i områder som er vanskeligere å komme fram til har blitt lagt ned. Da vil for eksempel jordbruksområder som ligger langt unna veier bli lagt ned, noe som fører til at ikke blir sett i analysen.

Det er også viktig å vurdere flere forhold, som for eksempel hvordan de forskjellige delene av indikatoren påvirker hverandre. Hvilke områder som kan sees vil påvirkes av hvor man kan bevege seg. En økning i fysisk tilgjengelighet kan føre til at en kan nå nye områder, men utsynet kan likevel være hindret på grunn av barrierer. Korrelasjonen mellom høyere synlighet og høyere fysisk tilgjengelighet er ikke nødvendigvis stor og studien viser at selv om den fysiske tilgjengeligheten har gått opp, har den visuelle tilgjengelighet gått ned i samme periode. Det er en lav sammenheng mellom endring i lengden vei og endring i det totale utsynet, men det er positiv korrelasjon mellom økning i lengde ferdselslinjer og økning i utsynet. Det er en naturlig sammenheng, da metoden bruker ferdselslinjer som utgangspunkt for analysen. Det er også lav korrelasjon mellom endringer i jordbruksareal og det synlige arealet. Den lave korrelasjonen viser at det er et behov for flere indikatorer for tilgjengeligheten og at indikatorene er uavhengige av hverandre. Metoden for bruk av visuell tilgjengelighet viser derfor at det er et behov som tidligere ikke har vært dekket i studier som bruker 3Q som datagrunnlag.

Bryn et al. (2013b) viser at forskjellige grupper ilegger forskjellig hensyn for hvilke områder som prefereres. Norske og svenske turister foretrekker åpne områder, mens turister fra andre vesteuropeiske land foretrekker mer gjengrodd landskap. Synlig tilgjengelighet til kulturminner i det norske jordbrukslandskapet kan erstatte synlig tilgjengelighet til jordbruksareal i en endelig indikator. Særlig siden visuell tilgjengelighet til jordbruksareal har en mindre betydning for opplevelsen av jordbruket enn for eksempel synlige kulturminner.

Resultatene gruppert etter område varierer i forhold til de totale endringene. Dette kan også ha med den geografiske plasseringen av flatene, som er sentrert i stor grad rundt jordbruksområder. At fylkene i Nord-Norge har fått den største tapet av tilgjengelighet i flere av indikatorene kan ha sammenheng med det lille utvalget av flater. Flatenes vekt er ganget opp for å representere det fulle arealet for hvert fylke. Et av problemene er at dette datasettet ikke tar hensyn til områder som består av lite jordbruksareal. Utvelgelsesmetoden med bruk av jordbruk i senterpunkt fører til områdene som inneholder mindre og mer utsatt jordbruksareal ikke blir fanget opp i datasettet.

Det er mulig å se like mønster i radarplottene for fylker som ligger i nærheten av hverandre. Formen på radarplottet til for eksempel Telemark og Buskerud innehar like former, med mye tilgjengelig fysisk areal. Østfold og Akershus har også ganske like radarplott. Plottene viser hvordan de regionale forskjellene er for alle indikatorene. En svakhet ved plottene er metoden de er normalisert med. Ferdselslinjene er normalisert ut i fra hvor lang den lengste ferdselslinjen er, mens de fire andre indikatorene er normalisert ut i fra hva som er teoretisk maksimalt tilgjengelig areal. Dette fører til at disse tre indikatorene vil nå 1 og 0, noe som ser både bedre og verre ut en faktiske forhold.

Endringene mellom det motstandsbestemte arealet og det totale arealet som er i jordbrukslandskapet er interessante. Der den totale tilgjengeligheten øker med 0.02 prosentpoeng øker den motstandsbestemte tilgjengeligheten med 0.07 prosentpoeng. Forskjellen viser at de nære områdene rundt ferdselslinjene har blitt mer åpne og lettere å bevege seg i. Dette kan også ha sammenheng med at det totale jordbruksarealet har gått ned i perioden, slik at det har åpnet seg opp flere nye områder som er enkle å bevege seg i, da de ikke har grodd igjen enda.

Den vektete summen viser at lengden bilvei har gått ned 0,03 i perioden mellom omdrev 1 og 2. Det er større endring i stiene, der det har vært en nedgang på 1,12 prosentpoeng. Av de tre lengdene på ferdselslinjene er det kun lengden gangvei som har gått opp. Det er viktig å påpeke at denne summen er normalisert opp den lengste ferdselslinjen. Uten normalisering har den totale lengden økt: Bilvei med 1142,8 km, gangvei med 848,4 km og sti med 329,9 km. Indikatorene viser derfor at det har vært mindre økning i fylkene enn i fylket med lengst ferdselslinjer. Det kan være en fordel å ikke normalisere tallene, men kun bruke endring i kilometer for disse indikatorene, da de ikke har noe teoretisk maksimum som fysisk og visuelt tilgjengelig areal.

# Kapittel 7

## Konklusjon

Tilgjengelighet er ikke enkelt å kvantifisere, da opplevelsen av tilgjengelighet er sammensatt. Det som oppfattes som tilgjengelig, lovlig tilgang til områder og hvilke områder som er fysisk tilgjengelig betyr noe for hva som oppleves som tilgjengelig. I denne studien har flere indikatorer for tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet blitt testet ut. Med bakgrunn i litteraturen og det som tidligere har blitt gjort på samme datasett, ble det valgt ut syv indikatorer som sammen forteller om hvordan tilgjengeligheten endrer seg. Kvantifisering av tilgjengelighet kan gjøres på mange måter og denne oppgaven har utforsket nye metoder for å måle tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet ved å beregne tilgjengeligheten ut i fra motstanden og synligheten. Resultatene viser forskjeller mellom fylker og at det har skjedd endringer mellom de to omdrevene.

Visuell tilgjengelighet har ikke tidligere blitt kvantifisert. Denne studien viser at visuell tilgjengelighet vil være en nyttig og informativ tilgjengelighetsindikator. Resultatene viser at den visuelle tilgjengeligheten i det norske jordbrukslandskapet har gått ned mellom omdrev 1 og omdrev 2. Endringene har ikke vært store på landsbasis, men det finnes større forskjeller på regionalt nivå. Synligheten til jordbrukareal har gått opp, noe som sammenfaller med at jordbruksareal har blitt mindre. Samtidig har den fysiske tilgjengeligheten blitt større, noe som sammenfaller med at det har blitt mindre jordbruksareal, som er den største barrieren for fysisk tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet.

Endringene mellom omdrev 1 og 2 har noe større innvirkning på den motstandsbedingede tilgjengeligheten. Flere fylker har fått redusert det totale tilgjengelige arealet, mens grensebetinget areal har økt i de samme fylkene. Dette kan komme av en endring i arealtype eller tilførsel av nye ferdselslinjer, som igjen åpner tilgjengeligheten i flaten. Det har vært en økning i ferdselsårer mellom de to omdrevene, men det er likevel store forskjeller

mellom ferdselslinjetypene og fylkene.

Videre arbeid kan med fordel inkludere en bekreftelse av høydene som er satt for 3Q datasettet. Høyder basert på målinger i felt vil gi en enda bedre modell for det visuelle per flate. Det nye landsdekkende høydedatasettet målt med LiDAR vil gi en enda bedre oppløsning på høydedatasettet. Disse inkluderer også vegetasjonen som var der når skanningen ble utført, og kan dermed være til nytte for å validere høyde på landskapsklassifikasjonen. Ved bruk av kraftigere maskinvare og høyere oppløste datasett vil senere studier kunne gi en mer presis modellering av tilgjengeligheten i datasettene.

Metodene for visuell og motstandsbettinget tilgjengelighet som er brukt i denne oppgaven er ikke tidligere blitt brukt for å analysere tilgjengelighet i det norske jordbrukslandskapet. Indikatorene kan være av betydning for å monitorer det norsk jordbrukslandskapet i fremtidige studier og resultatene kan presenteres for beslutningstakere i norsk jordbruk. Metodene brukt i denne oppgaven vil kunne brukes til videre monitorering av synlighet og fortelle om hvordan gjengroing endrer synligheten i landet.

