

Magnus Eggum Vestli

Stormeksponerte skogbruksareal i norske kommuner

- En GIS-basert vurdering

Masteroppgave i Geografi

Trondheim, mai 2016

Veileder: Jan Ketil Rød

Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Universitet
Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse
Geografisk institutt

Abstract

There is little doubt that climate change is upon us and that we have to adapt to this new climate, but the exact consequences is more difficult to predict. On the one side an increase in temperatures may give a more profitable climate for forestry, but it may also increase the number of extreme weather events. Norway is a country with large areas covered by forest and a long coast, exposed to windy conditions. The combination of trees and wind doesn't necessarily combine well. Insurance compensations paid out in the years since 1980 shows that damage due to storms is the dominant factor in most years. With this in mind, and the fact that we might experience an increase in the intensity of storms in future climate models, this thesis identifies which municipalities in Norway that have productive forest areas that might be at risk and analyse why. By using spatial data that includes average storm hours and productive forest areas, an index has been created that differentiate between high and low exposure. To validate the index, a correlation analysis between insurance compensation and exposed areas on a county level has been used. As a supplement to the correlation analysis, a search through local newspapers in the ten most exposed municipalities has been conducted.

The result of the study shows a possible way of mapping storm exposure in Norway. The index shows several clusters of exposed municipalities, identifiable with a strong red colour. Municipalities with low exposure is coloured in bright green. This way of symbolizing makes it easy to visually detect the level of exposure. The validation process showed no significance between the two variables, but this might be due to inconsistency in the dataset, due to large differences in the number of insured forest areas in the different counties. Indications from the local newspapers shows in most cases that storm occur, but forest damage is rarely mentioned.

Sammendrag

Det er liten tvil om at vi opplever klimaendringer og at behovet for å tilpasse oss et nytt klima er tilstede, men de eksakte konsekvensene av endringene er vanskelige å forutse. På den ene siden kan en økning av temperaturen gi et enda mer gunstig klima for skogdrift, men det forventes også en økning i antallet ekstremværhendelser. Norge er et land med mye skog, samtidig som det består av en lang kystlinje eksponert for vind. Kombinasjonen av trær og vind er ikke nødvendigvis en god blanding. Forsikringsutbetalinger gjort i årene siden 1980 viser at stormskader er den dominerende faktoren i mange av årene. På bakgrunn av dette, og en forventning om at vi kan oppleve en økning i intensiteten på storm i fremtiden, er formålet for denne oppgaven å analysere og identifisere hvilke kommuner i Norge som har risikoutsatte produktive skogbruksareal. Ved å bruke romlige data som inkluderer data med gjennomsnittlige stormtimer og produktivt skogareal presenteres en indeks hvor brukeren kan skille mellom høy og lav eksponering. Som en validering av indeksen har det blitt benyttet korrelasjonsanalyse mellom forsikringsutbetalinger og eksponerte områder på fylkesnivå. Som et tillegg til korrelasjonsanalysen er det også sett nærmere på lokalavisene til de ti mest eksponerte kommunene.

Resultatet av denne studien viser en måte å visualisere stormeksponering i Norge. Indeksen viser flere klynger med eksponerte kommuner, identifiserbare med en sterk rødfarge. Kommuner med lav eksponering er farget i en kraftig grønnfarge. Ved å symbolisere på denne måten er det enkelt å visuelt undersøke grad av eksponering. Valideringsprosessen viste ingen signifikans mellom de to variablene, men dette kan komme av den svært ulike forsikringsgraden i de ulike fylkene i Norge. Indikasjoner fra lokalaviser viser at stormhendelser forekommer, men skogskader er sjelden nevnt.

Forord

Etter fem år som student ved Geografisk institutt ved NTNU, markerer denne oppgaven slutten på tiden som student i Trondheim. I løpet av disse fem årene har jeg kunnet velge og vrake i spennende emner. Engasjerte forelesere og ikke minst flere feltkurs både nært og fjernt har bidratt til å opprettholde en stor interesse for faget.

Denne oppgaven reflekterer interessen for GIS og spørsmål omkring klimaendringer som jeg har tilegnet meg i løpet av studietiden. Arbeidet med oppgaven har vært krevende, og det har stadig dukket opp utfordringer av ulik art. Men følelsen når jeg har funnet ut løsninger på problemer som har gitt dager med hodeverk har i flere tilfeller vært ubeskrivelig.

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til min veileder Jan Ketil Rød for tilgang og forslag til datamateriale, samt svært nyttig veiledning av både teknisk art og andre innspill til oppgaven. Også en stor takk til folka på rom 6495 for god stemning og morsomme samtaler gjennom hele skriveprosessen.

Sist nevnt, men langt fra glemt; jeg vil takke min samboer for inspirasjon og motivasjon, ikke bare gjennom masteroppgaven, men for hele studietiden.

Magnus Eggum Vestli

Trondheim, 10.5.2016

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn for oppgaven	1
1.2	Tema og problemstillinger.....	4
1.3	Tidligere forskning	4
1.4	Opgavens oppbygning	5
2	Teori	7
2.1	Begrepsavklaring	7
2.1.1	Resiliens	7
2.1.2	Klimatilpasning	7
2.1.3	Naturfare (natural hazard) og naturskade.....	10
2.1.4	Risiko	10
2.1.5	Katastrofe og katastroferisiko	11
2.1.6	Sårbarhet (vulnerability) og eksponering (exposure).....	12
2.1.7	Storm	12
2.1.8	Produktivt skogbruksareal.....	13
2.1.9	Indeks	13
2.2	Visualisering av indeks.....	14
2.3	Representasjon.....	15
2.4	Erstatningsordninger.....	17
3	Metode.....	19
3.1	Representasjoner i et GIS	19
3.1.1	Kartets formål.....	19
3.1.2	Vektor- og rasterdata.....	19
3.1.3	Målestokk og pikselstørrelse	21
3.1.4	Generalisering	21
3.1.5	Målenivå.....	21
3.2	Datamateriale.....	22
3.2.1	Stormdata	22
3.2.2	Skogbruksareal	22
3.2.3	Fylkes- og kommuneareal	23
3.2.4	Erstatningsdata	23

3.3	Programvare.....	25
3.3.1	ArcGIS	25
3.3.2	SPSS	25
3.3.3	Excel.....	25
3.3.4	Annen programvare.....	25
3.4	Vektoroperasjoner	26
3.4.1	Identifisere produktive skogbrukslandskap.....	26
3.5	Rasteroperasjoner	30
3.5.1	Beregne gjennomsnittlig stormtimer pr. fylke og kommune	30
3.6	Beregning og fremstilling av indeks.....	33
3.6.1	Indeksens formel	33
3.6.2	Klassifisering.....	33
3.7	Validering	34
3.7.1	Korrelasjon	34
3.7.2	Spearman's rangkorrelasjon (r_s)	35
3.7.3	Pearson's korrelasjonskoeffisient	36
3.7.4	Signifikanstesting	36
3.7.5	Indikasjoner fra lokalaviser	37
4	Resultater.....	39
4.1	Produktivt skogbruksareal på fylkesnivå.....	40
4.2	Produktivt skogbruksareal på kommunenivå	42
4.3	Stormdata.....	44
4.4	Indeks over eksponerte kommuner.....	49
4.4.1	Mest eksponerte kommuner	51
4.4.2	Minst eksponerte kommuner	53
4.5	Validering av resultater	56
4.5.1	Spearman's rangkorrelasjon	56
4.5.2	Pearson's korrelasjonskoeffisient.....	57
4.5.3	Indikasjoner fra lokalaviser	58
5	Diskusjon	61
5.1	Vurdering av datamaterialet	61
5.2	Utforming av eksponeringsindeksen	61
5.3	Indeksens betydning for resiliens og klimatilpasning	63

5.4	Erstatningsordningers betydning for resiliens og klimatilpasning	64
5.5	Eksponerte områder	64
5.6	Indeksens validitet	65
6	Avslutning	67
6.1	Videre forskning og arbeid	68
7	Litteraturliste	69

Figurliste

Figur 1.1: Beskrivelse av prosjektet ClimRes, http://www.climres.no/ (Prosjektleder Gunhild Setten).....	2
Figur 2.1: Ulike tilnæringer for å redusere risiko og øke motstandsdyktighet til ekstremværhendelser (KFD, 2012)	9
Figur 2.2: Ulike prosesser utgjør til sammen et mål for risikoforståelse (KFD, 2012)	11
Figur 2.3: Erstatningsutbetalinger for produktivt skogareal pr. år og skadeårsak (Skogbrand, 2015).....	13
Figur 2.4: Skjermdump fra geovisualiseringsverktøyet tilknyttet ClimRes.....	15
Figur 2.5: Forsikret areal pr. fylke (Skogbrand, 2015)	18
Figur 3.1: Eksempel på et kontinuerlig tematisk raster.....	20
Figur 3.2: Eksempel på vektordata benyttet i denne oppgaven.....	23
Figur 3.3: Bruk av verktøyet Merge for å samle fylkesdata.....	26
Figur 3.4: Seleksjon av produktivt skogbruksareal	27
Figur 3.5: Aggregering av produktivt skogbruksareal og kommuner	27
Figur 3.6: Attributt Tabellen før aggregering (dissolve)	28
Figur 3.7: Attributt Tabellen etter aggregering (dissolve).....	29
Figur 3.8: Omregning av arealtall	29
Figur 3.9: Utregning av sonalstatestikk.....	30
Figur 3.10: Utregning av MEAN	31
Figur 3.11: Vektor til raster konvertering	31
Figur 3.12: Resultatet av rastertransformeringen	32
Figur 3.13: Beregning av gjennomsnittlig stormtimer for kommune- og skogsareal	33
Figur 3.14: Logaritmetransformasjon av skjevfordelt frekvenshistogram.....	34
Figur 4.1: Stolpediagram av produktivt skogbruksareal pr. fylke.....	40
Figur 4.2: Kartfremstilling av produktivt skogbruksareal pr. fylke	41
Figur 4.3: Prosentvis andel skogbruksareal av en kommunes totale areal.....	43

Figur 4.4: Stormrasteren.....	45
Figur 4.5: Eksempel fra Vestlandet.....	46
Figur 4.6: Eksempel fra Østlandet.....	47
Figur 4.7: Eksempel fra Trøndelag	48
Figur 4.8: Eksponeringsindeksen visualisert etter kvantilmetoden.....	50
Figur 4.9: Frekvenshistogrammet inndelt i ti klasser basert på kvantilmetoden.....	51
Figur 4.10: 10 prosent mest eksponerte kommunene.....	52
Figur 4.11: Mest markerte klynger med eksponerte kommuner	53
Figur 4.12: 10 prosent minst eksponerte kommuner hvor det også er registrerte stormtimer.	54
Figur 4.13: Minst eksponerte kommuner som er vanskelig å få øye på.....	55
Figur 4.14: Spredningsdiagram over forsikret areal og eksponert areal	58

Tabeller

Tabell 3-1: Andelen forsikret areal i forhold til det totale produktive skogarealet i de ulike fylkene (Fjalestad, 2016).....	24
Tabell 3-2: Utrekning av Spearmans rangkorrelasjonskoeffisient.....	35
Tabell 4-1: Resultatene fra Spearmans rang	56
Tabell 4-2: Resultatene fra Perasons korrelasjon	57

Forkortelser

AR50	Arealressurskart 50
ClimRes	Climate change and natural hazards: the geography of community resilience in Norway
GIS	Geografiske Informasjonssystemer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KFD	Klima- og forurensningsdirektoratet
NIBIO	Norsk Institutt for Bioøkonomi
NNP	Norsk Naturskadepool
SSB	Statistisk Sentralbyrå

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Storm er et værphenomen som kan koste et skogdekket land som Norge dyrt. Ifølge forsikringsselskapet Skogbrand har det vært en kraftig økning i antallet skader på skog som følge av storm i Europa (Skogbrand, Udatert-b). Tall fra Norsk Institutt for Bioøkonomi (heretter NIBIO) viser at Norge besto av 121 933 km² skog, som i prosent tilsvarer 37,7 % av landets totale areal ved årsskiftet 2013/2014. Av dette er 73 524 km² såkalt produktiv skog (NIBIO, 2013). I følge SSB (2015) ble det solgt i underkant av 9,8 millioner kubikkmeter tømmer i 2014 med en snittpris på 349 kroner pr. kubikkmeter. Dette var 40 kroner mer enn året før og ikke siden slutten av 80-tallet har det blitt hogd like mye tømmer. Det finnes dermed store skogsområder med stor verdi i Norge, og eventuelle skader på disse områdene vil medføre økonomiske tap for skogeiere. Et eksempel på dette så vi etter nyttårsorkanen i 1992 hvor det i etterkant ble utbetalt til sammen rundt 250 millioner kroner i erstatning fra Naturskadefondet og Skogbrand forsikringsselskap (Solberg et al., 2008).

Denne oppgaven er også en del av et større prosjekt ved Geografisk institutt ved NTNU, kalt ClimRes. ClimRes har som formål å se nærmere på, samt å øke vår forståelse for, hvordan lokalsamfunn takler ekstremværhendelser (se Figur 1.1) (ClimRes, 2014). Mitt bidrag til ClimRes er å rangere norske kommuner ut fra hvor eksponert kommunens produktive skogareal er for storm, og deretter lage et kart av denne rangeringen. På denne måten kan de mest eksponerte kommunene identifiseres.

Climate change and natural hazards: the geography of community resilience in Norway
(ClimRes)

Hva gjør lokalsamfunn robuste mot klimaendringer, og hvordan kan vi måle det?

Klimaendringer vil kunne føre til mer ekstremvær og mer omfattende naturskader som følge av bl.a. storm, flom og ras. De siste årene har slike hendelser rammet mange norske lokalsamfunn svært hardt, og som følge av klimaendringer vil samfunnets evne til å takle slike ekstreme hendelser bli stadig viktigere.

I ClimRes-prosjektet ønsker vi å undersøke hva som påvirker lokalsamfunn sin evne til å forberede seg på, håndtere og komme seg etter slike ekstremhendelser. I prosjektet ønsker vi å kartlegge hva eksperter og legfolk ser på som viktige egenskaper ved lokalsamfunn, og hvordan disse egenskapene påvirker evnen til å håndtere kriser på en god måte. Dette vil vi undersøke både gjennom studier i utvalgte lokalsamfunn, og gjennom spørreundersøkelser på nasjonalt og regionalt nivå. Basert på denne kartleggingen vil vi undersøke om det er mulig og formålstjenlig å forsøke og måle, og eventuelt tallfeste, disse egenskapene. Til slutt vil vi undersøke om man ved hjelp av visualiseringsteknikker kan utvikle web-baserte verktøy hvor lokale aktører selv kan bidra til å gjøre vurderinger av sitt lokalsamfunn sin robusthet. Det overordnede målet med prosjektet er å bidra til å styrke arbeidet med lokal klimatilpasning.

Prosjektet er finansiert av Klimaforsk, Norges Forskningsråd, 2014-2018.

Nettadresse: <http://www.climres.no/>

The logo for ClimRes, featuring the word "ClimRes" in a bold, sans-serif font. The "Clim" part is in a dark purple color, and the "Res" part is in a lighter purple color. The "s" at the end of "Res" is stylized with a curved tail.

Figur 1.1: Beskrivelse av prosjektet ClimRes, <http://www.climres.no/> (Prosjektleder Gunhild Setten)

I følge Tomter og Dalen (2014) antas det at klimaendringer vil påvirke skogbruket både på positive og negative måter. Global oppvarming vil føre til økt skogproduksjon, men vil også føre til mer ekstremvær, samt større sannsynlighet for både tørke- og frostskafer. I tillegg øker sannsynligheten for sekundæreffekter som skogbrann og insektskader (Tomter & Dalen, 2014). Denne oppgaven tar ikke for seg alle mulige positive og negative effekter av klimaendringer, men vil kun se på storm. I følge RegClims fremtidsscenarier forventes det en økt frekvens av høye vindhastigheter. Resultater fra forskningen viser at selv en moderat økning av vindhastighet kunne føre til stor økning i vindfelte trær (Solberg et al., 2008). Av den grunn antas det at behovet for å kartlegge eksponerte områder bare vil øke fremover, og det er årsaken til indeksen presentert i denne oppgaven.