# Bibliografi

- Ala-Hulkko, T., Kotavaara, O., Alahuhta, J., Helle, P., and Hjort, J. (2016). Introducing accessibility analysis in mapping cultural ecosystem services. *Ecological Indicators*, 66:416–427.
- Bakkestuen, V., Dramstad, W., and Fjellstad, W. (2001). Landscape changes in multi-functional landscapes change multiple functions. In *Development of European Landscapes*, volume 1. International Association for Landscape Ecology (IALE), Institute of Geography University of Tartu.
- Bartie, P., Reitsma, F., Kingham, S., and Mills, S. (2011). Incorporating vegetation into visual exposure modelling in urban environments. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(5):851–868.
- Bayr, U., Puschmann, O., and Dramstad, W. (2017). Laserskanning kan gi informasjon om gjengroing på jordbruksareal.
- Bryn, A., Dourojeanni, P., Hemsing, L. Ø., and O'Donnell, S. (2013a). A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(1):81–98.
- Bryn, A., Flø, B. E., Daugstad, K., Dybedal, P., and Vinge, H. (2013b). Cultour-et forskningsprosjekt om reiseliv, kulturminner og gjengroing. sluttrapport og konferanserapport fra nfr-prosjektet cultour; cultural landscapes of tourism and hospitality.
- Castro, M., Iglesias, L., Sánchez, J. A., and Ambrosio, L. (2011). Sight distance analysis of highways using GIS tools. *Transportation research part C: emerging technologies*, 19(6):997–1005.
- Comber, A., Brunson, C., and Green, E. (2008). Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. *Landscape and Urban Planning*, 86(1):103–114.
- Dahlum, S. (2014). Indikator. <https://snl.no/indikator>. [Online; hentet 10/4/2017].



- De Smith, M. J., Goodchild, M. F., and Longley, P. (2007). *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Troubador Publishing Ltd.
- Delamater, P. L., Messina, J. P., Shortridge, A. M., and Grady, S. C. (2012). Measuring geographic access to health care: raster and network-based methods. *International journal of health geographics*, 11(1):15.
- Dramstad, W., Lågbu, R., Fjellstad, W., and Tomter, S. (2005). *En bærekraftig utvikling*. TemaNord. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Dramstad, W. E. (2005). *En bærekraftig utvikling: mulige indikatorer for jord-og skogbruk*. Nordic Council of Ministers.
- Dramstad, W. E., Fjellstad, W., and Puschmann, O. (2003). 3q-tilstandsovervåking og resultatkontroll i jordbrukets kulturlandskap. *NIJOS rapport*.
- Dramstad, W. E., Fjellstad, W., Strand, G.-H., Mathiesen, H. F., Engan, G., and Stokland, J. N. (2002). Development and implementation of the norwegian monitoring programme for agricultural landscapes. *Journal of Environmental management*, 64(1):49–63.
- Dramstad, W. E., Tveit, M. S., Fjellstad, W., and Fry, G. L. (2006). Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and urban planning*, 78(4):465–474.
- Eilertsen, A. (2011). Grafteori. I Store norske Leksikon. <https://snl.no/grafteori>. [Online; hentet 2/5/2018].
- El-Geneidy, A. M. and Levinson, D. M. (2006). Access to destinations: Development of accessibility measures.
- Ellis, G., Hunter, R., Tully, M. A., Donnelly, M., Kelleher, L., and Kee, F. (2016). Connectivity and physical activity: using footpath networks to measure the walkability of built environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1):130–151.
- Engan, G. (2012). 3q feltkontroll av flybildetolkning, 2. omdrev, 2004-2008. *NIBIO Rapport*.
- Engan, G. and Bentzen, F. (2017). 3q instruks for flybildetolkning. *NIBIO Rapport*, 3(123).
- Franch-Pardo, I., Cancer-Pomar, L., and Napoletano, B. M. (2017). Visibility analysis and landscape evaluation in martin river cultural park (aragon, spain) integrating biophysical and visual units. *Journal of Maps*, 13(2):415–424.

- Friluftsløven (1957). Friluftsløven. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1957-06-28-16>. Lov om friluftslivet, hentet 17.01.2018.
- Inostroza, L., König, H. J., Pickard, B., and Zhen, L. (2017). Putting ecosystem services into practice: Trade-off assessment tools, indicators and decision support systems.
- Jobe, R. T. and White, P. S. (2009). A new cost-distance model for human accessibility and an evaluation of accessibility bias in permanent vegetation plots in great smoky mountains national park, usa. *Journal of vegetation science*, 20(6):1099–1109.
- Joly, D., Brossard, T., Cavailhès, J., Hilal, M., Tourneux, F.-P., Tritz, C., and Wavresky, P. (2009). A quantitative approach to the visual evaluation of landscape. *Annals of the Association of American Geographers*, 99(2):292–308.
- Jones, E. E. (2006). Using viewshed analysis to explore settlement choice: A case study of the onondaga iroquois. *American Antiquity*, 71(3):523–538.
- Kartverket (2018a). Dtm 10 terrengmodell. Online; hentet 28februar 2018.
- Kartverket (2018b). Nasjonal detaljert høydemodell. Online; hentet 10 mars 2018.
- Klouček, T., Lagner, O., and Šímová, P. (2015). How does data accuracy influence the reliability of digital viewshed models? a case study with wind turbines. *Applied Geography*, 64:46–54.
- Koppen, G., Tveit, M. S., Sang, Å. O., and Dramstad, W. (2014). The challenge of enhancing accessibility to recreational landscapes. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 68(3):145–154.
- Krøgli, S. O., Dramstad, W. E., and Skar, B. (2015). World heritage and landscape change—heritage buildings and their changed visibility in the coastal landscape of vega, norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 69(3):121–134.
- La Rosa, D. (2014). Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context. *Ecological Indicators*, 42:122–134.
- Liu, Z. and Zhao, S. (2015). Characteristics of road network forms in historic districts of japan. *Frontiers of Architectural Research*, 4(4):296–307.
- Llobera, M., Fábrega-Álvarez, P., and Parcero-Oubiña, C. (2011). Order in movement: a GIS approach to accessibility. *Journal of Archaeological Science*, 38(4):843–851.
- Lubczonek, J. (2008). Application of GIS techniques in VTS radar stations planning. In *Radar Symposium, 2008 International*, pages 1–4. IEEE.

- Malmin, O. K., Arnesen, P., and Frøyen, Y. K. (2016). Mer presis modellering av gåing og grunnkretsinterne reiser i rtm. *SINTEF Rapport*.
- Miller, D. (2001). A method for estimating changes in the visibility of land cover. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4):93–106.
- Muhar, A. (2004). Quantification of public access to the landscape: Methods and case studies. In *Edinburgh College of Art: Open Space–People Space: International Conference for Inclusive Environments*, pages 27–29. Citeseer.
- NIBIO (2007). Et kulturlandskap i endring. Online; hentet 20 februar 2018.
- Nutsford, D., Reitsma, F., Pearson, A. L., and Kingham, S. (2015). Personalising the viewshed: Visibility analysis from the human perspective. *Applied Geography*, 62:1–7.
- R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Riggs, P. D. and Dean, D. J. (2007). An investigation into the causes of errors and inconsistencies in predicted viewsheds. *Transactions in GIS*, 11(2):175–196.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., and Slack, B. (2016). *The geography of transport systems*. Routledge.
- Sahraoui, Y., Clauzel, C., and Foltête, J.-C. (2016). Spatial modelling of landscape aesthetic potential in urban-rural fringes. *Journal of environmental management*, 181:623–636.
- Sander, H. A. and Manson, S. M. (2007). Heights and locations of artificial structures in viewshed calculation: How close is close enough? *Landscape and urban planning*, 82(4):257–270.
- Schjalm, A. (1999). Technical report, SSB.
- Skov-Petersen, H. (2001). Estimation of distance-decay parameters: Gis-based indicators of recreational accessibility. In *ScanGIS*, pages 237–258.
- St. meld. 18 (2015-2016). *Friluftsliv, 2015-2016*. Landbruks- og matdepartementet, Oslo.
- St. Meld. Nr. 11 (2016-2017). *Endring og utvikling*. Landbruks- og matdepartementet, Oslo.
- Statistisk sentralbyrå (2017). Strukturen i jordbruket. Online; hentet 15 februar 2018.

- Stokstad, G., Fjellstad, W. J., and Dramstad, W. (2016). Overvåking av jordbrukets kulturlandskap.
- Swetnam, R., Harrison-Curran, S., and Smith, G. (2016). Quantifying visual landscape quality in rural Wales: A GIS-enabled method for extensive monitoring of a valued cultural ecosystem service. *Ecosystem Services*.
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the detroit region. *Economic geography*, 46(sup1):234–240.
- Tveit, M., Ode, Å., and Fry, G. (2006). Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape research*, 31(3):229–255.
- Upchurch, C., Kuby, M., Zoldak, M., and Barranda, A. (2004). Using GIS to generate mutually exclusive service areas linking travel on and off a network. *Journal of Transport Geography*, 12(1):23–33.
- Van Leusen, M. (1999). Viewshed and cost surface analysis using GIS (cartographic modelling in a cell-based GIS II). *BAR International Series*, 757:215–224.
- Wheatley, D. (1995). Cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application. *Archaeology and GIS: A European Perspective*. London: Routledge, pages 171–86.
- White, D. A. and Barber, S. B. (2012). Geospatial modeling of pedestrian transportation networks: a case study from precolumbian oaxaca, mexico. *Journal of archaeological science*, 39(8):2684–2696.
- Wood, C. M., Smart, S. M., Bunce, R. G., Norton, L. R., Maskell, L. C., Howard, D. C., Scott, W. A., and Henrys, P. A. (2017). Long-term vegetation monitoring in great britain—the countryside survey 1978–2007 and beyond. *Earth System Science Data*, 9(2):445.



# Vedlegg



# Tillegg A

## Kode

```
# Birk J. Slipersæter
# Python 2.7.12
# For ArcMap 10.5

#####
# Tar inn flater som shapefiler og gjør de om til
# rastere. De blir deretter reklassifisert ut i
# fra en remap-tabell. Det samme gjelder linje
# og ferdselslinjene fra samme datagrunnlag.
# Klippes sammen med en DTM.
# De reklassifiserte filene brukes til å finne
# Cost distance og Viewshed.
#####

# Importerer nødvendige pakker
import arcpy
from arcpy import env
import os
from arcpy.sa import *

#gjør mulig å overskrive filer
arcpy.env.overwrite = True

#setter extent til å matche alle input
arcpy.env.extent = "MAXOF"

## Lokasjon av data og hvor de skal proseseres

sti = arcpy.GetParameterAsText(0) #lokasjon for lagring
```



```

a = arcpy.GetParameterAsText(1) #3Q A
fl = arcpy.GetParameterAsText(2) #3Q FL
l = arcpy.GetParameterAsText(3) #3Q L
dtm = arcpy.GetParameterAsText(4) #DTM raster
dist = arcpy.GetParameterAsText(5) #distanse mellom punkter
fra = arcpy.GetParameterAsText(6) #Hvor mange viewsheds som
      #skal produseres
til = arcpy.GetParameterAsText(7) # til hvor mange som skal produseres

```

```

#####
# Sjekker nødvendige GDBer finnes #
# Oppreter nye om det trengs      #
#####

```

```

#DB
if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb")):
    print ("DB.gdb finnes")
else:
    print ("DB.gdb finnes ikke, oppretter GDB")
    arcpy.CreateFileGDB_management(sti, "DB.gdb")

```

```

#Cost
if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Cost.gdb")):
    print ("Cost.gdb finnes")
else:
    print ("Cost.gdb finnes ikke, oppretter GDB")
    arcpy.CreateFileGDB_management(sti, "Cost.gdb")

```

```

#Endelig
if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb")):
    print ("Cost.gdb finnes")
else:
    print ("Cost.gdb finnes ikke, oppretter GDB")
    arcpy.CreateFileGDB_management(sti, "Final.gdb")

```

```

#####

```

```

#####
# Import av nødvendige filer til GDB #
#####

```

```

arcpy.conversion.FeatureClassToFeatureClass(a, os.path.join(sti, "DB.gdb"),
      "trek_a_o2_fireflater")
arcpy.conversion.FeatureClassToFeatureClass(fl, os.path.join(sti, "DB.gdb")

```

```

    , "trek_fl_o2_fireflater")
arcpy.conversion.FeatureClassToFeatureClass(1, os.path.join(sti, "DB.gdb"),
    "trek_l_o2_fireflater")
#arcpy.RasterToGeodatabase_conversion(dtm, os.path.join(sti, "DB.gdb"))

#####
# Velge en og en flate i datasettet #
#####

# søker gjennom datasettet A for å finne flatenummer

def flate_Nr(fil, felt):
    with arcpy.da.SearchCursor(fil, [felt]) as cursor:
        return sorted({row[0] for row in cursor})

flaterID = flate_Nr(a, "flatenr")

#velger kun flatene som er satt i arcmap
flaterID = flaterID[int(fra):int(til)]

# Shapefil som til featurelayer for analyse
arcpy.MakeFeatureLayer_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", "
    trek_a_o2_fireflater"), 'trek_a_o2_fireflater')

outworkspace = os.path.join(sti, "DB.gdb")
arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "DB.gdb")

ar = 0

#for hver flate som er valgt
for nr in flaterID:
    if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb", "Viewshed" + str(nr))
    ):
        ar = ar + 1
    else:
        if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb", "flate" + str(nr)
        )):
            #sjekker om den eksisterer for å ikke gjøre
            samme jobb to ganger
            ar = ar + 1

        else:
            obj = "flatenr=%s" % (nr)
            #velger

```

```

        flatenummer

outFeatureClass = os.path.join(outworkspace," flate"
    + str(nr)) #hvor det skal lagres

arcpy.SelectLayerByAttribute_management ("
    treq_a_o2_fireflater", "NEW_SELECTION", obj)
selectcount= int(arcpy.GetCount_management("
    treq_a_o2_fireflater").getOutput(0))
if selectcount != 0:
    arcpy.CopyFeatures_management('
        treq_a_o2_fireflater', outFeatureClass)
        #lagrer den ene flaten

arcpy.Delete_management('treq_a_o2_fireflater')

#####
# Velge en fra FL data #
#####

#legger til Vei i kart
arcpy.MakeFeatureLayer_management(os.path.join(sti,"DB.gdb","
    treq_fl_o2_fireflater"),'treq_fl_o2_fireflater')
outworkspace = os.path.join(sti,"DB.gdb")
arcpy.env.workspace = os.path.join(sti,"DB.gdb")

fl1 = 0

#velge ut forskjellige flater
for nr in flaterID:
    if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb","Viewshed" + str(nr))
        ):
        fl1 = fl1 + 1
    else:
        if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb","FL_VEI" + str(
            nr)))
            ):
            fl1 = fl1 + 1
        else:
            obj = "flatenr=%s" % (nr)

            outFeatureClass = os.path.join(outworkspace,"FL_VEI
                " + str(nr))

```

```

arcpy.SelectLayerByAttribute_management ( '
    treq_fl_o2_fireflater ', "NEW_SELECTION", obj)
selectcount= int(arcpy.GetCount_management( '
    treq_fl_o2_fireflater ').getOutput(0))
if selectcount != 0:
    arcpy.CopyFeatures_management( '
        treq_fl_o2_fireflater ', outFeatureClass)

arcpy.Delete_management( 'treq_fl_o2_fireflater ')

#####
# Velge fra L datasett #
#####

#legger til L i kart
arcpy.MakeFeatureLayer_management(os.path.join(sti,"DB.gdb","
    treq_l_o2_fireflater"),'treq_l_o2_fireflater ')

linje = 0

#for hver flate
for nr in flaterID:
    if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb","Viewshed" + str(nr))
        ):
        linje = linje + 1
    else:

        if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb","FL_LINJE" + str
            (nr))):
            #sjekker om det eksisterer
            linje = linje + 1

        else:

            obj = "flatenr=%s" % (nr)
            outworkspace = os.path.join(sti,"DB.gdb")
            outFeatureClass = os.path.join(outworkspace,"
                FL_LINJE" + str(nr))

            arcpy.SelectLayerByAttribute_management ( '
                treq_l_o2_fireflater ', "NEW_SELECTION", obj) #
                velger hver med samme flate nr

```

```

selectcount= int(arcpy.GetCount_management('
    treq_l_o2_fireflater ').getOutput(0))
if selectcount != 0:
    arcpy.CopyFeatures_management('
        treq_l_o2_fireflater ', outFeatureClass)

arcpy.Delete_management('trek_l_o2_fireflater ')

#####
# Generere starpunkt fra vei #
#####

arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "DB.gdb")

arcpy.MakeFeatureLayer_management(os.path.join(sti, "DB.gdb",
    trek_fl_o2_fireflater '), 'fl_linje') #legger til i kart

arcpy.GeneratePointsAlongLines_management('fl_linje', 'Points', 'DISTANCE',
    Distance= (str(dist) + '_meters'), Include_End_Points='END_POINTS') #
    lager punkter for hver distanse som er valgt

arcpy.MakeFeatureLayer_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", "Points"), '
    Points')

arcpy.AddField_management('Points', 'OFFSETA', 'DOUBLE') #legger til felt
    i hvert punkt for utsynshøyde (OFFSETA)

arcpy.CalculateField_management("Points", "OFFSETA", "1.7") #Setter høyde
    til 1.7 meter

fl = 0

for nr in flaterID:
    if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb", "Viewshed" + str(nr))
        ): #velger ut punkt til hver flate
        fl = fl + 1
    else:
        if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb", "punkt" + str(nr)
            )):
            fl = fl + 1
        else:
            obj = "flatenr=%s" % (nr)