For å få en indikasjon hvorvidt indeksen kan anses som valid benyttes utbetalingsdata fra forsikringsbransjen, samt en nærmere undersøkelse av lokalaviser fra enkelte kommuner som fremstår som svært eksponerte. I Norge finnes det i dag tre ulike typer forsikringsordninger: Norsk naturskadepool (NNP), Naturskadefondet og private forsikringsselskap. NNP dekker naturskader på bygninger og løsøre (Norsk Naturskadepool, 2015a), mens Naturskadefondet dekker skader som ikke lar seg forsikre gjennom ordinære forsikringsordninger. Dette innebærer eksempelvis jordbruk- og skogbruksareal (Landbruksdirektoratet, 2014a). Frem til 2005 dekket Naturskadefondet stormskader på skog, men i dag er det kun selskapet Skogbrand som tilbyr ordinær skogforsikring (Skogbrand, Udatert-a).

Dette danner grunnlaget for oppgaven hvor kartlegging av eksponert produktivt skogareal i norske kommuner diskuteres i forhold til årsaker og hvilken betydning det kan ha for klimatilpasning og resiliens.

1.2 Tema og problemstillinger

Med utgangspunkt i innholdet presentert i forrige delkapittel er det overordnede temaet for oppgaven som følger:

- Stormeksponerte skogbruksareal i norske kommuner

Dette etterfulgt av følgende problemstillinger:

- Hvordan kan vi lage indekser som viser hvor eksponert skogbruksareal er for stormsituasjoner?
- Hva slags betydning kan eksponeringsindeksen ha for skogeiere og beslutningstakere?
- Hvilke kommuner er mest og minst eksponerte for stormskader på skog?
- Hvilke indikasjoner finnes det på at indeksene er valide?

1.3 Tidligere forskning

Tidligere er det gjennomført en studie hos Geografisk institutt på NTNU hvor det ble gjennomført en sårbarhetskartlegging. Studien hadde som formål å kartlegge sårbarheten til norske kommuner i forhold til ekstremværhendelser og påfølgende storm-, skred- og flomhendelser. Det ble utarbeidet ulike sårbarhetsindekser som viste hvor utsatt ulike adressepunkter i Norge er i forhold til storm-, skred- og flomhendelser, og på denne måten identifisere utsatte bygninger. Det ble samtidig gjennomført validering av indeksene ved å korrelere stormindeksene mot tall fra NNP (Rød, Berthling, Lujala, Opach, & Vatne, 2013). Korrelasjonen fra valideringen av stormskader for bygg var sterk, og er av den grunn utgangspunktet for å undersøke stormskader på skog i denne oppgaven.

Skog og landskap utførte et forprosjekt i 2008 hvor man forsket på skogskader påført av vind, hvor formålet var å avgjøre hvorvidt man burde iverksette en større forskning rundt stormskader på skog. I dette tilfellet ble det benyttet vindhastigheter for en 100-års storm som tilsvarer et snitt på 23,9 m/s. Stormskader på skog bestemmes av ulike faktorer som vind, jorddybde, terrengforhold og egenskapene til den aktuelle bestanden. For denne oppgaven vil det være vind som benyttes som faktor. Videre kommer det frem at det har vært en økning av stormskader på skog, og at en av årsakene kan være en økende frekvens av vind over storm styrke. Men en annen årsak som også trekkes frem er en økende mengde skog, både i utbredelse og høyde, som igjen resulterer i større områder som rammes ved en eventuell storm (Solberg et al., 2008).

I 2014 ble det også gjennomført en masteroppgave hvor formålet var å kartlegge risikofaktorer i forhold til stormskader på produktiv skog. Studieområdet for denne oppgaven var lokalisert til de to kommunene Eidsvoll og Nannestad, som begge ble rammet av stormen Dagmar i 2011. Resultatet fra dette studiet viste at trehøyde var den viktigste faktoren, og at høyere trær gav en høyere risikoen for stormskader. Videre kommer det frem at skog som er aktivt skjøttet viser seg å være mer motstandsdyktige mot storm, og at en kartlegging av utsatte områder kan være et nyttig virkemiddel for å redusere sårbarheten (Lønnum, 2014).

1.4 Oppgavens oppbygning

I første del av oppgaven presenteres sentrale begreper relevant for oppgaven, teori omkring visualisering og hvilke erstatningsordninger som finnes i forbindelse med skader påført av ekstremvær.

Metodekapittelet introduserer sentrale momenter ved bruk av GIS for denne oppgaven og hvilke hensyn som er tatt i det innledende metodearbeidet, samt en presentasjon av datasettene og programvaren som er benyttet for oppgaven. Videre vises fremgangsmåten fra rådata til den ferdige kartindeksen. Kapittelet avslutter med en gjennomgang av korrelasjonsanalysen og dokumentanalysen av avisartikler.

I kapittel fire presenteres resultatene fra metodekapittelet. Først vises kart over hvor de produktive skogsarealene befinner seg og hvor stormrasteren har registrert stormtimer. Videre presenteres eksponeringsindeksen hvor hver av de 428 kommunene faller innenfor en av ti klasser, med unntak av ti kommuner hvor det ikke er registrert noe produktivt skogbruksareal. Årsakene til dette diskuteres i kapittel fem. Avslutningsvis i kapittelet presenteres resultatene fra valideringen.

Kapittel fem er et diskusjonskapittel hvor teori og resultater diskuteres i forhold til problemstillingene. Først diskuteres hvorfor det var hensiktsmessig å bruke denne type metode for å visualisere grad av eksponering, samt en refleksjon omkring konkrete utfordringer og begrensninger for denne oppgaven. Videre diskuteres de mest og minst utsatte kommunene, og hva som har ført de høyt eller lavt på listen. Til slutt diskuteres det om det finnes indikasjoner på at indeksen er valid.

Konklusjonen i kapittel seks samler trådene og besvarer problemstillingene basert på diskusjonskapittelet.

2 Teori

Det finnes mange begrep innenfor klimaforskning. Dette kapittelet har som hensikt å presentere sentrale begrep for oppgaven, og hvilken betydning som ilegges hvert enkelt. Deretter presenteres teori omkring GIS og visualisering, samt hvilke utfordringer det innebærer fra et kartografisk perspektiv. Avslutningsvis presenteres betydningen av erstatningsordninger i et klimatilpassningsperspektiv.

2.1 Begrepsavklaring

2.1.1 Resiliens

Hovedmålet til prosjektet ClimRes er å undersøke samfunnsresiliens (community resilience) i Norge relatert til naturfarer (ClimRes, 2014). I KFD (2012) sin oversettelse av IPCCs klimarapport er begrepet resiliens oversatt som motstandsdyktighet og er gitt følgende beskrivelse:

Et systems, og dets bestanddeler, evne til å forvente, absorbere, takle eller hente seg inn fra virkningene av en farlig hendelse på en rask og effektiv måte. Dette omfatter å sikre at samfunnets grunnleggende strukturer og funksjonalitet opprettholdes, gjenopprettes eller forbedres (KFD, 2012, s. 7).

Resiliens er ofte knyttet til sårbarhetsbegrepet, og brukes som et mål på hvordan et samfunn responderer på en truende hendelse (Cutter, Emrich, Webb, & Morath, 2009). Målet for sårbarhet baserer seg på grad av eksponering og i hvilken grad mennesker og steder kan bli skadet, og sier noe om potensiell sårbarhet før en hendelse inntreffer. Resiliens tar utgangspunkt i de sosiale systemene som settes i verk etter en hendelse, og hvordan disse systemene bidrar til et steds evne til å respondere og komme seg etter en krise (Cutter et al., 2008). I forbindelse med en stormhendelse over et skogareal vil målet på resiliens i dette tilfellet si noe om hvordan skogeiere i en kommune håndterer en ekstremværhendelse både før, under og etter en hendelse.

2.1.2 Klimatilpassning

Et av målene for denne oppgaven er å se på klimatilpassning. I følge Lein (2013) handler klimatilpassning om ulike tiltak som innebærer enten å fysisk hindre en hendelse, redusere effekten av en hendelse, fordele tapet gjennom ulike aktører eller flere av de nevnte. Denne typen tilpassning gjøres ikke bare av mennesker, men også av naturlige systemer (Lein, 2013). Et

land som tar hensyn til risikoen for eksponering og sårbarhet i sine planer og strategier vil være bedre rustet og mer tilpasset fremtidige klimaendringer. Det er nødvendig å ha innsikt i hva slags klima vi kan forvente oss og tilpasse plantingen av nye trær etter fremtidens forhold (Tomter & Dalen, 2014). For å oppnå en effektiv håndtering av risiko for naturskade er det nødvendig å ta utgangspunkt i erfaringer fra tidligere hendelser (IPCC, 2012).

Det er ikke umiddelbart en klar sammenheng mellom klimaendringer og økning i antallet stormer, men det er registrert en økning av intensitet på sykloner i Nord-Atlanteren, samt at det antas at en økning av temperatur vil føre til økt trykkforskjell i atmosfæren som igjen kan føre til hyppigere stormhendelser med økt hastighet (Rød et al., 2013).

IPCC (2012) viser også til at det er en høy faglig sikkerhet at jo mer eksponert et område er i forhold til ekstremværhendelser, desto større og mer alvorlige konsekvenser vil det ha. Det finnes en mengde bevis omkring endringer i antallet klimarelaterte hendelser siden 1950-tallet, av ulik kvalitet. Av disse bevisene kommer det blant annet frem at det er svært sannsynlig at det er en økning i antallet varme dager og en nedgang i antallet kalde dager. Samtidig ser det ut til at visse regioner opplever en økning i antall forekomster av kraftig nedbør. I forhold til storm knyttes det liten faglig sikkerhet til hvorvidt det er en økning i tropiske sykloner, men det er sannsynlig at de forskyver seg nærmere polområdene (IPCC, 2012).

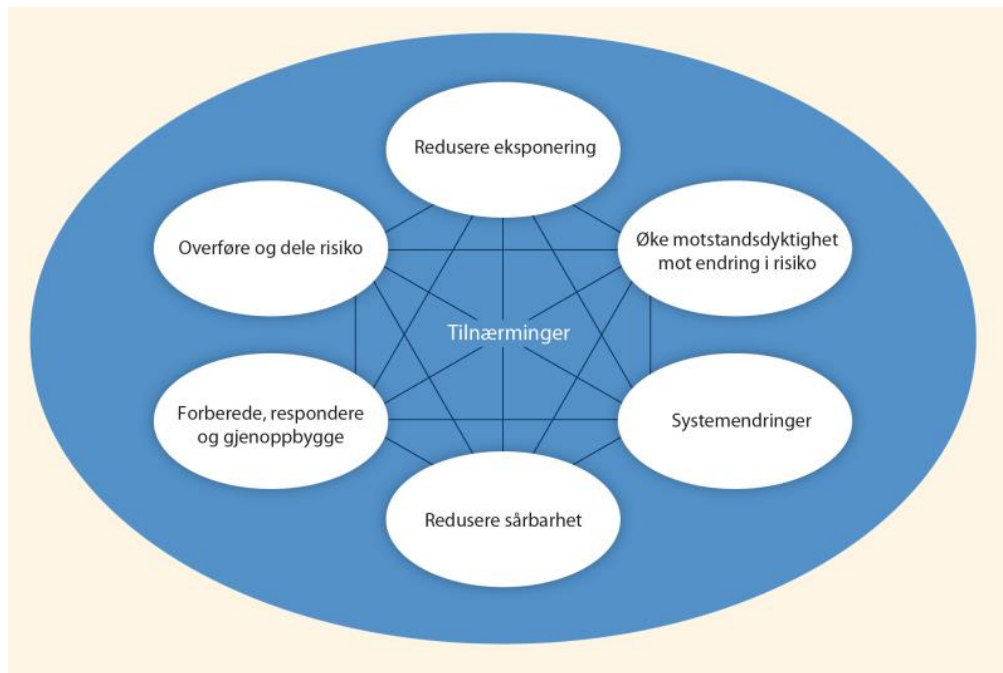
Det som kan slås fast sikkert er at stormhendelser står for den største andelen skadeutbetalinger på eiendom fra 1980 til 2016 ifølge utbetalinger gjort fra Norsk Naturskadepool. Her står stormskader for 56,5% av alle utbetalinger i perioden. Til sammenlikning står flom for nest høyest utbetaling med 30,1% og skred som tredje størst med 6,8% av alle utbetalingssummer (Norsk Naturskadepool, 2016).

Det kommer frem i en artikkel av Dalen (2015) at riktig drevet skogbruk kan bidra til til å påvirke flere av de negative effektene av klimaendringer. Med en økning av temperatur forventes også en økning av nedbør. Dette resulterer i en større risiko for flom, erosjon og skred. Spesielt utsatt er Vestlandet med bratt terreng og økende nedbør. Trær kan bidra til å stabilisere jorda og dermed begrense sannsynligheten for skred (Dalen, 2015). Oldertrøen (2009) poengterer videre at det er svært varierende hvor mye vind skog i Norge takler. Trehøyde og hvor god forankring røttene har i jordbunnen er viktige faktorer. En vannmettet jord vil øke faren for vindfelling. Samtidig vil også utkantområdene av et skogareal være mer eksponert enn trær dypere i skogen (Oldertrøen, 2009). I den forbindelse er det et økende behov for kartlegging mot stormskader. Dette gjør det enklere å identifisere områder hvor behovet for

tiltak er størst. Langsiktige tiltak handler om valg av treslag og tetthet på skogen, mens kortsiktige tiltak handler om metode for hogst og uttransport (Dalen, 2015)

Det skal også merkes at klimaendringer ikke bare er negativt for skogbruket. Mer nedbør og høyere temperatur vil i følge Dalen (2016) kunne føre til større skogareal, lengre vekstsesong og høyere bonitet. Trær kan blant annet bidra til å redusere karbonbeholdningen i atmosfæren, og på denne måten begrense noe av årsaken til den globale temperaturøkningen. Det viktigste er imidlertid å øke bruken av biomasse fremfor fossile kilder (Dalen, 2016)

Figur 2.1 er et utdrag fra Klima- og forurensningsdepartementets norske oversettelse av rapporten til IPCC, og viser ulike tilnærminger for hvordan risiko kan reduseres og motstandsdyktigheten økes i forbindelse med ekstremværhendelser (KFD, 2012). I dette tilfellet vil målet være å finne ut hvor de mest eksponerte områdene befinner seg.



Figur 2.1: Ulike tilnærminger for å redusere risiko og øke motstandsdyktighet til ekstremværhendelser (KFD, 2012)

I et forsøk på å begrense de negative effektene av stormskader på skog gjennomførte Skogbrand i 2013/2014 et prosjekt omkring skadeforebygging, hvor formålet var å komme med konkrete råd for skogbehandling i risikoutsatte områder. Tiltak som skjøtsel av plantetetthet, ungskog, tynning og avvirkning er viktige fokusområder som skogeiere oppfordres til å følge (Skogbrand, 2014).

2.1.3 Naturfare (natural hazard) og naturskade

Tiltakene presentert i forrige avsnitt er et resultat av en frykt for naturfarer og påfølgende skader. Naturfare viser til en overhengende trussel fra en hendelse, som kan føre til skader på mennesker, eiendom og infrastruktur. Begrepet kan ifølge FNs internasjonale strategi for katastroforebygging (UNISDR) forklares som en naturlig fysisk hendelse og viser til en potensiell trussel (UNISDR, 2009). Med utgangspunkt i det Norsk Naturskadepool (2015a) kompenserer kan begrepet igjen deles inn i seks ulike kategorier: storm, flom, stormflod, skred, vulkanutbrudd og jordskjelv. Naturfare vil i dette tilfellet dreie seg om stormhendelser.

Ved å ta i betraktning en forventet økning i antallet og intensiteten av storm i et fremtidig klimascenario er det rimelig å anta at også antallet naturskader vil øke. Naturskader i dette tilfellet vil vises gjennom indikasjoner fra lokalaviser i antatt eksponerte kommuner, samt fylkesdata fra Skogbrand forsikringsselskap. Skader for denne oppgaven forstås som stormskader på produktivt skogbruksareal som er mulig å forsikre. I dag vil det i praksis si privat forsikring fra Skogbrand, da forsikringene fra Statens naturskadefond etter 2005 ikke lenger dekker stormskader på skog (Landbruksdirektoratet, 2014b; Skogbrand, Udatert-a).

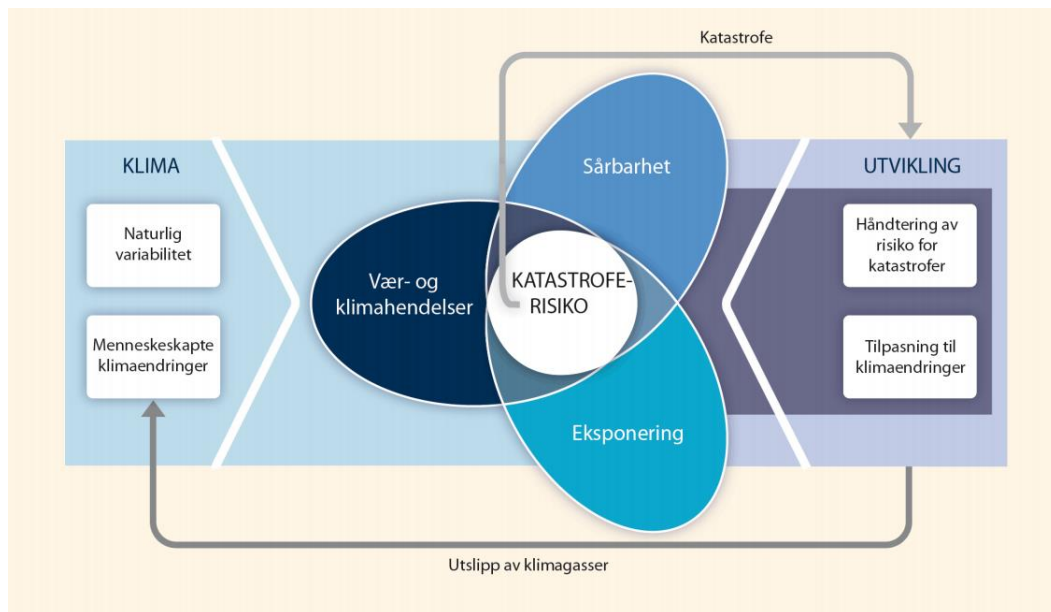
Basert på dette kan naturfare og naturskade forstås som hvilke hendelser som kan inntreffe og hva som kan bli skadet. De sier derimot ikke noe om hvor sannsynlig det er at de inntreffer. Derfor introduseres også risiko som begrep.

2.1.4 Risiko

Begrepet risiko defineres av Tobin og Montz (2009) som «... the potential negative impact of some present or future event on human activities» (2009, s. 405). I dette tilfellet dreier det seg om potensialet for at stormhendelser over produktiv skog påfører skade. Tobin og Montz (2009) poengterer videre for hvordan ulik grad av risiko er med å bestemme hvorvidt et samfunn tar grep for å redusere sin antatte risiko. Det er dermed ikke bare de fysiske farene i seg selv som spiller inn, men også hvordan farene enten håndteres eller ignoreres av samfunnet (Tobin & Montz, 2009). Videre forklarer Birkmann (2007) begrepet risiko som et resultat av hvor utsatt man er for naturfare (hazard exposure), frekvens eller grad av naturfaren (frequency or severity of the hazard) og sårbarhet (vulnerability). Disse tre måtene å måle risiko benyttes som et forsøk på å få et globalt indeksprogram som kan benyttes på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå (Birkmann, 2007).

Figur 2.2 illustrerer hvordan disse ulike prosessene påvirker katastroferisiko. I denne oppgaven vil det være de eksponerte områdene som blir vektlagt. Risikofaktorer i skogbruket er i følge

Skogbrand (2014) knyttet til faktorer som trehøyde, alder på bestand, vannmetningen i jorda, råte, treslag og hvor eksponert de er for vind. For å redusere risikoen er det å identifisere de eksponerte områdene et av virkemidlene denne oppgaven ønsker å belyse.



Figur 2.2: Ulike prosesser utgjør til sammen et mål for risikoforståelse (KFD, 2012)

2.1.5 Katastrofe og katastroferisiko

Figur 2.2 introduserer begrepet katastroferisiko. Katastrofe defineres av IPCC som:

[...] severe alterations in the normal functioning of a community or a society due to hazardous physical events interacting with vulnerable social conditions, leading to widespread adverse human, material, economic or environmental effects that require immediate emergency response to satisfy critical human needs and that may require external support for recovery (IPCC, 2012, s. 31).

Med dette menes hendelser som er av en slik karakter at det har store konsekvenser for mennesker, materiell, økonomi og miljø i området som blir truffet. Dersom en ekstremværhendelse inntreffer en kommune med høy eksponering og høy sårbarhet vil det kunne resultere i en katastrofe. Dersom områdene har lav eksponering og lav sårbarhet vil de ikke bli en katastrofe, men kan fortsatt påføres naturskade. Som ellipsene i Figur 2.2 viser vil det bety at høyere sårbarhet og høyere eksponering gir en større sannsynlighet for en naturskade eller naturkatastrofe.

2.1.6 Sårbarhet (vulnerability) og eksponering (exposure)

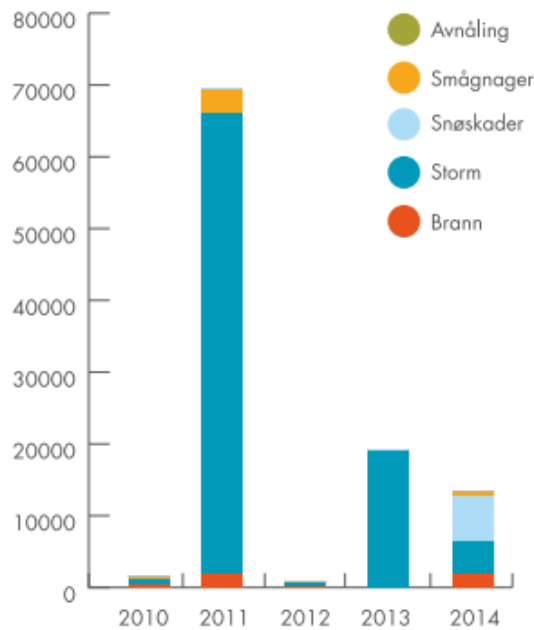
I forrige avsnitt ble både begrepet sårbarhet og eksponering benyttet. Disse to begrepene dukker stadig opp i denne type forskning, og noen ganger brukes de synonymt. For å unngå forvirring rundt forståelsen av begrepene vil begge bli gjort rede for i dette avsnittet.

Sårbarhet er et begrep med flere betydninger, men innenfor klimaforskning kan sårbarhet i mange tilfeller forstås som et sosialt fenomen (Lein, 2013). Sosial sårbarhet defineres som individer eller en gruppe menneskers kapasitet til å håndtere og takle potensielt farlige hendelser (Lujala, Holand, & Rød, 2013).

Eksponering defineres av Rød, Opach og Neset (2015) som antallet risikoutsatte elementer innenfor et område utsatt for en fysisk hendelse. I dette tilfellet vil de risikoutsatte elementene være det produktive skogarealet i de ulike kommunene, og den fysiske hendelsen vil være storm. Sammenhengen mellom disse vil si noe om potensiale for fremtidige skader. På bakgrunn av at denne oppgaven har som hensikt å komme med et bidrag til samme type forskning benyttes denne forståelsen av begrepet også for denne oppgaven.

2.1.7 Storm

Storm defineres av Norsk Naturskadepool (2015b) som vind med en hastighet fra 20,8 m/s (liten storm) til 32,6 m/s (sterk storm). Hastigheter over dette defineres som orkan. Disse verdiene er standardverdier basert på Beauforts vindskala, og brukes i de aller fleste værvarslinger (Metereologisk institutt, 2010). Den internasjonale målestandarden tilsier at vindhastigheten skal beregnes ved å ta middelveidien i løpet av ti minutter, målt ti meter over bakken (Metereologisk institutt, 2009). For denne oppgaven vil alle registrerte vindhastigheter over 20,8 m/s defineres som en stormhendelse. Selv om det foreligger lav sikkerhet omkring en økning i antall stormhendelser, er det ingen tvil om at stormskader står for den største andelen av skader på produktiv skog i Norge (Se Figur 2.3).



Figur 2.3: Erstatningsutbetalinger for produktiv skogareal pr. år og skadeårsak (Skogbrand, 2015)

2.1.8 Produktivt skogbruksareal

Som nevnt innledningsvis består Norge av 121 933 km² skog, som i prosent tilsvarer 37,7 % av landets totale areal ved årsskiftet 2013/2014. 73 524 km² av dette er såkalt produktiv skog (NIBIO, 2013). Produktiv skog defineres med at det produseres minst 1m² trevirke per hektar. 85 prosent av det produktive skogarealet er eid av privatpersoner (Tomter & Dalen, 2014). Det skal også bemerkes at det finnes lite produktiv skog i Finnmark på grunn av klimatiske årsaker, samt på grunn av tamrein som beiter (Bryn, Dourojeanni, Hemsing, & O'Donnell, 2013; SkogsNorge, 2014).

2.1.9 Indeks

Ifølge Preston, Yuen og Westaway (2011) har det oppstått et økende behov for å kartlegge klimarelatert sårbarhet på lokalt nivå. Spesielt med tanke på den raske utviklingen av både datamateriale og kraftigere verktøy. Parallelt med dette har også behovet for en felles sårbarhetskartlegging vokst frem, da det ikke eksisterer noe felles rammeverk for slik kartlegging. Indeksen som presenteres i denne oppgaven vil være en av flere komponenter i en slik sårbarhetskartlegging, og en del av et felles rammeverk for å måle resiliens i norske kommuner.

En indeks er ifølge Birkmann (2007) en måte å lage et sammensatt kvantitativt mål på hvor utsatt et eller flere områder er ovenfor en naturfare. Indeks forstått i denne sammenheng består av en numerisk sammenfatning av ulike sårbarhetsbegreper, som igjen betyr at den rangerer kommunene ut fra deres sårbarhetsnivå. Dette forutsetter at det benyttes variabler med kvantitative mål, som lar seg sammenlikne (Hinkel, 2011). I dette tilfellet vil variablene være kvantitative data for stormtimer og produktivt skogareal som sammen danner eksponeringsindeksen.

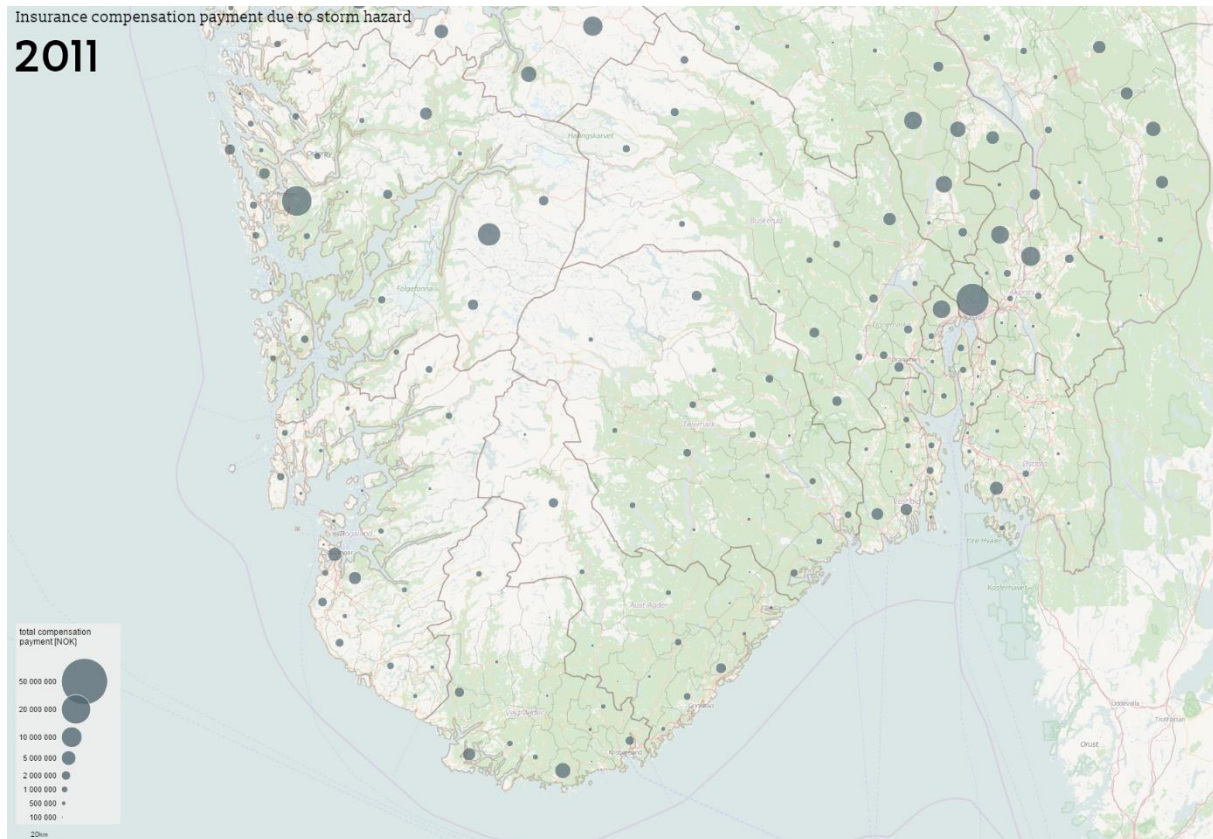
Birkmann (2007) peker også på at formålet med en indeks er å skape et verktøy som forenkler forståelsen mellom det teoretiske arbeidet og beslutningstakere. Indeksen som presenteres i denne oppgaven har som hensikt å komme med et eksempel på en mulig fremstillingsmetode for skogeiere og beslutningstakere på kommunalt, regionalt og nasjonalt nivå.

2.2 Visualisering av indeks

GIS er et mye brukt redskap i kartlegging og forvaltning, og innenfor klimaforskning er ofte resultatene et visuelt produkt som kart og bilder. Denne typen fremstilling gjør det mulig å analysere dynamiske systemer som klimaendringer, da de er i konstant endring i tid og rom (Cutter, Golledge, & Graf, 2002; Kent, 2009). Visualiseringsverktøyet til ClimRes er et eksempel på en visuell fremstilling av effekten av klimaendringer. Her benyttes data for årlige variasjoner i erstatningsutbetalinger for ulike naturfarer og på denne måten får man en visuell fremstilling av dataen som endrer seg dynamisk etter hva brukeren ønsker (se Figur 2.4). En slik fremstilling vil være mulig å bruke til senere kvalitative studier, hvor man f.eks. ved hjelp av intervjusituasjoner på kommunalt nivå kan få vite hvorvidt en kommune er forberedt på fremtidige naturfarer eller ikke (ClimRes, 2014).

Cutter et al. (2009) understreker viktigheten av et felles rammeverk for å forstå hvor eksponert og sårbare ulike steder er i forhold til naturfarer og naturkatastrofer. En sårbarhets- og risikovurdering består ifølge (Cutter et al., 2009) av tre ulike elementer: eksponeringsgrad, konsekvensutredning og skadevurdering. Felles for konsekvensutredning og skadevurdering er at de inneholder data hentet fra samfunnsforskere, mens eksponering i stor grad hører til naturvitenskapen (Cutter et al., 2009). De trekker fram USA som eksempel hvor det ikke finnes noen standardiserte metoder for å beregne sårbarheten til de ulike statene, og at det er opp til statene selv hvordan de gjennomfører sine vurderinger. Ved å benytte GIS som en teknikk for å måle sårbarhet kan man kombinere både hvor eksponert områder er for naturfarer, hvilke

økonomiske konsekvenser det fører med seg, samt den sosiale sårbarheten (Tate, Cutter, & Berry, 2010). På denne måten skapes et felles rammeverk som lar seg overføre likt på både lokale og nasjonale nivå. Som et avsluttende moment peker Cutter et al. (2002) på at oppmerksomheten rundt et prosjekt øker med størrelsen og støtten som vies til det.