```

```

                                                                    #lager
        sql spørring for alle nummer
outworkspace = os.path.join(sti, "DB.gdb")

                                                                    #hvor den nye filen skal skrives til
outFeatureClass = os.path.join(outworkspace, "punkt"
+ str(nr)) #
        hva punktene skal hete som nye filer

arcpy.SelectLayerByAttribute_management ('Points',
"NEW.SELECTION", obj) #velger ut
        punkter som matcher sql spørringen
selectcount= int(arcpy.GetCount_management('Points'
).getOutput(0)) #teller
        antall treff
if selectcount != 0:

                                                                    #om det
        er treff:
                arcpy.CopyFeatures_management('Points',
                outFeatureClass)
                #skrives ny fil med de
                valgte punktene

arcpy.Delete_management('fl_linje')

arcpy.Delete_management('Points')

#####
# funksjon for å velge a1 områder som kan sees i flaten #
# Tar inn tre paramtre: 3Q flaten A, viewshed for samme #
# flate og IDen til gjeldende flate #
#####

def a1 (tre_q, viewshed, id):
        #setter alle flater i 3Q som har A1 til verdi 1 og alle andre
        flater til 0
        outCon2 = Con(tre_q, 1, 0, "q_atype1_LIKE_ 'A1%'")

        #setter alle flater som ikke kan sees i viewshed til 1 og alle
        andre til 0
        outCon = Con(viewshed, 1, 0, "value_ =_0")

```

```

# setter områder som ikke kan sees og som har A1 til 1 og alle
  andre til 99
outConBegge = Con(((outCon == 1) & (outCon2 == 1)), 1, 99)

# lagrer flaten i Final
outConBegge.save(os.path.join(sti, "Final.gdb", str("aluInnsyn") +
  id))

#sletter filer
del outCon2
del outCon
del outConBegge

return;

#
#####

#funksjon for å berenge andelen som kan sees i hver flate
#
#Tar inn areal (polygon), fl(linje), l(linje), dtm (raster), nr(int) og
  filbane(text) #
#
#####

def costFunksjon (a , fl , l, punkt, dtm, nr, sti):

# fl line til raster
arcpy.PolylineToRaster_conversion(fl , "q_fltype",os.path.join(sti ,
  "Cost.gdb", str("FL-Raster") + nr), "", "", 1)
# l line til raster
arcpy.PolylineToRaster_conversion(l, "q_ltype", os.path.join(sti , "
  Cost.gdb",str("FL_line-Raster") + nr), "", "", 1)

# a polygon til raster
arcpy.PolygonToRaster_conversion (a, "q_atype1",os.path.join(sti , "
  Cost.gdb", str("raster") + nr) , "MAXIMUMAREA", "", 1)

#Verdier som skal brukes til reklassifiseringen av A
Aremap = RemapValue([[ "A1BE" , 0],[ "A1BR" , 0],[ "A1EN" , 0],[ "A1GR" ,

```

```

0],[ "A1IN", 0],[ "A1KO", 0],[ "A1NA", 0],[ "A1NY", 0],[ "A1PL", 0],[
" A1UB", 0],[ "A2AL", 0],[ "A2BU", 2],[ "A2FR", 2],[ "A2JO", 0],[ "
A2PL", 0],[ "A2UB", 0],[ "A2VE", 12],[ "A3BE", 0],[ "A3BB", 10],[ "
A3BS", 2],[ "A3BT", 10],[ "A3EN", 0],[ "A3IN", 0],[ "A3JS", 2],[ "
A3JT", 10],[ "A3KR", 1],[ "A3PL", 0],[ "A3SB", 2],[ "A3ST", 2],[ "
A3TT", 10],[ "A4BB", 10],[ "A4BE", 0],[ "A4BS", 2],[ "A4BT", 10],[ "
A4EN", 0],[ "A4KR", 1],[ "A4KS", 2],[ "A4KT", 10],[ "A4PL", 0],[ "
A4SB", 1],[ "A4ST", 2],[ "A4TT", 10],[ "B1BL", 0],[ "B1FJ", 0],[ "
B1GR", 0],[ "B2DY", 1],[ "B2FI", 0],[ "B2JO", 0],[ "B2TI", 0],[ "B2TO
", 0],[ "F1BB", 10],[ "F1BE", 0],[ "F1BS", 0],[ "F1KR", 1],[ "F1PL",
0],[ "F1SB", 1],[ "F1VI", 0],[ "F1TT", 10],[ "F1VB", 10],[ "F1ST"
,2],[ "F1BT", 10],[ "F1KS", 2],[ "F1KT", 2],[ "F2EI", 0],[ "F2GR", 0],[ "
F2LA", 0],[ "F2PL", 0],[ "F2RA", 0],[ "F2RI", 0],[ "F2VI", 1],[ "F2SK
", 3],[ "F3DR", 0],[ "F3ST", 0],[ "F4BR", 0],[ "F4GA", 0],[ "F4HO",
0],[ "F4VI", 0],[ "F5BE", 0],[ "F5BS", 2],[ "F5BT", 10],[ "F5JS",
2],[ "F5JT", 10],[ "F5KS", 2],[ "F5KT", 10],[ "F5PL", 0],[ "F5ST",
2],[ "F5TT", 10],[ "IK", 0],[ "M1BU", 1],[ "M1GR", 0],[ "M1RI", 0],[ "
M1SU", 0],[ "M1MY", 0],[ "M2BU", 1],[ "M2SU", 0],[ "S1LA", 15],[ "
S1BJ", 15],[ "S1ED", 15],[ "S1OR", 15],[ "S2BL", 15],[ "S2BJ", 15],[ "
S2ED", 15],[ "S2LA", 15],[ "S2OR", 15],[ "S3BA", 15],[ "S3BL", 15],[
" S3FU", 15],[ "S3GR", 15],[ "S4BA", 15],[ "S4BL", 15],[ "S4FU",
15],[ "S4GR", 15],[ "U1BI", 0],[ "U1FL", 0],[ "U1GR", 0],[ "U1JE",
0],[ "U1MO", 0],[ "U1PA", 0],[ "U1SY", 0],[ "U1TR", 0],[ "U2BG", 8],[
" U2BO", 8],[ "U2FG", 12],[ "U2FO", 12],[ "U2IG", 12],[ "U2IN", 12],[
" U2TG", 12],[ "U2TU", 12],[ "U3GJ", 0],[ "U3LA", 5],[ "U3SK", 5],[ "
U3TI", 5],[ "U3TO", 0],[ "U4CA", 0],[ "U4DU", 0],[ "U4GJ", 3],[ "U4LA
", 0],[ "U4GO", 0],[ "U4HA", 0],[ "U4ID", 0],[ "U4KL", 0],[ "U4TR"
,8],[ "U4TO", 5],[ "U4TI", 5],[ "U4SO", 5],[ "U4SK", 5],[ "U5BR",
5],[ "U5BY", 8],[ "U5DA", 0],[ "U5GR", 5],[ "U5HA", 0],[ "U5KL", 0],[
" U5LE", 0],[ "U5NA", 0],[ "U5RO", 5],[ "U5SO", 5],[ "U5TO", 0],[ "
U6AL", 0],[ "U6BA", 0],[ "U6CA", 0],[ "U6GO", 0],[ "U6HA", 0],[ "U6HO
", 0],[ "U6ID", 0],[ "U6LE", 0],[ "U6RA", 0],[ "U6SK", 0],[ "U6TR",
8],[ "V1EL", 0],[ "V1KA", 0],[ "V1TJ", 0],[ "V2IS", 0],[ "V2SN", 0],[
" V3SA", 0]])

```

*#reklassifiserer A basert på Aremap.*

```

AoutReclassify = Reclassify(os.path.join(sti, "Cost.gdb",str("
raster") + nr ), "q_atype1", Aremap, "NODATA")

```

*#remapper FL*

```

FLremap = RemapValue([[ "TBI", 0],[ "TGA", 0],[ "TST", 0]])
FLoutReclassify = Reclassify( os.path.join(sti, "Cost.gdb",str("
FL_Raster") + nr ), "q_fltype", FLremap, "NODATA")