Figur 2.4: Skjermdump fra geovisuleringsverktøyet tilknyttet ClimRes

2.3 Representasjon

In GIS, geographic visualization is emerging as a subspecialty that focuses on how humans interpret visual imagery, algorithms for data manipulation, and patterns of human-computer interaction. [...] geographic visualization is a tool used in manufacturing meaning from data (Schuurman, 2004, s. 113).

Å visualisere indeksen innebærer å formidle en representasjon av virkeligheten, og veien frem innebærer at flere valg må tas. For denne oppgaven dreier det seg blant annet om valg i forbindelse med seleksjon av skogsareal, da det finnes ulike arealklasser og ulike bonitetsklasser, samt ulik nøyaktighet på datasettene som tilbys. Underveis i arbeidet vil også begrensinger og valg knyttet til de ulike verktøyene ha en innvirkning på hvordan sluttproduktet vil se ut.

På 90-tallet eksisterte det en debatt innenfor geografi omkring makt og tolkning av kart. Kart viser ikke nødvendigvis bare den objektive sannheten, men inneholder tolkninger basert på forskerens forståelse av datamaterialet (Schuurman, 2000). Bakenfor et kart finnes databaser som er skjulte for leseren. Leseren ser den visuelle fremstillingen, men har ingen innsikt i tabellene som ligger til grunn for analysen og fremstillingen (Schuurman, 2004). Harley (1989) argumenterer for at vi ikke må se på kart som kun et produkt av objektive tallmateriale, men som en diskursiv tekst. Kart er ikke bare et speilbilde av virkeligheten, men gjenspeiler de ulike valgene kartografen har gjennomført i arbeidet med å lage et kart. Dette strekker seg helt fra valg av datamateriale til behandlingen av samme materiale, og til slutt klassifiseringen og symboliseringen som fremstilles på kartet (Harley, 1989). Romlig analyse av datamaterialet forutsetter at verdiene i tabellen har en romlig tilknytning. For denne oppgaven, hvor formålet er å analysere hvor storm inntreffer over skogområder, er den romlige tilknytningen nødvendig for analysen (Schuurman, 2004). En utfordring med all romlig data er tid. Skogen er dynamisk og i endring, mens datamaterialet representerer kun situasjonen ved innsamlingstidspunktet. Likevel antas det at betydelige endringer i skogareal går over lang tid, og dermed vil ikke indeksen være avhengig av en kontinuerlig oppdatering.

Innenfor kartografien har Harley (1989) identifisert to typer makt: intern og ekstern. Intern makt er den makten kartografen utøver gjennom hele kartprosessen, ved f.eks. generalisering av data og ulike retoriske handlinger som symbolisering og fargevalg. Dette trenger ikke bety at forskeren går bevist inn for å utøve makt, men kan være en form for skjult makt både for kartografen og leseren av kartet (Harley, 1989). Eksempelvis trekker Schuurman (2004) frem at det alltid er et menneske eller en institusjon som står bak klassifikasjon av et datasett. Hvordan de velger å gjøre dette kan være forskjellig fra hverandre, og det er viktig å være bevist på at forskjellige standarder eksisterer.

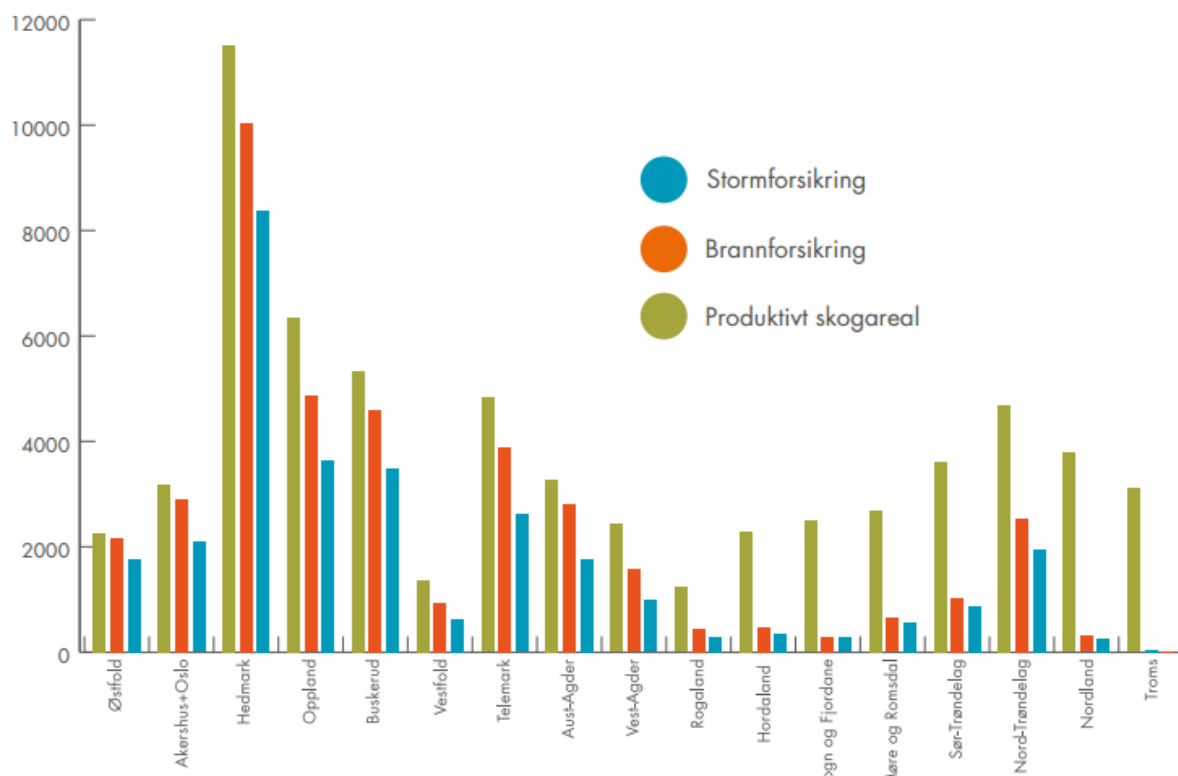
Ekstern makt skiller mellom makt med kart og makt på kart. Makt med kart er en bevist måte å utøve makt i kart ved f.eks. at statlige institusjoner kartlegger grenser for å ha kontroll på befolkning, administrative grenser, militæret o.l. Makt på kart kjennetegnes ved at kart produseres på vegne av en oppdragsgiver, som har sine ønsker for hva som skal fremstilles på kartet. Schuurman (2004) peker på hvordan problemer oppstår med datamateriale når det skal benyttes til andre formål enn den «standard» den opprinnelig var tiltenkt. Hun peker på eksempel på hvordan grunnvannsdata i utgangspunktet benyttes for å fortelle grunneiere hvor de bør borre etter vann. Planleggere og andre beslutningstakere kan være interessert i å se på grad av forurensing av grunnvann og dermed oppstår det et behov for å benytte dataen til andre

formål enn opprinnelig tiltenkt. Resultatet blir en ny klassifisering og tolkning av dataen. Allikevel poengterer Schuurman (2004) at selv om detaljer kan gå tapt i prosessen er det viktig å være bevisst på at all data er én måte å tolke verden på. Når datamaterialet er bearbeidet, analysert og klassifisert kommer arbeidet med selve visualiseringen. Visualisering er prosessen som foregår i øyet og som gjør oss i stand til å se og tolke mønstre i datamaterialet (Schuurman, 2004).

2.4 Erstatningsordninger

I følge IPCC (2012) er det høy sikkerhet for at økonomiske tap som følge av klimarelaterte hendelser har økt. Av samme grunn vil ulike nasjonale systemer som forsikringsordninger være med på å styrke en nasjons evne til å håndtere en økende trussel mot nettopp ekstremværhendelser (IPCC, 2012). Stormskader på skog var en del av den statlige erstatningsordningen frem til 2005, og dekket skade på objekter som ikke var dekket av vanlig privat forsikring¹. I etterkant av avskaffelsen av statlige ordningen er det kun gjenoppbygging og rydding av grunn som dekkes av staten (Landbruksdirektoratet, 2014b). I en artikkel fra Nationen (2005) ble det ytret skepsis mot å fjerne denne dekningen, og i en overgangsperiode sto det meste av skogbruket i Norge helt uten forsikring. Dersom en skogeier ønsker å forsikre sin skog mot stormskader i dag må man henvende seg til det private forsikringsselskapet Skogbrand. Skogbrand har som hensikt å forsikre skogbruket, samt drive forebyggende arbeid mot blant annet stormskader på skog. Et slikt forebyggende arbeid ble igangsatt etter stormen Dagmar i 2011 hvor det viste seg å være svak beredskap ved store stormhendelser. Her ble det blant annet utarbeidet ulike råd for hvordan man gjennomfører klimatilpasset skogskjøtsel (Skogbrand, 2015). For denne oppgaven vil erstatningsordningene som tilbys i Norge i dag blant annet bidra til å forklare hvor økonomiske resiliente skogeiere i norske kommuner er.

¹ I 2005 opprettet Skogbrand forsikringsselskap en alminnelig forsikringsordning som gjorde det mulig for skogeiere å forsikre seg mot stormskader på skog. I følge Naturskadeerstatningsloven (2014) opphører statens forsikringsordning hvis det kan dekkes gjennom alminnelig forsikring (Jf. Naturskadeerstatningsloven 14/08 2015 §2)



Figur 2.5: Forsikret areal pr. fylke (Skogbrand, 2015)

Figur 2.5 viser en fylkesvis oversikt over de ulike fylkene og i hvilken grad de er forsikret mot storm og brann, vist i km². Det er tilsynelatende stor forskjell på hvor i landet man forsikrer skog. På Sør- og Østlandet er store deler av det produktive skogarealet forsikret mot både brann- og stormskader. Det finnes store områder med produktivt skogareal både på Vestlandet og i Trøndelag, men her er dekkningen vesentlig dårligere. Dette betyr at det finnes skogeiere i mange norske kommuner som bærer hele risikoen på egenhånd². Dette bekreftees også i en artikkel av Bårdsgård (2014), hvor det kommer frem at risikoen for stormskader på skog er økende i Norge, spesielt på Vestlandet. Allikevel lar mange skogeiere på Vestlandet og i Trøndelag skogområder forbli uforsikret mot stormskader (Bårdsgård, 2014).

² I følge Fjalestad (2016) er det ingen plikt for skogeiere å tegne forsikring mot storm.

3 Metode

Resultatene i denne oppgaven baserer seg på et metodisk arbeid som vil presenteres i dette kapitlet. Kapitlet presenterer først en grunnleggende forståelse av representasjon i et GIS for så å se mer spesifikt på datamaterialet og programvaren til analysen som benyttes for denne oppgaven. Videre vises arbeidsprosessen som ble benyttet for å skape indeksen senere i oppgaven. Avslutningsvis vises hvordan valideringsprosessen ble gjennomført.

3.1 Representasjoner i et GIS

Målet med oppgaven er å kartlegge eksponerte skogbrukslandskap og vise et forslag til en metode for å skape et verktøy for beslutningstakere på nasjonalt og kommunalt nivå, slik at de får en oversikt over særlig eksponerte kommuner som krever oppmerksomhet. For å komme dit er det flere hensyn som må tas i forhold til de valg man gjør i løpet av databehandlingen. Det er derfor nyttig å jobbe ut fra en strukturert arbeidsmetode slik at man i sluttproduktet kan begrunne sine valg underveis.

3.1.1 Kartets formål

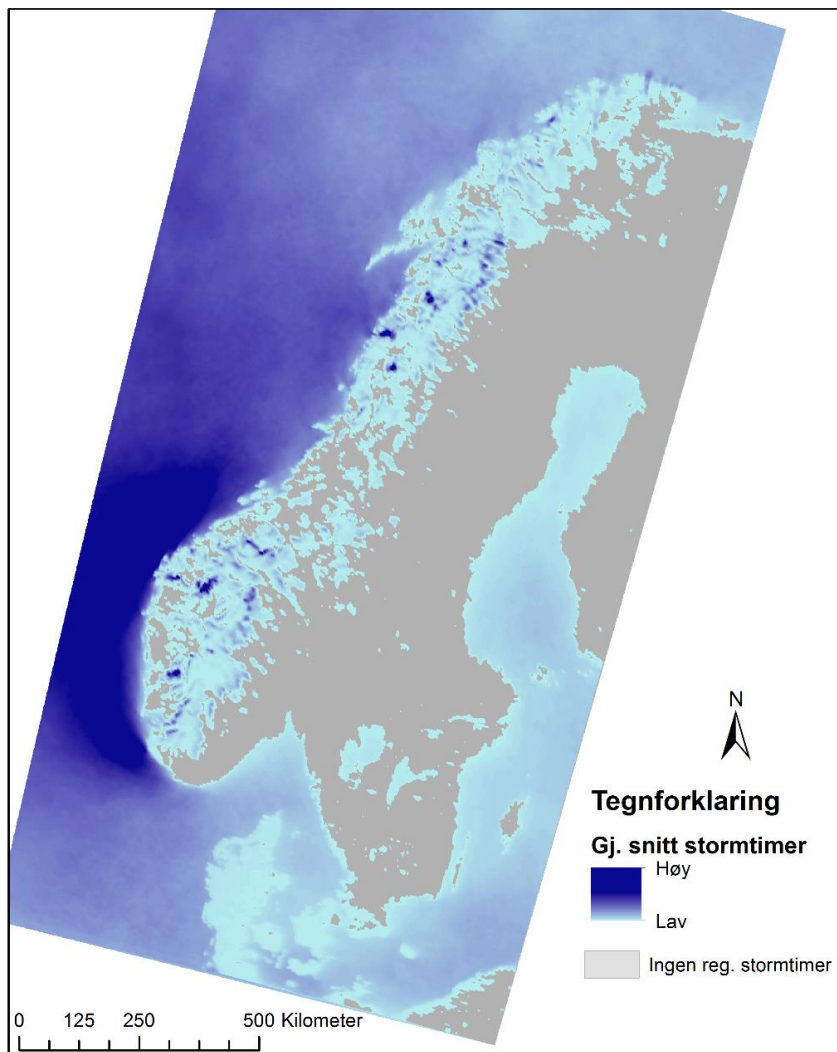
I prosessen med å visualisere noe på et kart bør formålet og budskapet komme tydelig frem for leseren av kartet. Man har som kartograf muligheten til å påvirke hvilke data man ønsker å inkludere og ekskludere i sluttproduktet (Heywood, Cornelius, & Carver, 2011). I denne oppgavens tilfelle, hvor formålet er å fremstille stormutsatte skogbruksareal, vil fokuset være å velge ut relevante data fra de ulike datasettene.

3.1.2 Vektor- og rasterdata

Vektordata kjennetegnes ved at geografiske fenomener representeres som objekter: punkter, linjer og polygoner. Punkter i et koordinatsystem som er 0-dimensjonale, linjer som er 1-dimensjonale og til sist polygoner som er 2-dimensjonale. Polygoner kjennetegnes som en lukket linje og får sin 2-dimensjonalitet ved å inneholde egenskaper for areal og omkrets (Grinderud et al., 2008). Dette muliggjør analyse av arealtall ved at ulike egenskaper er knyttet til ulike polygoner i vektordata. Vektorene er bygd opp av romlig data og en egenskapstabell. Markerer du et objekt i kartet (den romlige dataen) vil det aktuelle objektet også markeres i

egenskapstabellen og visa versa. Ofte vil en enkelt rad i egenskapstabellen kun være knyttet til ett enkelt polygon, men ved bruk av flerpartsobjekter åpnes muligheten til å knytte flere polygoner til en rad i egenskapstabellen (Rød, 2015). Vektordataen for fylker og kommuner i denne oppgaven består av ulike øyer, men som det likevel er hensiktsmessig å representere som én enhet.

Rasterdata er bygd opp av piksler hvor hver og en piksel kun kan ha en verdi. Derfor vil størrelsen på pikslene (oppløsningen) bestemme detaljnivået på kartet (Grinderud et al., 2008). Diskret tematisk raster og kontinuerlig tematisk raster er to måter å representere geografiske fenomener. Den diskrete metoden benyttes der vi har data med heltallsverdier og klare grenser som f.eks. skogområder og innsjøer, mens kontinuerlig data kan inneholde flyttall, hvor alle pikslene kan ha ulike verdier (Rød, 2015). Eksemplet i Figur 3.1 viser stormdatasettet benyttet for analysen som er et kontinuerlig tematisk raster.



Figur 3.1: Eksempel på et kontinuerlig tematisk raster

3.1.3 Målestokk og pikselstørrelse

Målestokk forteller oss hvilket størrelsesforhold det er mellom virkeligheten og det som fremstilles på et kart (Heywood et al., 2011). Et kart med stor målestokk dekker mindre områder, med større grad av detaljer, i motsetning til kart med liten målestokk som dekker større områder, men med færre detaljer. For denne oppgaven er det snakk om en nasjonal screening på kommunenivå og målestokken behøver derfor å være relativt liten. For rasterdata forteller oppløsningen oss hvilket detaljnivå vi kan forvente oss. Jo større piksler i et raster, desto lavere oppløsning (Grinderud et al., 2008). Oppløsningen på rasterdataen i denne oppgaven kommer jeg tilbake til senere.

3.1.4 Generalisering

Generalisering er forenkling av hva som vises på et kart, og varierer blant annet ut fra hvilken skala man har valgt. Ved liten målestokk er ofte generaliseringen stor, da kartet ellers ville fremstått som overfylt og forvirrende. Ved større skala er det mulig å vise flere detaljer uten at det går ut over synligheten. Men det kan også være aktuelt å generalisere ytterligere for å fjerne objekter på kartet som ikke har direkte betydning med det kartet ønsker å fremheve (Heywood et al., 2011).

3.1.5 Målenivå

Verdiene til variablene forteller hvilket målenivå dataen befinner seg i og deles inn i fire ulike kategorier: nominal, ordinal, intervall og forhold. Hvilket målenivå dataene befinner seg i forteller oss hvilke karttyper og hva slags korrelasjon som er hensiktsmessig å benytte (Rød, 2009). Arealbruksklassen til skog (ARKLASSE 30) er et eksempel på nominaldata benyttet for denne oppgaven. Enten er noe klassifisert som skog eller ikke. De ulike bonitetsklassene innenfor arealbruksklassen er eksempler på data på ordinalnivå. Bonitetsklasse 12 er av en høyere klasse enn 11. Selve indekstallene er basert på tall på forholds nivå. Det vil si tall som kan rangordnes med et absolutt nullpunkt (Rød, 2009). De samme tallene er relative, da det i utregningen er beregnet fra forholdet mellom de gjennomsnittlige stormtimene for kommunens produktive skogareal delt på de totale gjennomsnittlige stormtimene for hele kommunens areal.

3.2 Datamateriale

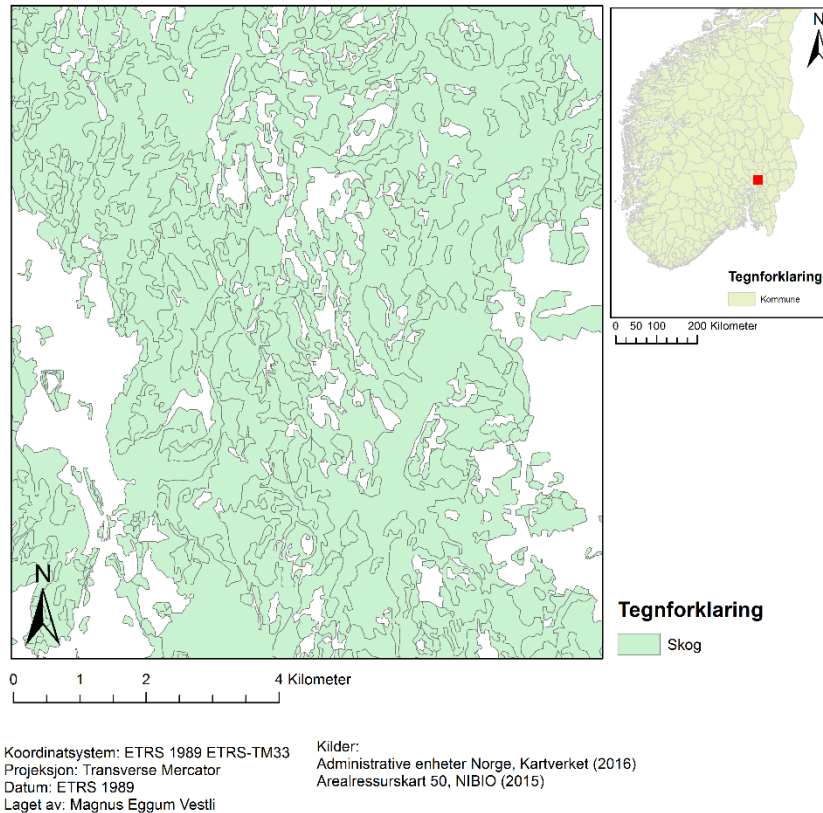
For arbeidet med analysen og resultatet som presenteres i neste kapittel er det benyttet datamateriale som inneholder arealtall over alle typer skogbruksareal i Norge, samt kommune- og fylkesgrenser og stormdata for hele Norge. Denne type data er allerede tilgjengelig hos ulike norske institusjoner, og danner grunnlaget for arbeidet.

3.2.1 Stormdata

For å kartlegge de mest vindutsatte områdene i Norge benyttes vinddata fra Kjeller vindteknikk. Dette er et rasterdatasett som viser gjennomsnittlig antall timer vind med en styrke på liten storm eller mer i perioden 2000 til 2011 (se Figur 3.1) (Rød et al., 2013). Basert på Beauforts vindskala er liten storm definert som vindstyrke på 20,8 m/s eller mer, og det er også dette som er grensen for erstatning etter stormskader (Norsk Naturskadepool, 2015b). Rasterdataen for storm har oppløsning 1km x 1km.

3.2.2 Skogbruksareal

Datamaterialet over skogbruksareal kalles AR50 og er et vektordatasett hentet fra NIBIO. Datasettet inneholder informasjon om landets arealressurser, inkludert skogareal (NIBIO, 2014). NIBIO definerer skog i sine datasett som «Skogdekt areal, dvs. tresatt areal som ikke er myr» (NIBIO, 2015, s. 4). I tillegg inneholder datasettet informasjon om bonitetsklasser og treslag. AR50 oppdateres omtrent hvert tredje år, og det aktuelle datasettet ble sist oppdatert våren 2014 (NIBIO, 2014). Videre er AR50 tilpasset bruk for målestokker mellom 1:20 000 og 1:100 000 og tar utgangspunkt i datasettet AR5 i målestokk 1:5000. AR50 består av generalisert data fra AR5 under tregrensen, tolkning av satellittbilder over tregrensen og N50 raster (NIBIO, 2015). Da denne oppgaven er en nasjonal screening på kommunalt nivå er det benyttet AR50. Dataen er lastet ned fylkesvis i EUREF89 UTM33 (se Figur 3.2).



Figur 3.2: Eksempel på vektordata benyttet i denne oppgaven

AR50 inneholder informasjon om ulike egenskaper. I denne oppgaven vil variablene for arealtype og skogsbonitet være av betydning, da disse inneholder informasjon omkring produktivt skogbruksareal (NIBIO, 2014). Arealtype inneholder informasjon om blant annet all slags skogsareal (ARTYPE 30), og muliggjør en selektering av tresatt areal. Skogsbonitet gjør det mulig å skille uproduktiv (impediment), uklassifisert og produktiv skog fra hverandre.

3.2.3 Fylkes- og kommuneareal

For å avgrense skogbruksareal til geografisk fremstilling og arealberegning ble det benyttet data med fylkes- og kommunegrenser ved bruk av kartverkets vektorbaserte grensedata «Administrative enheter, Norge» i EUREF89 UTM33. Dette leveres i SOSI format og ble konvertert til Shape ved bruk av programmet SOSI-Shape v3.0.0.

3.2.4 Erstatningsdata

Erstatningsdataen som benyttes til valideringen er basert på tall fra forsikrings-selskapet Skogbrand. Tallene viser andelen forsikret produktivt skogareal pr. fylke i 2014.

Tabell 3-1: Andelen forsikret areal i forhold til det totale produktive skogarealet i de ulike fylkene (Fjalestad, 2016).

Forsikringsareal pr fylke			
	Sum fylket		Tot areal
Fylke	Brann	Storm	forsikret
Østfold	2 158 933	1 770 922	2 158 933
Akershus	2 642 534	2 085 479	2 848 874
Oslo	263 862	5 821	263 862
Hedmark	10 038 721	8 328 387	10 324 359
Oppland	4 843 167	3 596 826	4 843 797
Buskerud	4 590 113	3 464 147	4 590 113
Vestfold	939 978	618 378	939 978
Telemark	4 074 735	2 793 246	4 074 735
Aust-Agder	2 806 820	1 755 509	2 806 820
Vest-Agder	1 570 585	980 461	1 570 585
Rogaland	446 899	279 593	446 899
Hordaland	475 042	355 534	475 042
Sogn og Fjordane	299 738	274 059	305 140
Møre og Romsdal	640 564	559 487	659 488
Sør-Trøndelag	1 031 683	790 861	1 049 545
Nord-Trøndelag	2 564 135	1 966 887	2 720 235
Nordland	305 450	248 687	309 896
Troms	31 462	16 926	31 462
Finnmark	0	0	0
Summer	39 724 421	29 891 210	40 419 763

Som Tabell 3-1 viser er det meste av skogbruksarealene forsikret mot brann, men forsikringsgraden mot storm varierer mye i de ulike fylkene. Tabellen viser også store forskjeller på forsikringsgraden av skog i Norge. Spesielt dårlig dekning finner vi i områder på Vestlandet og Midt-Norge. Totalt er kun i overkant av 40% av det produktive skogarealet forsikret mot stormskader.

3.3 Programvare

3.3.1 ArcGIS

Til å behandle og analysere datamaterialet, samt produsere et lesbart kart benyttes programmet ArcGIS for Desktop versjon 10.3, med lisensnivået «Advanced». Programmet har mulighet til å analysere både rasterdata og vektordata, og inneholder alle analyseverktøyene som behøves i oppgaven.

3.3.2 SPSS

Til korrelasjonsanalysen ble SPSS versjon 21 benyttet, da programmet inneholder statistiske verktøy til å regne ut både Pearsons R og Spearmans rangkorrelasjon.

3.3.3 Excel

Til behandling av tabeller og tallmateriale ble Microsoft sitt regnearkprogram Excel benyttet, da den er enkel å benytte til statistiske beregninger og enkelt kan benyttes konverteres fra .xls format til tabell i ArcGIS og visa versa.

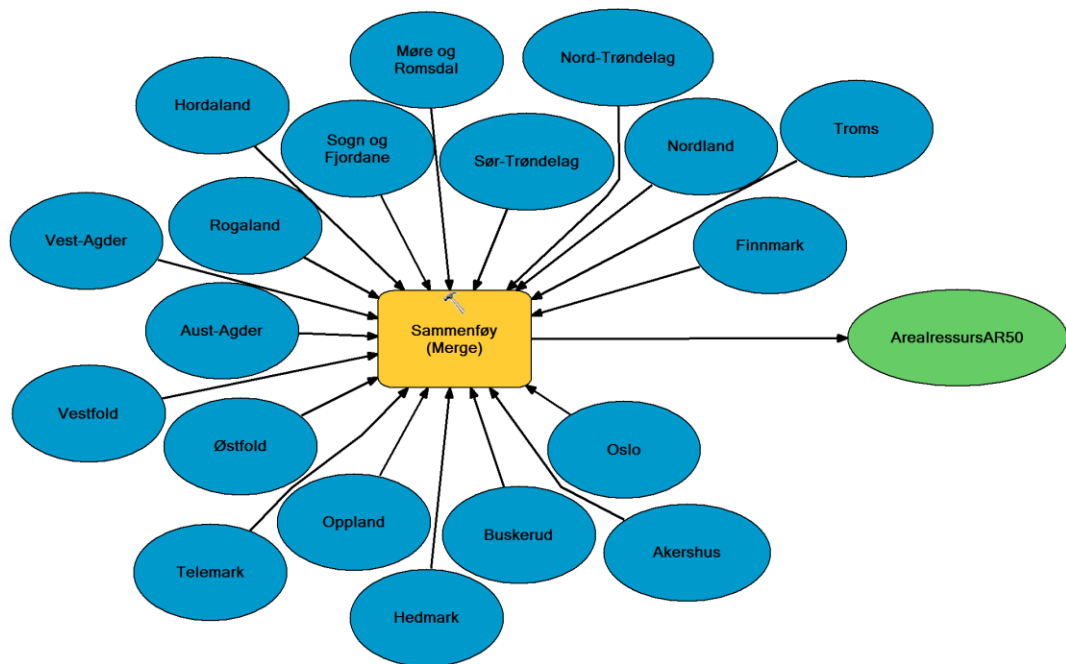
3.3.4 Annen programvare

I tillegg til overnevnte programvare ble programmet «SOSI <-> Shape 3.0.0.» benyttet til å konvertere Kartverkets kartdata fra SOSI- til Shapeformat, samt Adobe Illustrator til enkelte grafiske operasjoner i forbindelse med kartfremstillingene.

3.4 Vektoroperasjoner

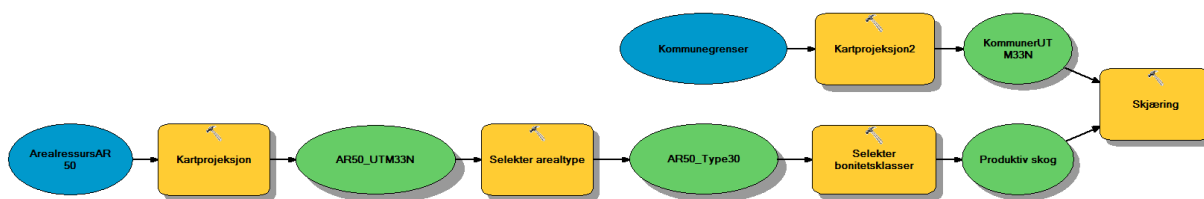
3.4.1 Identifisere produktive skogbrukslandskap

Datasettet AR50 er kun mulig å laste ned kommune- eller fylkesvis. Det ble derfor nødvendig å sammenkoble dataen til et nasjonalt tema, slik som vist i Figur 3.3.



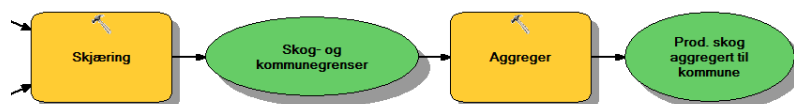
Figur 3.3: Bruk av verktøyet Merge for å samle fylkesdata

AR50 inneholder ulike arealbruksklasser blant annet for jordbruksareal, myr og skog. For å få en oversikt over produktive skogområder ble det nødvendig å selekttere arealbruksklassen *skog* (se Figur 3.4). Videre inndeles *skog* i ulike bonitetsklasser. Bonitetsklassene i AR50 er en forenkling av klassene fra AR5 og består av fem klasser: høy bonitet, middels bonitet, lav bonitet, impediment (uproduktiv skog) og ikke registrert. Dataen ble derfor forenklet til kun å inneholde produktiv skog (bonitetsklasse 12, 13 og 18), og dermed utelater impediment skog (uproduktiv) og ikke ikke-klassifisert skog. Dette ga en oversikt over produktivt skogareal på nasjonalt nivå. For å knytte dette til ulike kommuner og fylker ble vektoren med produktiv skog skjært med vektordata for både fylke- og kommunegrenser slik at hvert polygon som representerer et skogbruksareal har attributter som angir hvilket fylke og kommune polygonen ligger innenfor.