```

*#remapper L*



```

FL_Lineremap = RemapValue ([[ "LST" , 0 ], [ "LSG" , 1 ], [ "LGJ" , 2 ], [ "LTR"
    , 15 ], [ "LBU" , 1 ], [ "LVE" , 3 ], [ "LTE" , 0 ], [ "LGR" , 0 ], [ "LBE" , 0 ], [ "LLE" , "
    NODATA" ]])
LoutReclassify = Reclassify( os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("
    FL_line_Raster") + nr ) , "q_ltype" , FL_Lineremap , "NODATA" )

#con: Områder der det ikke er Fl blir erstattet med L elementer
outCon = Con(IsNull(FLoutReclassify) , LoutReclassify ,
    FLoutReclassify)

#Con der det ikke er FL eller L elementer i rasteren
outCon2 = Con(IsNull(outCon) , AoutReclassify , outCon)
outCon2.save(os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("Veiremap") + nr))

#dissolver flaten slik at det kun er selve flaten basert på flate
nr
arcpy.Dissolve_management(a , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("
    omriss") + nr) , 'flatenr')

#buffer rundt selve flaten slik at man får med rasterceller rundt
flaten
arcpy.Buffer_analysis( os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("omriss")
    + nr) , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("buffer") + nr) , "20_
    meters" , "" , "" , "ALL" , "" )

#klipper ut omrisset og bufferen rundt flaten for å kunne gjøre den
til en gang en celler
arcpy.Clip_management(dtm , '#' , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , "
    terreng" + nr) , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , str("buffer") +
    nr) , '' , 'ClippingGeometry')

#resampler DTM'en i den ene flaten til 1 gang en 1 meter
arcpy.Resample_management(os.path.join(sti , "Cost.gdb" , "terreng" +
    nr) , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , 'enXen' + nr) , "1_1" , "
    BILINEAR" )

# klipper til en gang en meteren til flaten
arcpy.Clip_management(os.path.join(sti , "Cost.gdb" , 'enXen' + nr) ,
    '#' , os.path.join(sti , "Cost.gdb" , "bakkehoyde" + nr) , os.path.
    join(sti , "Cost.gdb" , str("omriss") + nr) , '' , 'ClippingGeometry')

# Legger til høyden fra overflateobjektene til høyden

```

```

outRas = Raster(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("Veiremap") + nr))
          + Raster(os.path.join(sti, "Cost.gdb", "bakkehoyde" + nr))

# generer viewshed bassert på punktene og DOMen
out_raster = Viewshed(outRas, os.path.join(sti, "DB.gdb", str("
punkt") + nr))
out_raster.save(os.path.join(sti, "Final.gdb", str("Viewshed") + nr
))

# finner områder med a1 (dyrka mark) som ikke blir sett fra veien
a1(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("raster") + nr), out_raster,
nr)

#####
# For å finne fysisk tilgjengelig areal
#
# Merk: Vektene i Areamap, FLremap, Lreamp må endres først #
#####

cost = CostDistance(punkt, outCon2, 99999998) #,200, os.path.join(sti,
"Final.gdb", "backlink" + nr)) #bruker punktene fra matchende raster
til å lage en cost distance
cost.save(os.path.join(sti, "Final.gdb", "Cost" + nr)) #lagrer
filen

cost2 = CostDistance(punkt, outRas, 10000) #,200, os.path.join(sti,
"Final.gdb", "backlink" + nr)) #bruker punktene fra matchende
raster til å lage en cost distance
cost2.save(os.path.join(sti, "Final.gdb", "Grense" + nr)) #lagrer
filen

outCon3 = Con(cost, 1, "", "VALUE_>=0") #setter alle områ
der under Value til å bli 1
outCon3.save(os.path.join(sti, "Final.gdb", "area" + nr)) #lagrer
filen

#Lager outline av flaten for å finne innfartsårer
arcpy.Dissolve_management(a, os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("
omriss") + nr), 'flatenr')

#dissolver for å kun ha omrisset
arcpy.PolygonToLine_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("

```

```

    omriss") + nr), "outline" + nr)

#lager featurelayer
punktLyr = arcpy.MakeFeatureLayer_management(punkt, "punktLyr")

#finner punkter som intersecter omrisset
arcpy.SelectLayerByLocation_management(punktLyr, 'intersect', os.
    path.join(sti, "DB.gdb", "outline" + nr), '', "NEW_SELECTION")

result = arcpy.GetCount_management(punktLyr)
count = int(result.getOutput(0))

#sletter filer som ikke blir brukt eller gir noe mer til analysen
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("
    FL_Raster") + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("
    FL_line_Raster") + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("raster"
    + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("buffer"
    + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("terreng"
    ) + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("
    bakkehoyde") + nr))

arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("Veiremap
    ") + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("omriss")
    + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "Cost.gdb", str("enXen")
    + nr))

arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", str("FL-LINJE")
    + nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", str("FL-VEI") +
    nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", str("flate") +
    nr))
arcpy.Delete_management(os.path.join(sti, "DB.gdb", str("punkt") +
    nr))

del outRas
del out_raster

```

```

del Aremap
del AoutReclassify
del outCon2
del outCon
del FL_Lineremap
del LoutReclassify

return;

arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "DB.gdb")

feature_classes = ()
feature_classes = arcpy.ListFeatureClasses("flate*")    # velger flater som
                er generert i mappen

#lagrer filer som mangler FL
uten_FL_List = []

for fc in feature_classes:    #sjekker om FL filen finnes
    if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "DB.gdb", "FL_VEI" + fc[-4:])):
        if arcpy.Exists(os.path.join(sti, "Final.gdb", "Viewshed" +
            fc[-4:])): #sjekker om viewshed er laget allerede
            print('viewshed skapt allerede')

        else:
            try: #kjører funksjonen over
                costFunksjon(os.path.join(sti, "DB.gdb", fc)
                    , os.path.join(sti, "DB.gdb", "FL_VEI" +
                    fc[-4:]), os.path.join(sti, "DB.gdb", "
                    FL_LINJE" + fc[-4:]), os.path.join(sti, "
                    DB.gdb", "punkt" + fc[-4:]), dtm, str(fc
                    [-4:]), sti)

            except:
                pass

        uten_FL_List.append(fc[-4:]) # legger til i liste om ikke
            FL finnes

#Skriver manglende filer til txt fil

```

```

#####
# Eksportere størrelse #
#####
arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "Final.gdb")

rastList = arcpy.ListRasters("aluInnsyn*") #lister rastere i katalog

dictArea = {}

NonVArea = {}
for raster in rastList:
    with arcpy.da.SearchCursor(raster, "Count", "Value_<=1") as cursor:
        #søker gjennom filene og velger ut alle områder med verdi 1
        for row in cursor:
            #skriver inn verdiene
            NonVArea[raster[-4:]] = int(row[0])

#####
# Lager fil #
#####

env = arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "Final.gdb")

#sletter tabellen om den eksisterer allerede
if arcpy.Exists("ViewshedA1"):
    print ("ViewshedA1.dbf_filen finnes allerede")
    arcpy.Delete_management("ViewshedA1.dbf")
    print("Sletter viewshed")
    arcpy.CreateTable_management(env, "ViewshedA1")
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'flate', 'DOUBLE')
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'size', 'DOUBLE')
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'totalA1', 'DOUBLE')

else:
    arcpy.CreateTable_management(env, "ViewshedA1")
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'flate', 'DOUBLE')
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'size', 'DOUBLE')
    arcpy.AddField_management('ViewshedA1', 'totalA1', 'DOUBLE')

cursor = arcpy.da.InsertCursor("ViewshedA1", ['flate', 'size'])

```

```

#skriver inn verdier i tabell
if arcpy.Exists("ViewshedA1"):
    for key, value in NonVArea.items():
        cursor.insertRow((key, value))

del cursor

#lager tabell til excel
arcpy.TableToExcel_conversion('ViewshedA1', os.path.join(sti, 'ViewshedA1.
    xls'))

#####
# Eksportere størrelse #
#####

arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "Final.gdb")

rastList = arcpy.ListRasters("Viewshed*") #lister rastere i katalog

dictArea = {}

NonVArea = {}
for raster in rastList:
    with arcpy.da.SearchCursor(raster, "Count", "Value <= 0") as cursor:
        for row in cursor:

            NonVArea[raster[-4:]] = int(row[0])

#####
# Lager fil #
#####

env = arcpy.env.workspace = os.path.join(sti, "Final.gdb")

if arcpy.Exists("Viewshed"):
    print ("Viewshed.dbf_filen finnes allerede")
    arcpy.Delete_management("Viewshed.dbf")
    print("Sletter viewshed")
    arcpy.CreateTable_management(env, "Viewshed")
    arcpy.AddField_management('Viewshed', 'flate', 'DOUBLE')

```

```

arcpy.AddField_management('Viewshed', 'size', 'DOUBLE')

else:
    arcpy.CreateTable_management(env, "Viewshed")
    arcpy.AddField_management('Viewshed', 'flate', 'DOUBLE')
    arcpy.AddField_management('Viewshed', 'size', 'DOUBLE')

cursor = arcpy.da.InsertCursor("Viewshed", ['flate', 'size'])

#skriver inn verdi i tabell
if arcpy.Exists("Viewshed"):
    for key, value in NonVArea.items():
        cursor.insertRow((key, value))

del cursor

#lager tabell til excel
arcpy.TableToExcel_conversion('Viewshed', os.path.join(sti, 'Viewshed.xls'))

```

# Tillegg B

## Vekting

### B.1 Motstand for fysisk tilgjengelig areal

Tabell B.1: Motstandsverdi for analysen av motstandsbetinget areal.