Figur 3.4: Seleksjon av produktivt skogbruksareal

Dataen ble så aggregert slik det er vist i Figur 3.5, og fører til at kommunevektoren består av 428 rader og fylkesvektoren av 19 rader. På denne måten forhindres det at produktive skogområder krysser kommune- og fylkesgrenser. I Figur 3.6 og Figur 3.7 vises deler av tabellen henholdsvis før og etter aggregering.



Figur 3.5: Aggregering av produktivt skogbruksareal og kommuner

OBJECTID *	Shape *	FID_AR60_ProdSkog	AREA_C	ARDYRNING	AREAL	ARLORDBRUK	ARKARTSTD	ARSKOGBOM	ARTRESLAG	ARTTYPE	ARVEGET	RUTE_ID	SL_SDEID	SSBID	FID_Kom_Project	Kom428	Navn
1	Polygon	105427	6541572	81	6780638.94	98	AR50	12	32	30	98	15	2760963	21000006700000	97	618	Hemseidal
2	Polygon	106054	75186.69	81	79696.52	98	AR50	12	33	30	98	15	2769192	21000006700000	96	617	Gol
3	Polygon	106057	25891.67	81	135354.91	98	AR50	12	31	30	98	15	2769295	21000006700000	96	617	Gol
4	Polygon	106058	17310.15	81	135354.91	98	AR50	12	31	30	98	15	2769295	21000006700000	96	617	Gol
5	Polygon	106062	2048.83	81	16396.71	98	AR50	12	31	30	98	15	2769415	21000006700000	96	617	Gol
6	Polygon	106063	54.23	81	16396.71	98	AR50	12	31	30	98	15	2769415	21000006700000	96	617	Gol
7	Polygon	106321	106831.91	82	282424.9	98	AR50	12	31	30	98	15	2780420	21000006700000	96	617	Gol
8	Polygon	106323	1364707.74	81	1505284	98	AR50	12	31	30	98	15	2780421	21000006700000	96	617	Gol
9	Polygon	106443	573425.96	81	1120687.33	98	AR50	12	31	30	98	15	2785224	21000006700000	95	616	Nes
10	Polygon	106459	11143080.19	81	14481786.23	98	AR50	12	31	30	98	15	2786229	21000006700000	95	616	Nes
11	Polygon	106492	10425316.1	81	19760322.67	98	AR50	12	31	30	98	15	2793477	21000006700000	95	616	Nes
12	Polygon	106493	777.58	81	19760322.67	98	AR50	12	31	30	98	15	2793477	21000006700000	95	616	Nes
13	Polygon	106495	5685.72	81	19760322.67	98	AR50	12	31	30	98	15	2793477	21000006700000	95	616	Nes
14	Polygon	137456	2963.13	81	2963.13	98	AR50	12	31	30	98	10	2479599	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
15	Polygon	137458	720.9	81	1108.32	98	AR50	13	31	30	98	10	2479567	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
16	Polygon	137459	1108.32	81	720.9	98	AR50	12	33	30	98	10	2479578	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
17	Polygon	137460	3895.61	81	3895.61	98	AR50	12	31	30	98	10	2479613	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
18	Polygon	137461	7625.38	81	7625.38	98	AR50	12	33	30	98	10	2479615	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
19	Polygon	137462	6381.41	81	6381.41	98	AR50	13	31	30	98	10	2479627	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
20	Polygon	137463	11139.87	81	11139.87	98	AR50	12	31	30	98	10	2479655	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
21	Polygon	137464	19057.74	81	19057.74	98	AR50	12	33	30	98	10	2479669	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
22	Polygon	137466	1695.99	81	1695.99	98	AR50	13	33	30	98	10	2479680	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
23	Polygon	137467	40166.11	81	40166.11	98	AR50	13	33	30	98	10	2479682	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
24	Polygon	137470	23535	82	23535	98	AR50	13	31	30	98	10	2479691	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
25	Polygon	137471	36804	81	36804	98	AR50	12	31	30	98	10	2479709	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
26	Polygon	137472	16100.02	82	16100.02	98	AR50	18	33	30	98	10	2479753	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
27	Polygon	137473	6070.45	81	6070.45	98	AR50	12	31	30	98	10	2479797	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
28	Polygon	137474	26526.03	81	26526.03	98	AR50	12	31	30	98	10	2479779	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
29	Polygon	137475	20557.42	81	20557.42	98	AR50	12	31	30	98	10	2479780	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
30	Polygon	137477	19364.53	81	19364.53	98	AR50	13	31	30	98	10	2479788	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
31	Polygon	137478	88271.8	81	88271.8	98	AR50	12	31	30	98	10	2479798	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
32	Polygon	137482	47782.05	81	47782.05	98	AR50	12	31	30	98	10	2479609	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
33	Polygon	137483	8714.35	81	8714.35	98	AR50	12	31	30	98	10	2479810	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
34	Polygon	137485	2932.63	81	2932.63	98	AR50	13	31	30	98	10	2479812	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
35	Polygon	137486	29882.75	81	29882.75	98	AR50	18	31	30	98	10	2479831	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
36	Polygon	137487	29880.11	81	29880.11	98	AR50	12	31	30	98	10	2479837	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
37	Polygon	137488	22766.3	81	22766.3	98	AR50	12	31	30	98	10	2479850	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
38	Polygon	137489	4785.16	81	4785.16	98	AR50	12	33	30	98	10	2479866	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
39	Polygon	137490	4614.5	81	4614.5	98	AR50	12	31	30	98	10	2480304	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
40	Polygon	137491	93759.96	81	93759.96	98	AR50	12	31	30	98	10	2479916	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
41	Polygon	137493	17123.87	81	17123.87	98	AR50	12	31	30	98	10	2479925	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
42	Polygon	137494	32187.35	81	32187.35	98	AR50	12	33	30	98	10	2479929	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
43	Polygon	137495	18034.89	81	18034.89	98	AR50	13	31	30	98	10	2479941	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
44	Polygon	137496	33493.41	82	33493.41	98	AR50	12	31	30	98	10	2479962	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal
45	Polygon	137497	24036.24	81	24036.24	98	AR50	12	31	30	98	10	2479953	21000006600000	110	633	Nore og Uvdal

Figur 3.6: Attributtabelen før aggregering (dissolve)

OBJECTID *	Shape *	Kom428	Navn	Shape_Length	Shape_Area	Areal
1	Polygon	101	Halden	2774788.716396	400953255.179419	400.953255
2	Polygon	104	Moss	231452.423052	34704542.719488	34.704543
3	Polygon	105	Sarpsborg	1664665.158033	210231291.374599	210.231291
4	Polygon	106	Fredrikstad	1233453.382952	10306858.952225	103.068589
5	Polygon	111	Hvaler	472085.677475	23653808.623536	23.653809
6	Polygon	118	Aremark	1235099.524762	234448251.725339	234.448252
7	Polygon	119	Marker	1481496.697143	293299231.481947	293.299231
8	Polygon	121	Rømskog	623195.013496	140550094.667558	140.550095
9	Polygon	122	Trøgstad	689944.92426	108840842.200283	108.840842
10	Polygon	123	Spydeberg	558233.991155	80917860.647823	80.917861
11	Polygon	124	Askim	306509.631536	25978655.414536	25.978655
12	Polygon	125	Eidsberg	966336.595058	125856499.522936	125.8565
13	Polygon	127	Skiptvet	380001.099607	52535920.01091	52.53592
14	Polygon	128	Rakkestad	1615190.486716	269383171.943738	269.383172
15	Polygon	135	Råde	435006.971329	47942305.188947	47.942305
16	Polygon	136	Rygge	268557.870886	24464925.858734	24.464926
17	Polygon	137	Våler	851335.334686	182593418.506653	182.593419
18	Polygon	138	Hobøl	523977.180567	97094320.615798	97.094321
19	Polygon	211	Vestby	516555.984638	76811799.246138	76.811799
20	Polygon	213	Ski	572092.716901	101073482.687767	101.073483
21	Polygon	214	Ås	366627.349657	46637973.312416	46.637973
22	Polygon	215	Frogg	360911.691751	45591926.084145	45.591926
23	Polygon	216	Nesodden	296684.3422	37390164.799121	37.390165
24	Polygon	217	Oppegård	139729.353543	22488520.624234	22.488521
25	Polygon	219	Bærum	506862.55959	116740780.088009	116.74078
26	Polygon	220	Asker	431718.485567	52495963.123806	52.495963
27	Polygon	221	Aurskog-Høland	2943969.991047	701861808.980998	701.861809
28	Polygon	226	Sorrum	621795.490085	109719561.082633	109.719561
29	Polygon	227	Fet	507899.274533	93727978.197215	93.727978
30	Polygon	228	Rælingen	163947.589023	43301346.781588	43.301347
31	Polygon	229	Enebakk	638732.95903	151073684.404533	151.073684
32	Polygon	230	Lørenskog	179213.55989	46783800.678019	46.783801
33	Polygon	231	Skedsmo	228013.664686	28453443.868215	28.453444
34	Polygon	233	Nittedal	545565.504087	142117577.421508	142.117577
35	Polygon	234	Gjerdum	292963.902226	46039398.68584	46.039399
36	Polygon	235	Ullensaker	809431.528785	118870124.123623	118.870124
37	Polygon	236	Nes	1796857.117937	402999314.158215	402.999314
38	Polygon	237	Eidsvoll	1325962.941774	290913485.779862	290.913486
39	Polygon	238	Nannestad	978562.793797	241920759.154935	241.920759
40	Polygon	239	Hurdal	685104.74816	236447758.735071	236.447759
41	Polygon	301	Oslo	1133954.791618	275928663.01242	275.928663
42	Polygon	402	Kongsvinger	2730279.069098	805198191.340688	805.198191
43	Polygon	403	Hamar	1314609.209177	164999145.484735	164.999145
44	Polygon	412	Ringsaker	3845861.369325	605686288.947872	605.686289
45	Polygon	415	Leten	1219492.211936	241597196.927178	241.597197
46	Polygon	417	Slange	1872910.122232	467483397.619476	467.483398
47	Polygon	418	Blaker	1544350.214716	400960000.469424	400.960000

Figur 3.7: Attributt Tabellen etter aggregering (dissolve)

For å oppnå arealtall i samme enhet og dermed forenkle beregningen for både produktivt skogareal og kommune-/fylkesareal ble det lagt til et nytt felt til vektorene (se Figur 3.8) hvor arealtallene ble omregnet fra kvadratmeter til kvadratkilometer.

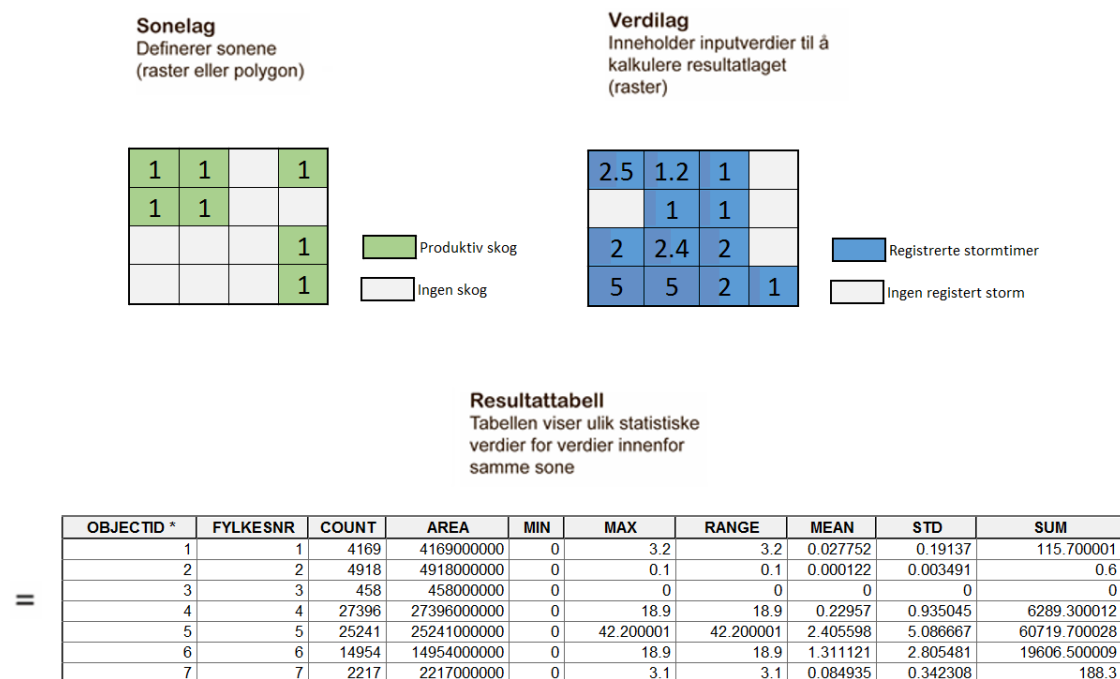


Figur 3.8: Omregning av arealtall

3.5 Rasteroperasjoner

3.5.1 Beregne gjennomsnittlig stormtimer pr. fylke og kommune

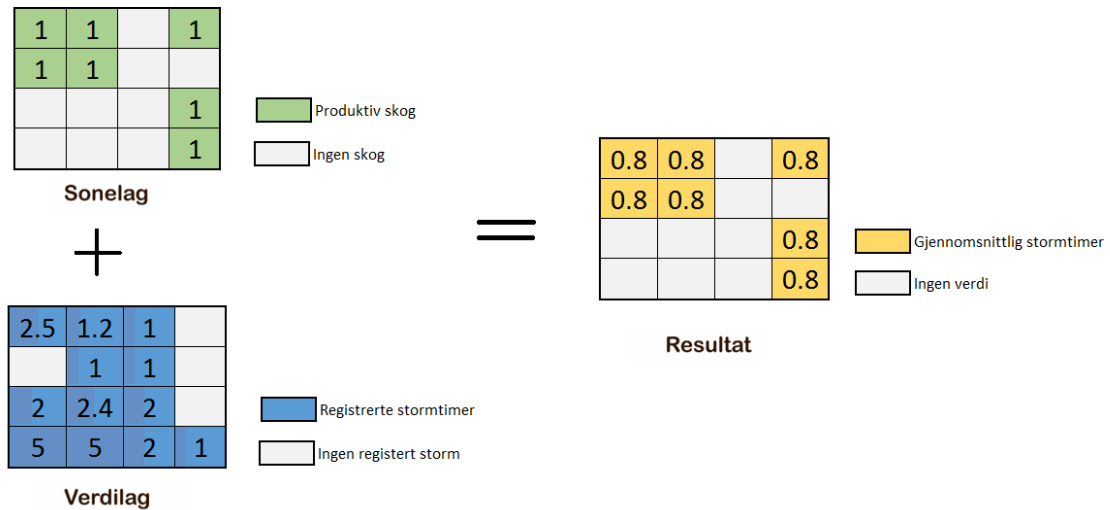
For å beregne gjennomsnittlig stormtimer for det totale arealet av hvert fylke og kommune, samt det totale arealet av produktivt skogbruksareal ble verktøyet sonalstatistikk (zonal statistics as table) benyttet. Verktøyet benytter seg av sonale kartalgebrafunksjoner, og fungerer ved å bruke et sonelag og et verdilag. Verdilaget inneholder data som ved hjelp av et sonelag gir en resultattabell med forskjellig beskrivende statistikk (se Figur 3.9) (DeMers, 2009; ESRI, 2012a). Verdilaget må bestå av et rasterdatasett, i dette tilfellet stormdata, mens sonene kan være definert enten av regioner i rasterdata eller polygoner i vektordata. Dersom polygoner benyttes for sonedefinisjoner vil programvaren automatisk konvertere vektordata til rasterdata (ESRI, 2012b). Regioner i et raster vil si at celler innenfor en sone med samme verdi tilhører samme region selv om de ikke er koblet sammen (ESRI 2009). For eksempel består skogområdene i de ulike kommunene av flere områder, men de har allikevel verdien «produktiv skog» selv om de ikke er koblet til hverandre. Eksempel på dette vises i Figur 3.9.



Figur 3.9: Utregning av sonalstatestikk

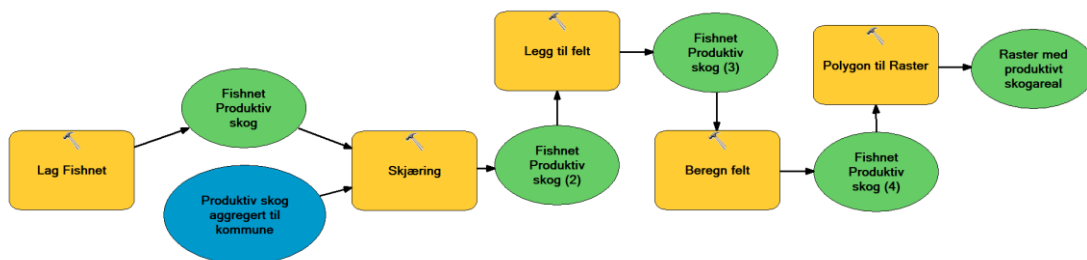
Resultattabellen vil inneholde en tabell med en rad for hver kommune som inneholder produktiv skog. Kommuner der det ikke er registrert skog vil oppfattes som områder uten verdi, og ekskluderes fra tabellen. Verktøyet har mulighet til å kalkulere ulike statistiske verdier innenfor

ulike soner som f.eks. høyeste og laveste verdi (MAX og MIN), gjennomsnittsverdi (MEAN), den verdien som opptrer oftest (MAJORITY), standardavvik (STD) etc. (DeMers, 2009). I dette tilfellet er det MEAN som er interessant, da den forteller gjennomsnittet av stormtimer innenfor den kalkulerede sonen (Se Figur 3.10). Ved å knytte de ulike tabellene til sine respektive kartlag muliggjøres en visuell fremstilling av dataen.



Figur 3.10: Utrekning av MEAN

I dette tilfellet var det nødvendig å bruke rasterdata som soner, da verktøyets automatiske konvertering mellom vektor og raster i flere tilfeller beregnet områder som inneholdt stormdata og små områder med produktiv skog som verdien null. Figur 3.11 viser hvordan vektordataen for produktiv skogareal ble konvertert til raster ved å lage et rutenett (fishnet) i størrelse 1km x 1km som går kant i kant med stormrasteren. Dette ble så skjært med produktiv skog på kommunenivå, for så å gi alle de nye «cellene» verdien 1.



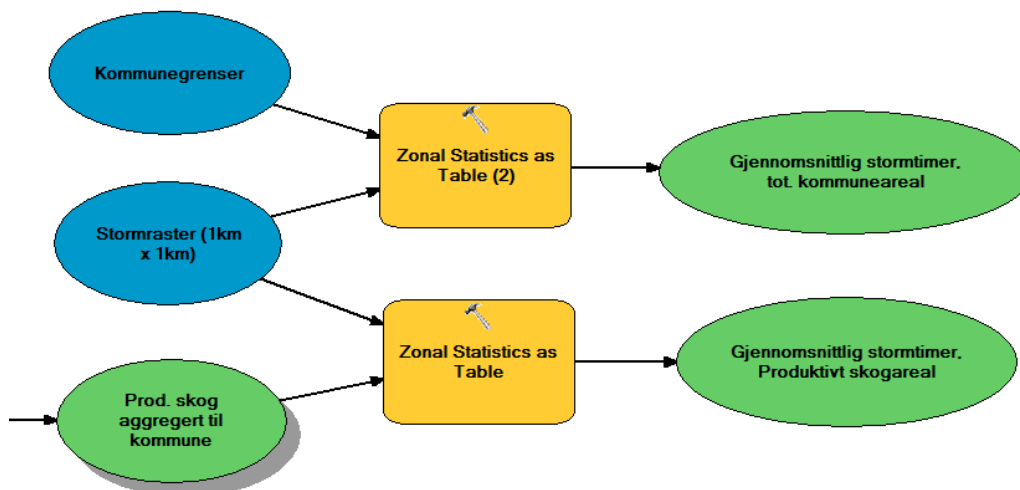
Figur 3.11: Vektor til raster konvertering

Verktøyet polygon til raster vil da lage et rasterdatasett som er kant i kant med stormrasteren, og som samtidig er knyttet mot de ulike kommunene (se Figur 3.12).

Ved å benytte de nye rasterene for både hele kommunens areal og for skogbruksareal som sonelag og stormrasteren som verdilag, ble det så mulig å hente ut gjennomsnittlig stormtimer for både produktive skogområder og hele kommunens areal (se Figur 3.13).



Figur 3.12: Resultatet av rastertransformeringen



Figur 3.13: Beregning av gjennomsnittlig stormtimer for kommune- og skogsareal

3.6 Beregning og fremstilling av indeks

3.6.1 Indeksens formel

Indeksen beregnes ved å benytte gjennomsnittresultatet for skogsareal og totalareal til hver av de ulike fylkene og kommunene slik som vist i formelen:

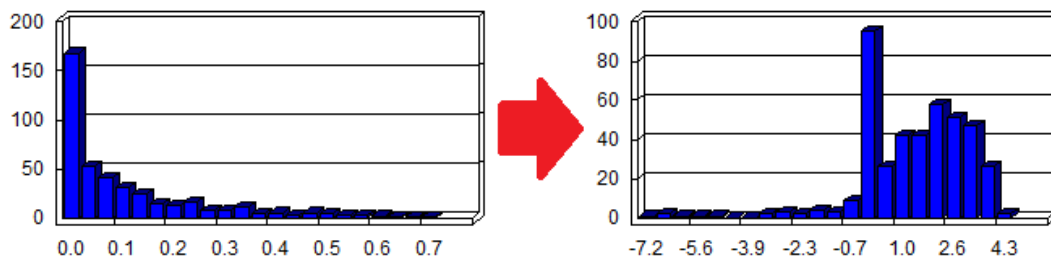
$$i = \frac{\overline{X}_s \cdot A_s}{\overline{X}_k \cdot A_k} \quad (3.1)$$

Beregningen gjøres ved å multiplisere gjennomsnittlig stormtimer for produktivt skogsareal i en kommune (\overline{X}_s) med arealet av det produktive skogsarealet i samme kommune (A_s) også dividere dette på gjennomsnittlig stormtimer for hele kommunens areal (\overline{X}_k) multiplisert med kommunes totale areal (A_k). Resultatet av dette gir et indekstall mellom 0 og 1, hvor 0 er minst eksponert og 1 er mest eksponert.

3.6.2 Klassifisering

Svært mange av indeksverdiene er lave og frekvenshistogrammet er dermed skjevfordelt. Standardavviksmetoden gir best resultat dersom datamaterialet er normalfordelt, og det var

nødvendig og logaritmetransformere frekvenshistogrammet. Resultatet gav ikke en tilstrekkelig normalfordeling av dataene (se Figur 3.14).



Figur 3.14: Logaritmetransformasjon av skjevfordelt frekvenshistogram

I stedet ble dataen forsøkt inndelt i kvantiler i ti deler (deciles). På denne måten kan vi identifisere de mest og minst utsatte tiendedelen av datamaterialet. Dette gjøres ved at decilesene deles inn i ti omtrent like deler. Denne typen inndeling er nyttig dersom man ønsker å identifisere høyeste og laveste prosentandel av observasjonene (Rød, 2009).

3.7 Validering

I et forsøk på å undersøke hvorvidt det finnes indikasjoner på om indeksen kan anses som valid eller ikke, presenteres her en fremgangsmåte som kan benyttes til å validere indeks på kommunenivå. Som en ekstra indikasjon og alternativ validering benyttes også lokalaviser fra utsatte kommuner. Dersom det har vært storm i en kommune som har medført store skader på skog – og påfølgende tap for skogeieren – er det forventet at dette er skrevet om i lokalaviser.

3.7.1 Korrelasjon

En måte å validere indeksen på er utføre en bivariat analyse, altså en analyse av to variabler for å studere forholdet mellom dem (Rød, 2009). Dersom begge variablene er kontinuerlige kan man benytte korrelasjonsanalyse (Johannessen, 2009). I dette tilfellet blir det å se i hvilken grad forsikringsutbetalinger korrelerer med de stormutsatte produktive skogarealene. Det antas at en økning i stormutsatt skogareal vil føre til en høyere erstatningsutbetaling. En økning i erstatningsutbetalinger vil ikke nødvendigvis bety en økning i antallet stormtimer.

Ulempen er at tallmaterialet i dette tilfellet er at det er aggregert til fylkesnivå, samt at det er svært ulik dekningsgrad i de ulike fylkene. Resultatet fra valideringen ansees derfor som

ufullstendig, men viser en mulig fremgangsmåte dersom man får tilgang på bedre erstatningsdata på kommunenivå.

3.7.2 Spearmans rangkorrelasjon (r_s)

Spearmans rangkorrelasjon kan brukes på variabler med verdier på ordinalnivå (Rød, 2009). For å kunne benytte denne formelen må tallene for de fylkesvise forsikrede arealene og det totale stormeksponte arealet i de ulike fylkene rangeres med en ny rangverdi mellom 1 til 19. Korrelasjonskoeffisienten beregnes ved å ta rangdifferansen mellom de to variablene, kvadrere dette resultatet og summere disse. Korrelasjonskoeffisienten kan da finnes ved å benytte formelen

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (3.2)$$

hvor r_s er korrelasjonskoeffisienten, n er antallet fylker og d_i^2 er kvadratet av differansen mellom tallene for det rangerte forsikrede arealet og det rangerte stormeksponte arealet. I Tabell 3-2 vises hvordan rangkorrelasjonen utregnes basert på verdiene for forsikret areal og eksponert areal oppgitt i km^2 .

Tabell 3-2: Utregning av Spearmans rangkorrelasjonskoeffisient

Fylkesnr.	Fylkesnavn	Forsikret_areal (X)	Rang (X)	Ekspontert_areal (Y)	Rang (Y)	Differanse_rang (d_i)	Differanse_kvadrat (d_i^2)
1	Østfold	1770922	13	116	3	10	100
2	Akershus	2085479	15	1	2	13	169
3	Oslo	5821	2	0	1	1	1
4	Hedmark	8328387	19	6289	6	13	169
5	Oppland	3596826	18	60720	16	2	4
6	Buskerud	3464147	17	19607	10	7	49
7	Vestfold	618378	9	188	4	5	25
8	Telemark	2793246	16	17419	9	7	49
9	Aust-Agder	1755509	12	7986	7	5	25
10	Vest-Agder	980461	11	6288	5	6	36
11	Rogaland	279593	6	31274	12	-6	36
12	Hordaland	355534	7	41923	14	-7	49
14	Sogn og Fjordane	274059	5	103640	18	-13	169
15	Møre og Romsdal	559487	8	69631	17	-9	81
16	Sør-Trøndelag	790861	10	30280	11	-1	1
17	Nord-Trøndelag	1966887	14	11376	8	6	36
18	Nordland	248687	4	184292	19	-15	225
19	Troms	16926	3	53292	15	-12	144
20	Finnmark	0	1	35572	13	-12	144

$n=19$

$\sum 1512$

Basert på utregningene fra Tabell 3-2 gis det følgende verdier i formelen

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{19} 1512}{19^3 - 19} = -0,326 \quad (3.3)$$

og resultatet viser en korrelasjonskoeffisient mellom -1 og 1.

3.7.3 Pearsons korrelasjonskoeffisient

For variabler på intervall eller forholds nivå er det vanlig å benytte seg av Pearsons korrelasjonskoeffisient. Pearsons r beregnes ved å se på kovariasjonen mellom to variabler og hvor sterk denne kovariansen er (Rød, 2009). Resultatet vil være et tall mellom -1 til +1. Jo nærmere +1 eller -1, jo sterkere er den lineære korrelasjonen. Det vil si at en verdi nære +1 betyr at høy verdi på ene variabelen også gir høy verdi på den andre og omvendt. En verdi nære -1 betyr at høy verdi på ene variabelen gir lav verdi på andre variabelen og omvendt (Johannessen, 2009). Dersom resultatet er nærmere 0 vil observasjonene være tilfeldig spredt innenfor de fire kvadratene som kovariansen beregnes fra (Rød, 2009). I følge Johannessen (2009) eksisterer det en tommelfingerregel som sier at r-verdier opp til 0,20 kan ansees som svak, verdier mellom 0,30 til 0,40 kan betraktes som relativt sterke og verdier over 0,50 som meget sterke.

3.7.4 Signifikanstesting

Ved bruk av både Spearmans r_s og Pearsons r er det mulig å undersøke om sammenhengen mellom de to variablene er signifikant. Signifikansen uttrykkes gjennom p-verdier, og kjennetegnes ved å ha en høy verdi dersom korrelasjonskoeffisienten er lav, og lav verdi dersom korrelasjonskoeffisienten er høy. I SPSS testes signifikansnivået (p-verdier) sammen med korrelasjonsanalysen. Programmet deler inn i verdigranser som representerer ulike signifikansnivå. Grensene er satt til lavere enn 0,05, lavere en 0,01, lavere enn 0,001 og til slutt ikke signifikante fordelinger (Johannessen, 2009).

3.7.5 Indikasjoner fra lokalaviser

Som en alternativ valideringsmetode benyttes også lokalaviser ved å ta utgangspunkt i de mest eksponerte kommunene basert på tall fra indeksen. Etersom datamaterialet er basert på historiske verdier er det en forventning at det er skrevet artikler omkring stormhendelser og medfølgende skader på skogområder for disse kommunene. Denne metoden er knyttet til kvalitativ forskning, og ansees som en form for dokumentanalyse. Dokumentanalysen kjennetegnes ved at dokumentene som benyttes er skrevet for et annet formål (Thagaard, 2009).

Ved å ta utgangspunkt i de ti mest eksponerte kommunene fra den øvre kvantilen gir det følgende kommuner: Audnedal, Halden, Porsgrunn, Hurum, Skodje, Tysnes, Skaun, Inderøy, Bamble og Vestre Toren. Med utgangspunkt i nevnte ti kommuner benyttes søkeverktøyet ATEKST for å hente artikler. ATEKST er et søkeverktøy som inneholder originale artikler fra mange norske papiraviser, fagblader og magasiner (Retriever Norge, udatert). Fordelen med å bruke denne databasen er at den inneholder både artikler fra papiraviser og nettaviser. I tilfeller der lokalaviser ikke finnes i arkivet til ATEKST søkes det direkte i kommunens lokalaviser.

4 Resultater

I dette kapitlet presenteres først bakgrunnsdataen med en oversikt over hvor de ulike produktive skogbruksområdene i befinner seg, både på fylkes- og kommunenivå. Videre presenteres også en oversikt over stormdataen, og eksempel på hvor områder med produktivt skogbruksareal befinner seg i forhold til registrerte stormhendelser. Disse danner grunnlaget for eksponeringsindeksen som presenteres senere. Formålet med å presentere bakgrunnsdataen er å gi en større forståelse på hvorfor resultatene i indeksen fremstår slik de gjør. Dette danner også bakteppet for diskusjonskapitlet hvor årsakene til at kommunene skårer høyt eller lavt på indeksen undersøkes.

Med utgangspunkt i eksponeringsindeksen presenteres så de ti prosent mest og minst eksponerte kommunene i Norge. Dette for å gjøre det enklere å identifisere hvor de ulike kommunene befinner seg, både i forhold til ulike deler av Norge og til hverandre.