Kode	Typebeskrivelse	Motstand
U1BI	Bilvei	1
U1GR	Grusvei	1
U1SY	Sykelsti og gangvei	1
U1TR	Traktorvei	1
U4HA	Hage og park	3
U4TR	Tredekte hage- og parkanlegg	3
U6HA	Åpne hage- og parkanlegg	3
U6LE	Lekeplass	3
U6RA	Rasteplass	3
U6TR	Tredekte hage- og parkanlegg	3
A2AL	Allsidig hagebruksareal	10
A2BU	Busker og frukttrær	10
A2FR	Frukttrær/trær i planteskole	10
A2JO	Jordbær/stauder i planteskole	10
A2PL	Plast- og fiberdukareal	10
A2UB	Ubestemt hagebruksareal	10
B1FJ	Fjell i dagen	10
U1PA	Parkeringsplass	10
U3NA	Naken jord etter anlegg	10
U5NA	Naken jord etter anlegg	10
F2RA	Rabber og grunnlendte knauser	15
F3DR	Driftvoll- og strandknausvegetasjon	15



U4CA	Campingplass	15
U6CA	Campingplass	15
U6ID	Idrettsplass	15
U4ID	Idrettsanlegg	16
B2FI	Finkorna elve- og strandavsetning	17
B2JO	Jord, leire, sand og grus	17
F1BE	Utmarksbeite	20
F2GR	Gras- og urterik vegetasjon	20
F5BE	Utmarksbeite	20
U3HA	Havneområde	20
U3KI	Kirkegård og gravplass	20
U5HA	Havneområde	20
U6AL	Alpinbakke	20
F2LA	Lavmark	25
F3ST	Strandenger	25
B1GR	Grovsteina elve- og strandavsetning	30
B2DY	Sanddyner	30
U4GJ	Gjødseldeponi	30
A3BE	Beitemark	33
A3EN	Beita kultureng	33
A3PL	Beitemark med plantefelt	33
A3ST	Beitemark med spredte trær	33
A3TT	Beitemark med trær	33
A4BE	Usikker beitemark	33
A4EN	Kultureng med usikker hevdstatus	33
A4TT	Usikker beitemark med trær	33
B1BL	Blokkmark	33
F1ST	Villeng med spredte trær	33
F1VI	Villeng	33
F2RI	Risheier og lyngheier	40
A3BB	Beitemark med busker og trær	45
A3BS	Beitemark med busker og spredte trær	45
A3BT	Beitemark med busker og trær	45
A4BS	Usikker beitemark med busker og spredte trær	45
A4BT	Usikker beitemark med busker og trær	45
A4SB	Usikker beitemark med spredte busker	45
F1BB	Utmarksbeite med busker og trær	45
F1BS	Villeng med busker og spredte trær	45
F1BT	Villeng med busker og trær	45
F1SB	Villeng med spredte busker	45
F2PL	Heivegetasjon med plantefelt	45
F4BR	Skogbrann	45
F4GA	Hogstgater	45
F4HO	Hogstflater og hogstgater	45
F5BS	Utmarksbeite med busker og spredte trær	45

F5BT	Utmarksbeite med busker og trær	45
F5KT	Utmarksbeite med kratt og trær	45
F5PL	Utmarksbeite med plantefelt	45
F5ST	Utmarksbeite med spredte trær	45
F5TT	Utmarksbeite med trær	45
S1BJ	Bjørkedominert lauvskog	45
S1ED	Edellauvskog	45
S1LA	Lauvskog	45
S1OR	Oredominert lauvskog	45
S2BJ	Bjørkedominert lauvskog med bartreinnslag	45
S2BL	Blandingsskog	45
S2ED	Edellauvskog med bartreinnslag	45
S2LA	Uspesifisert lauvskog med bartreinnslag	45
S2OR	Oredominert lauvskog med bartreinnslag	45
S3BA	Barskog	45
S3BL	Barblandingsskog med lauvtreinnslag	45
S3FU	Furudominert barskog med lauvtreinnslag	45
S3GR	Grandominert barskog med lauvtreinnslag	45
S4BA	Uspesifisert barskog	45
S4BL	Barblandingsskog	45
S4FU	Furudominert barskog	45
S4GR	Grandominert barskog	45
A4KR	Usikker beitemark med busk- og krattvegetasjon	45
M1BU	Myr og sump med busker og trær	50
M1GR	Gras- og starrmyr	50
A4BB	Usikker beitemark med busker og trær	55
A3KR	Beitemark med busk- og krattvegetasjon	55
A3KS	Beitemark med kratt og spredte trær	55
A3KT	Beitemark med kratt og trær	55
A3SB	Beitemark med spredte busker	55
A4KS	Usikker beitemark med kratt og spredte trær	55
A4KT	Usikker beitemark med kratt og trær	55
A4PL	Usikker beitemark med plantefelt	55
A4ST	Usikker beitemark med spredte trær	55
F1KT	Villeng med kratt og trær	55
F1PL	Villeng med plantefelt	55
F1TT	Villeng med trær	55
F1VB	Villeng med busker og trær	55
F5KS	Utmarksbeite med kratt og spredte trær	55
M1MY	Myr og sump	55
M1PL	Myr med plantefelt	55
A4JS	Usikker beitemark med tett kratt og spredte trær	70
A3JS	Beitemark med tett kratt og spredte trær	70
A3JT	Beitemark med tett kratt og trær	70
A4JT	Usikker beitemark med tett kratt og trær	70

F1JS	Villeng med tett kratt og spredte trær	70
F1JT	Villeng med tett kratt og trær	70
F1KR	Villeng med busk- og krattvegetasjon	70
F1KS	Villeng med kratt og spredte trær	70
F2EI	Einerkratt	70
F5JS	Utmarksbeite med tett kratt og spredte trær	70
F5JT	Utmarksbeite med tett kratt og trær	70
F2SK	Småvokst skog	75
B2TI	Tidevannssone	85
B2TO	Torv	85
F2VI	Vierkratt	85
F4VI	Vindfall, ras og skogbrann	85
M1RI	Rismyr	85
M1SU	Sump	85
M2BU	Strandsump med busker og trær	85
U5TO	Torvtak	85
A3IN	Beitemark med innhegning	90
M2SU	Strandsump	90
V2IS	Blåis	95
V2SN	Snø og blåis	95
A1*	Dyrket mark	Barriere (999999)
A1BE	Kultureng med beite	Barriere (999999)
A1BR	Brakklagt fulldyrka mark	Barriere (999999)
A1EN	Kultureng	Barriere (999999)
A1FU	Fulldyrka mark	Barriere (999999)
A1GR	Grønnsaker	Barriere (999999)
A1IN	Fulldyrka mark med innhegning	Barriere (999999)
A1KO	Korn og oljevekser	Barriere (999999)
A1NA	Åker med naken jord	Barriere (999999)
A1NY	Nybrott	Barriere (999999)
A1PL	Fulldyrka mark med plantefelt	Barriere (999999)
A1UB	Ubestemt fulldyrka mark	Barriere (999999)
IK	Ikke kartlagt	Barriere (999999)
U1FL	Flyplass	Barriere (999999)
U1JE	Jernbane	Barriere (999999)
U1MO	Motorvei	Barriere (999999)
U2BG	Boligbebyggelse med grøntareal	Barriere (999999)
U2BO	Boligbebyggelse	Barriere (999999)
U2FG	Forsamlingslokaler med grøntareal	Barriere (999999)
U2FO	Forsamlingslokaler	Barriere (999999)
U2IG	Industri- og handelsområder med grøntareal	Barriere (999999)
U2IN	Industri- og handelsområder	Barriere (999999)
U2TG	Gårdstun med grøntareal	Barriere (999999)
U2TU	Gårdstun	Barriere (999999)
U3BY	Byggeplass	Barriere (999999)

U3DA	Damanlegg	Barriere (999999)
U3GJ	Gjødseldeponi	Barriere (999999)
U3LA	Lagringsplass	Barriere (999999)
U3RO	Rørgate	Barriere (999999)
U3SK	Skrotplass	Barriere (999999)
U3TI	Steintipp/steinrøys	Barriere (999999)
U3TO	Tømmervelteplass	Barriere (999999)
U4DU	Dumpingplass for maskiner og redskap	Barriere (999999)
U4GO	Golfbane	Barriere (999999)
U4KL	Kloakkrenseanlegg	Barriere (999999)
U4LA	Lagringsplass	Barriere (999999)
U4SK	Skrotplass	Barriere (999999)
U4SO	Søppelfylling	Barriere (999999)
U4TI	Steintipp/-fylling	Barriere (999999)
U4TO	Tømmervelteplass	Barriere (999999)
U5BR	Steinbrudd og masseuttak	Barriere (999999)
U5BY	Byggeplass	Barriere (999999)
U5DA	Damanlegg	Barriere (999999)
U5GR	Grustak og sandtak	Barriere (999999)
U5KL	Kloakkrenseanlegg	Barriere (999999)
U5LE	Leirtak og jordtak	Barriere (999999)
U5RO	Rørgate	Barriere (999999)
U5SO	Søppelfylling	Barriere (999999)
U6BA	Svømmebasseng	Barriere (999999)
U6GO	Golfbane	Barriere (999999)
U6HO	Hoppbakke	Barriere (999999)
U6SK	Skytebane	Barriere (999999)
V1DA	Gårdsdammer og kunstige dammer	Barriere (999999)
V1EL	Elver og bekker	Barriere (999999)
V1KA	Kanal	Barriere (999999)
V1PY	Vannpytter	Barriere (999999)
V1TJ	Tjern, innsjøer og dammer	Barriere (999999)
V3SA	Saltvann og brakkvann	Barriere (999999)
A2VE	Veksthus	Barriere (999999)

## B.2 Høyde for arealklasser

Tabell B.2: Høydeverdi for analysen av motstandsbebetet areal.

Kode	Typebeskrivelse	Motstand
A1*	Jordbruksareal	0
A1BE	Kultureng med beite	0

A1BR	Brakklagt fulldyrka mark	0
A1EN	Kultureng	0
A1FU	Fulldyrka mark	0
A1GR	Grønnsaker	0
A1IN	Fulldyrka mark med innhegning	0
A1KO	Korn og oljevekser	0
A1NA	Åker med naken jord	0
A1NY	Nybrott	0
A1PL	Fulldyrka mark med plantefelt	0
A1UB	Ubestemt fulldyrka mark	0
A2AL	Allsidig hagebruksareal	0
A2JO	Jordbær/stauder i planteskole	0
A2PL	Plast- og fiberdukareal	0
A2UB	Ubestemt hagebruksareal	0
A3BE	Beitemark	0
A3EN	Beita kultureng	0
A3IN	Beitemark med innhegning	0
A3PL	Beitemark med plantefelt	0
A4BE	Usikker beitemark	0
A4EN	Kultureng med usikker hevdstatus	0
A4PL	Usikker beitemark med plantefelt	0
B1BL	Blokkmark	0
B1FJ	Fjell i dagen	0
B1GR	Grovsteina elve- og strandavsetning	0
B2FI	Finkorna elve- og strandavsetning	0
B2JO	Jord, leire, sand og grus	0
B2TI	Tidevannssone	0
B2TO	Torv	0
F1BE	Utmarksbeite	0
F1PL	Villeng med plantefelt	0
F1VI	Villeng	0
F2EI	Einerkratt	0
F2GR	Gras- og urterik vegetasjon	0
F2LA	Lavmark	0
F2PL	Heivegetasjon med plantefelt	0
F2RA	Rabber og grunnlendte knauser	0
F2RI	Risheier og lyngheier	0
F3DR	Driftvoll- og strandknausvegetasjon	0
F3ST	Strandenger	0
F4BR	Skogbrann	0
F4GA	Hogstgater	0
F4HO	Hogstflater og hogstgater	0
F4VI	Vindfall, ras og skogbrann	0
F5BE	Utmarksbeite	0
F5PL	Utmarksbeite med plantefelt	0

IK	Ikke kartlagt	0
M1GR	Gras- og starrmyr	0
M1MY	Myr og sump	0
M1PL	Myr med plantefelt	0
M1RI	Rismyr	0
M1SU	Sump	0
M2SU	Strandsump	0
U1BI	Bilvei	0
U1FL	Flyplass	0
U1GR	Grusvei	0
U1JE	Jernbane	0
U1MO	Motorvei	0
U1PA	Parkeringsplass	0
U1SY	Sykelsti og gangvei	0
U1TR	Traktorvei	0
U2TU	Gårdstun	0
U3DA	Damanlegg	0
U3GJ	Gjødseldeponi	0
U3HA	Havneområde	0
U3KI	Kirkegård og gravplass	0
U3NA	Naken jord etter anlegg	0
U4CA	Campingplass	0
U4DU	Dumpingplass for maskiner og redskap	0
U4GO	Golfbane	0
U4HA	Hage og park	0
U4ID	Idrettsanlegg	0
U4KL	Kloakkrenseanlegg	0
U4LA	Lagringsplass	0
U5DA	Damanlegg	0
U5HA	Havneområde	0
U5KL	Kloakkrenseanlegg	0
U5LE	Leirtak og jordtak	0
U5NA	Naken jord etter anlegg	0
U5TO	Torvtak	0
U6AL	Alpinbakke	0
U6BA	Svømmebasseng	0
U6CA	Campingplass	0
U6GO	Golfbane	0
U6HA	Åpne hage- og parkanlegg	0
U6HO	Hoppbakke	0
U6ID	Idrettsplass	0
U6LE	Lekeplass	0
U6RA	Rasteplass	0
U6SK	Skytebane	0
V1DA	Gårdsdammer og kunstige dammer	0

V1EL	Elver og bekker	0
V1KA	Kanal	0
V1PY	Vannpytter	0
V1TJ	Tjern, innsjøer og dammer	0
V2IS	Blåis	0
V2SN	Snø og blåis	0
V3SA	Saltvann og brakkvann	0
B2DY	Sanddyner	1
A3KR	Beitemark med busk- og krattvegetasjon	1
A4KR	Usikker beitemark med busk- og krattvegetasjon	1
A4SB	Usikker beitemark med spredte busker	1
F1KR	Villeng med busk- og krattvegetasjon	1
F1SB	Villeng med spredte busker	1
F2VI	Vierkratt	1
M1BU	Myr og sump med busker og trær	1
M2BU	Strandsump med busker og trær	1
A3SB	Beitemark med spredte busker	2
A2BU	Busker og frukttrær	2
A2FR	Frukttrær/trær i planteskole	2
A3BS	Beitemark med busker og spredte trær	2
A3JS	Beitemark med tett kratt og spredte trær	2
A3KS	Beitemark med kratt og spredte trær	2
A3ST	Beitemark med spredte trær	2
A4BS	Usikker beitemark med busker og spredte trær	2
A4JS	Usikker beitemark med tett kratt og spredte trær	2
A4KS	Usikker beitemark med kratt og spredte trær	2
A4ST	Usikker beitemark med spredte trær	2
F1BS	Villeng med busker og spredte trær	2
F1JS	Villeng med tett kratt og spredte trær	2
F1ST	Villeng med spredte trær	2
F5BS	Utmarksbeite med busker og spredte trær	2
F5JS	Utmarksbeite med tett kratt og spredte trær	2
F5KS	Utmarksbeite med kratt og spredte trær	2
F5ST	Utmarksbeite med spredte trær	2
F2SK	Småvokst skog	3
U4GJ	Gjødseldeponi	3
U3LA	Lagringsplass	5
U3RO	Rørgate	5
U3SK	Skrotplass	5
U3TI	Steintipp/steinrøys	5
U3TO	Tømmervelteplass	5
U4SK	Skrotplass	5
U4SO	Søppelfylling	5
U4TI	Steintipp/-fylling	5
U4TO	Tømmervelteplass	5

U5BR	Steinbrudd og masseuttak	5
U5GR	Grustak og sandtak	5
U5RO	Rørgate	5
U5SO	Søppelfylling	5
U2BG	Boligbebyggelse med grøntareal	8
U2BO	Boligbebyggelse	8
U3BY	Byggeplass	8
U4TR	Tredekte hage- og parkanlegg	8
U5BY	Byggeplass	8
U6TR	Tredekte hage- og parkanlegg	8
A3BB	Beitemark med busker og trær	10
A3BT	Beitemark med busker og trær	10
A3JT	Beitemark med tett kratt og trær	10
A3KT	Beitemark med kratt og trær	10
A3TT	Beitemark med trær	10
A4BB	Usikker beitemark med busker og trær	10
A4BT	Usikker beitemark med busker og trær	10
A4JT	Usikker beitemark med tett kratt og trær	10
A4KT	Usikker beitemark med kratt og trær	10
A4TT	Usikker beitemark med trær	10
F1BB	Utmarksbeite med busker og trær	10
F1BT	Villeng med busker og trær	10
F1JT	Villeng med tett kratt og trær	10
F1KS	Villeng med kratt og spredte trær	10
F1KT	Villeng med kratt og trær	10
F1TT	Villeng med trær	10
F1VB	Villeng med busker og trær	10
F5BT	Utmarksbeite med busker og trær	10
F5JT	Utmarksbeite med tett kratt og trær	10
F5KT	Utmarksbeite med kratt og trær	10
F5TT	Utmarksbeite med trær	10
A2VE	Veksthus	12
S2LA	Uspesifisert lauvskog med bartreinnslag	12
S2OR	Oredominert lauvskog med bartreinnslag	12
U2FG	Forsamlingslokaler med grøntareal	12
U2FO	Forsamlingslokaler	12
U2IG	Industri- og handelsområder med grøntareal	12
U2IN	Industri- og handelsområder	12
U2TG	Gårdstun med grøntareal	12
S1BJ	Bjørkedominert lauvskog	15
S1ED	Edellauvskog	15
S1LA	Lauvskog	15
S1OR	Oredominert lauvskog	15
S2BJ	Bjørkedominert lauvskog med bartreinnslag	15
S2BL	Blandingsskog	15



S2ED	Edellauvskog med bartreinnslag	15
S3BA	Barskog	15
S3BL	Barblandingsskog med lauvtreinnslag	15
S3FU	Furudominert barskog med lauvtreinnslag	15
S3GR	Grandominert barskog med lauvtreinnslag	15
S4BA	Uspesifisert barskog	15
S4BL	Barblandingsskog	15
S4FU	Furudominert barskog	15
S4GR	Grandominert barskog	15

---

# Tillegg C

## Flere resultater

### C.1 Fysisk tilgjengelig areal

Tabell C.1: Totalt tilgjengelig fysisk tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum.

Fylke	O1	O2	Maks	% O1	% O2
Østfold	1 117 140	1 143 742	1 989 116	56,16	57,50
Akershus	1 039 974	1 057 751	2 115 519	49,16	50,00
Hedmark	3 710 480	3 735 113	5 002 747	74,17	74,66
Oppland	2 992 348	3 003 670	4 115 878	72,70	72,98
Buskerud	2 001 757	2 003 038	2 518 411	79,48	79,54
Vestfold	876 371	878 745	1 479 983	59,21	59,38
Telemark	1 789 083	1 801 087	2 140 870	83,57	84,13
Aust-Agder	1 359 644	1 324 051	1 810 714	75,09	73,12
Vest-Agder	1 971 371	1 954 218	2 519 473	78,25	77,56
Rogaland	1 883 547	1 872 483	2 896 967	65,02	64,64
Hordaland	2 642 388	2 628 911	3 721 083	71,01	70,65
Sogn og Fjordane	2 384 910	2 392 871	3 235 057	73,72	73,97
Møre og Romsdal	2 791 183	2 800 644	3 998 469	69,81	70,04
Sør-Trøndelag	2 065 139	2 062 074	3 162 936	65,29	65,19
Nord-Trøndelag	1 376 693	1 366 857	2 329 794	59,09	58,67
Nordland	3 238 399	3 227 938	4 395 809	73,67	73,43
Troms	2 206 135	2 203 321	2 953 789	74,69	74,59
Finnmark	635 492	633 313	844 477	75,25	74,99

## C.2 Fysisk motstandsbestemt areal

Tabell C.2: Motstandsbestemt fysisk tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum.

Fylke	O1	O2	Maks	% O1	% O2
Østfold	862 764	886 158	1 989 116	43,37	44,55
Akershus	756 655	767 853	2 115 519	35,77	36,30
Hedmark	3 002 182	3 036 060	5 002 747	60,01	60,69
Oppland	2 544 285	2 558 452	4 115 878	61,82	62,16
Buskerud	1 688 749	1 706 592	2 518 411	67,06	67,76
Vestfold	795 776	797 402	1 479 983	53,77	53,88
Telemark	1 621 213	1 634 545	2 140 870	75,73	76,35
Aust-Agder	1 285 102	1 245 976	1 810 714	70,97	68,81
Vest-Agder	1 567 301	1 571 812	2 519 473	62,21	62,39
Rogaland	1 604 482	1 590 074	2 896 967	55,38	54,89
Hordaland	2 240 747	2 225 331	3 721 083	60,22	59,80
Sogn og Fjordane	1 915 222	1 928 175	3 235 057	59,20	59,60
Møre og Romsdal	2 250 850	2 266 741	3 998 469	56,29	56,69
Sør-Trøndelag	1 751 709	1 751 895	3 162 936	55,38	55,39
Nord-Trøndelag	1 054 772	1 037 427	2 329 794	45,27	44,53
Nordland	2 492 013	2 457 195	4 395 809	56,69	55,90
Troms	1 649 886	1 654 993	2 953 789	55,86	56,03
Finmark	535 407	537 556	844 477	63,40	63,66

## C.3 Visuelt tilgjengelig areal

Tabell C.3: Visuelt tilgjengelig areal (dekar) og prosentpoeng av teoretisk maksimum.

Fylke	O1	O2	Maks	% O1	% O2
Østfold	928 949	909 441	1 989 116	46,70	45,72
Akershus	902 551	876 878	2 115 519	42,66	41,45
Hedmark	1 778 092	1 741 106	5 002 747	35,54	34,80
Oppland	1 680 767	1 684 918	4 115 878	40,84	40,94
Buskerud	1 372 141	1 420 675	2 518 411	54,48	56,41
Vestfold	737 127	724 649	1 479 983	49,81	48,96
Telemark	961 874	982 413	2 140 870	44,93	45,89
Aust-Agder	862 008	939 999	1 810 714	47,61	51,91
Vest-Agder	1 206 081	1 168 276	2 519 473	47,87	46,37
Rogaland	1 815 435	1 818 694	2 896 967	62,67	62,78
Hordaland	1 864 545	1 875 517	3 721 083	50,11	50,40
Sogn og Fjordane	2 091 848	2 086 765	3 235 057	64,66	64,50
Møre og Romsdal	2 431 669	2 276 187	3 998 469	60,82	56,93
Sør-Trøndelag	1 649 130	1 668 160	3 162 936	52,14	52,74
Nord-Trøndelag	1 272 222	1 280 615	2 329 794	54,61	54,97
Nordland	2 136 521	2 177 821	4 395 809	48,60	49,54
Troms	1 412 650	1 456 738	2 953 789	47,83	49,32
Finnmark	363 933	309 976	844 477	43,10	36,71

## C.4 Visuelt tilgjengelig jordbuksareal

Tabell C.4: Synlig jordbruksareal (SJA) og totalt jordbruksareal i fylket (JAF).

Fylke	O1 SJA	O2 SJA	O1 JAF	O2 JAF	% O1 SJA	% O2 SJA
Østfold	453 291	440 378	631 801	620 757	71,75	70,94
Akershus	407 364	386 607	671 687	654 625	60,65	59,06
Hedmark	561 991	538 134	882 268	845 659	63,70	63,63
Oppland	443 611	428 885	732 962	723 237	60,52	59,30
Buskerud	303 441	300 846	389 923	386 322	77,82	77,87
Vestfold	280 979	281 148	395 492	391 750	71,05	71,77
Telemark	131 141	130 882	189 978	185 062	69,03	70,72
Aust-Agder	54 688	54 731	68 789	65 335	79,50	83,77
Vest-Agder	115 912	114 294	154 128	153 425	75,20	74,49
Rogaland	375 746	379 014	453 739	459 606	82,81	82,46
Hordaland	154 145	148 566	193 426	185 776	79,69	79,97
Sogn og Fjordane	196 846	194 345	246 638	238 580	79,81	81,46
Møre og Romsdal	322 746	309 806	413 576	394 878	78,04	78,46
Sør-Trøndelag	446 198	450 295	600 091	594 746	74,35	75,71
Nord-Trøndelag	544 879	551 129	702 873	709 243	77,52	77,71
Nordland	304 842	311 089	447 669	454 756	68,10	68,41
Troms	123 866	131 848	223 872	230 394	55,33	57,23
Finnmark	49 364	48 572	91 210	94 105	54,12	51,61