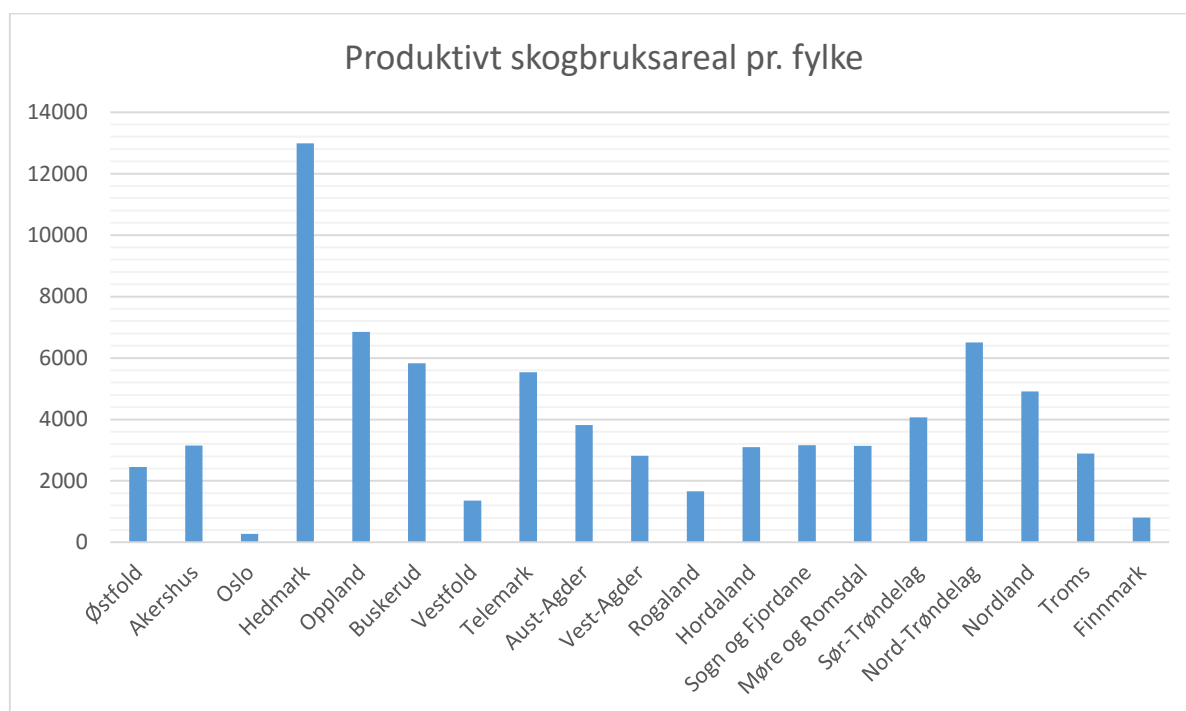
Avslutningsvis presenteres resultatene fra valideringen. Først gjennom en presentasjon av korrelasjonsanalysene og hvilke resultater de gav, for så å se nærmere på hvilke indikasjoner som ble oppdaget i dokumentanalysen. Det er tatt utgangspunkt i de ti mest eksponerte kommunene i denne undersøkelsen.

4.1 Produktivt skogbruksareal på fylkesnivå

Erstatningsdataen fra Skogbrand som benyttes i valideringen baserer seg på fylkesvise tall. Det presenteres derfor en fylkesvis oversikt over hvor produktivt skogbruksareal befinner seg i Norge. Det gir også en forenklet forståelse over hvor de største skogbruksarealene befinner seg.

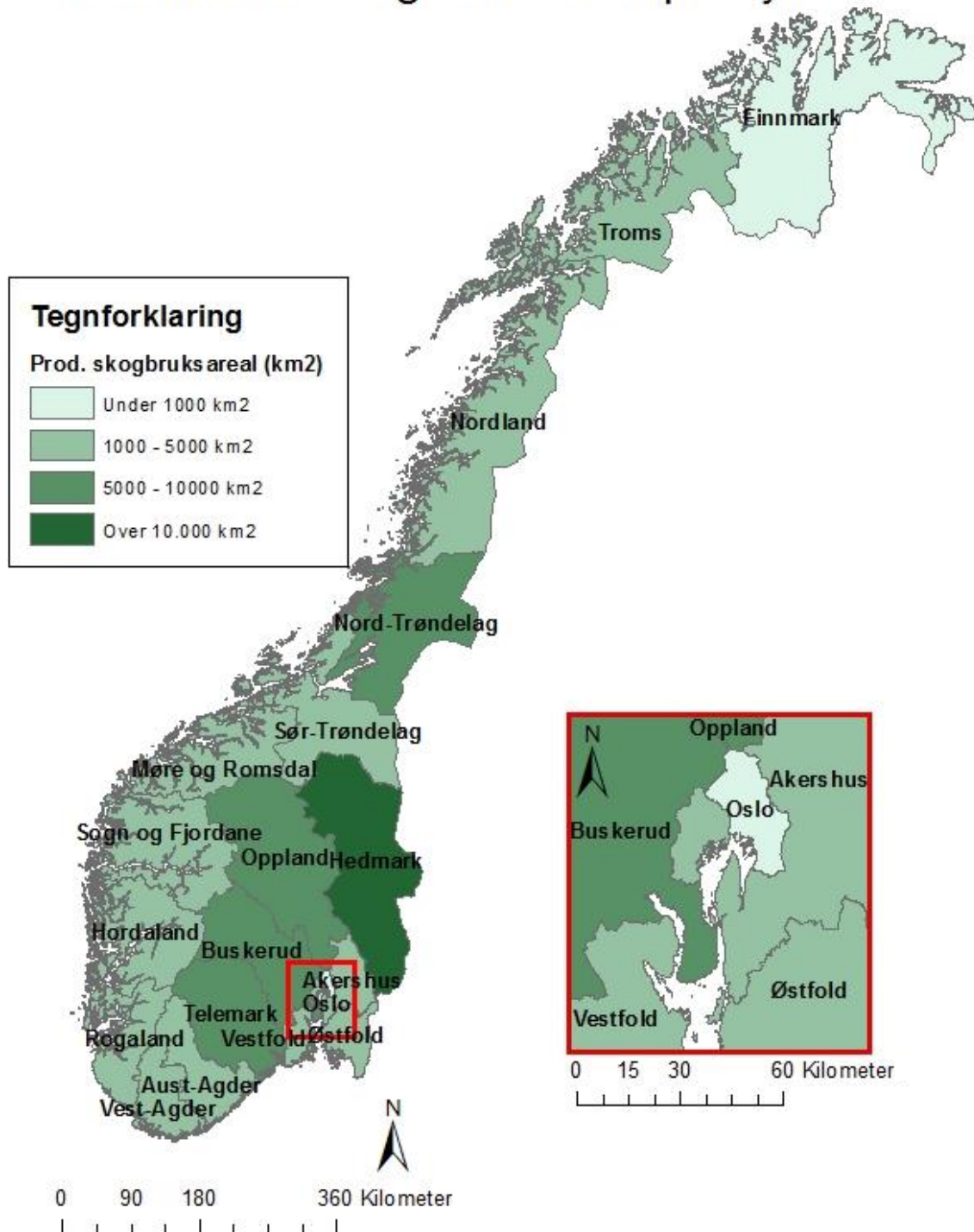
Det er store forskjeller rundt om i landet når det gjelder andelen produktivt skogbruksareal i de ulike fylkene og kommunene. Resultatet fra Figur 4.1 og Figur 4.2 viser størrelsen på produktive skogbruksareal pr. fylke oppgitt i km².

Hedmark skiller seg ut som et fylke med store skogområder, mens Finnmark utmerker seg med svært lite produktive skogområder. Det er dermed ikke gitt at fylker med stort areal også inneholder store områder med produktivt skogbruksareal.



Figur 4.1: Stolpediagram av produktivt skogbruksareal pr. fylke

Produktivt Skogbruksareal pr. Fylke



Kilder:
 Administrative enheter Norge, Kartverket (2016)
 Arealressurskart 50, NIBIO (2015)

Koordinatsystem: ETRS 1989 ETRS-TM33
 Prosjeksjon: Transverse Mercator
 Datum: ETRS 1989
 Laget av: Magnus Eggum Vestli

Figur 4.2: Kartfremstilling av produktivt skogbruksareal pr. fylke

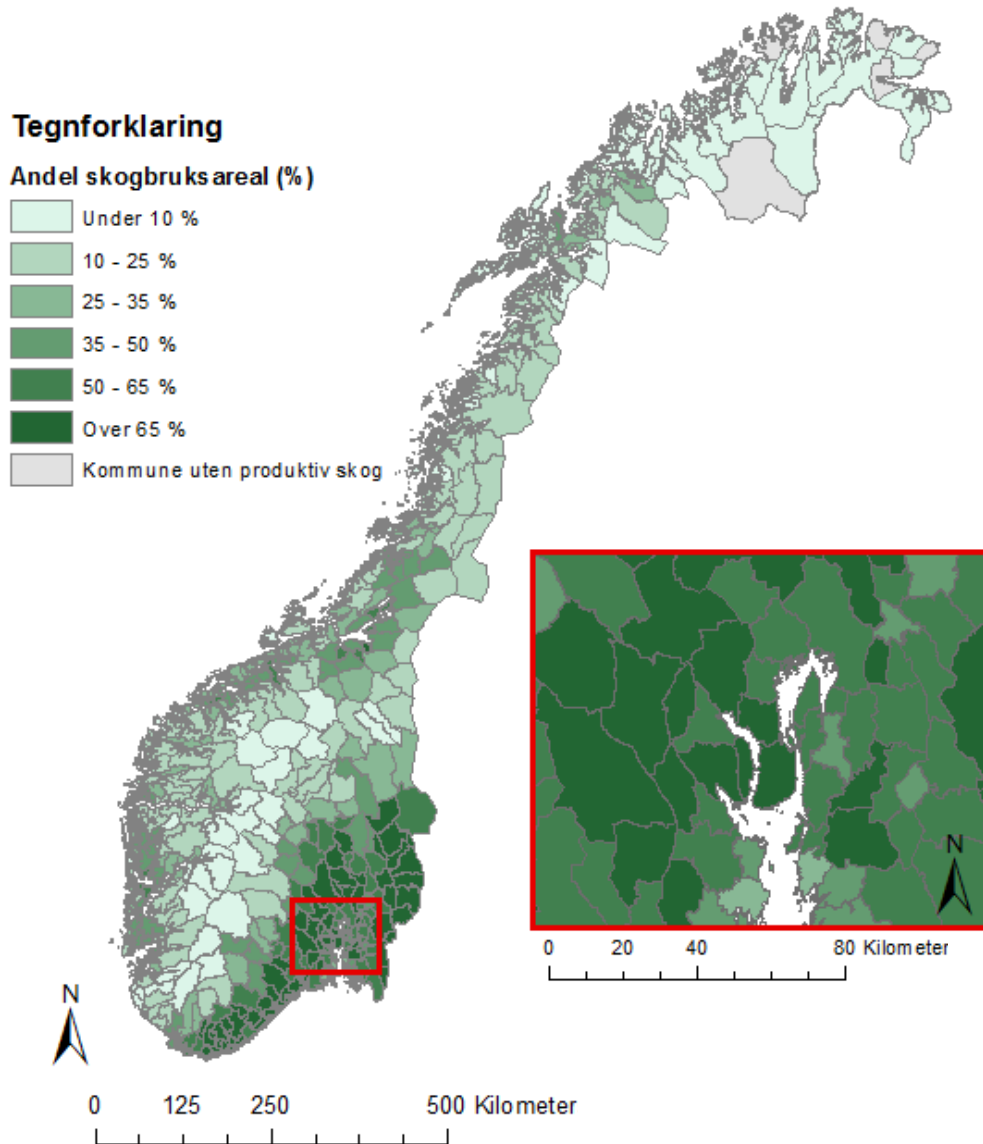
4.2 Produktivt skogbruksareal på kommunenivå

For å få en større forståelse for hvor stor del av kommunene som preges av skogdekt areal presenteres det i Figur 4.3 en oversikt over den prosentvise andelen av kommunens totale areal som er dekket av skog. Antakelsen er at kommuner med en stor andel skogdekt areal også vil være mer risikoutsatt ved stormhendelser.

I tråd med hva fylkesoversikten viser kommer det frem av Figur 4.3 at mange av kommunene østafjells, samt flere av trøndelagskommunene inneholder store områder med produktivt skogbruksareal sett i forhold til kommunenes øvrige areal.

Ti av kommunene inneholder ikke produktivt skogbruksareal, eller så er det ikke registrert. Syv av disse kommunene befinner seg i Finnmark, to i Nordland og en i Rogaland. I Nordland og Rogaland er det snakk om kystkommunene Røst, Træna og Kvitsøy som alle tre befinner seg ved havgapet. I Finnmark er det snakk om kommunene Vardø, Hammerfest, Kautokeino, Måsøy, Nordkapp, Berlevåg og Nesseby som ikke inneholder produktiv skog av tidligere nevnte klimatiske årsaker.

Andel skogbruksareal pr. Kommune



Kilder:
Administrative enheter Norge, Kartverket (2016)
Arealressurskart 50, NIBIO (2015)

Koordinatsystem: ETRS 1989 ETRS-TM33
Projeksjon: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
Laget av: Magnus Eggum Vestli

Figur 4.3: Prosentvis andel skogbruksareal av en kommunes totale areal

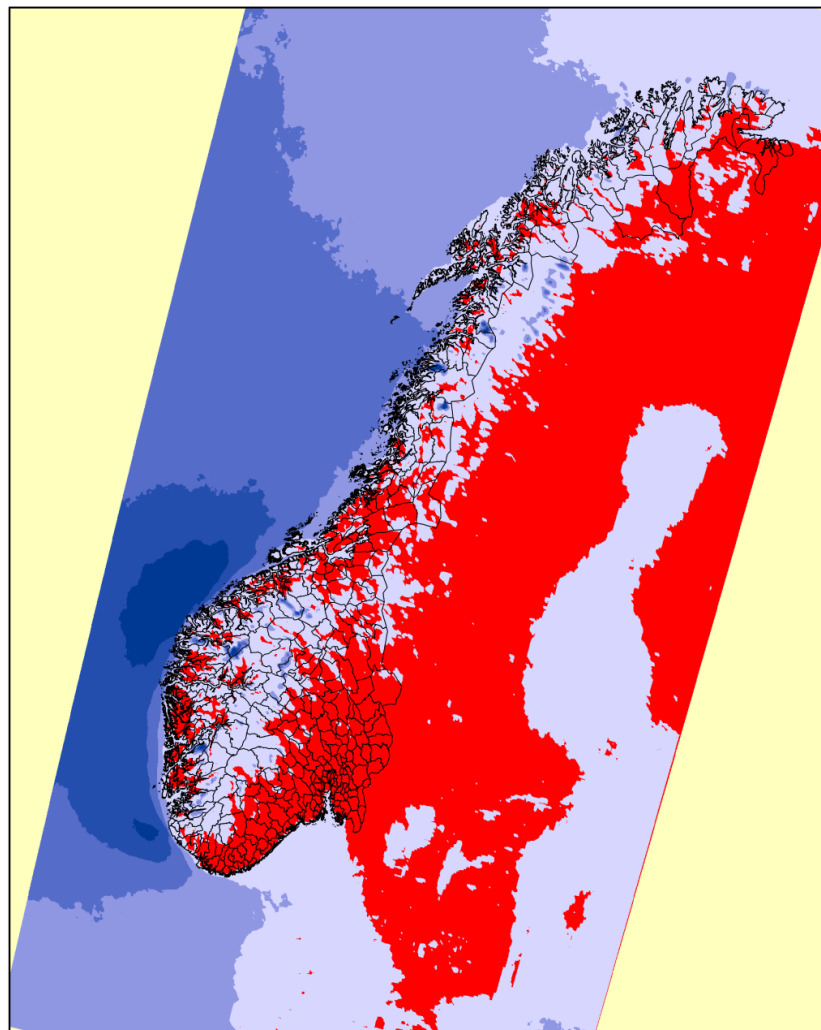
4.3 Stormdata

Som et bidrag til diskusjonen presenteres også stormrasteren for seg selv, samt eksempelområder hvor også produktive skogbruksareal er lagt over. Dette for å gi et bilde av hvor de fleste stormhendelser har inntruffet i perioden mellom 2000 – 2011.

Stormdataen er representert i Figur 4.4 og viser de områdene i Norge der det er registrerte stormtimer med en vindstyrke over 20,8 m/s eller mer i perioden 2000 – 2011. De røde områdene representere piksler det det ikke er registrert storm i perioden. De gule feltene er utenfor modellområdet.








Kartet indikerer lite eller ingen storm registrert over store deler av østlandsområdene, samt flere kommuner i Agderfylkene og Telemark. Kystnære kommuner, samt store fjellområder har i de fleste tilfeller registrerte stormtimer.

I Figur 4.5, Figur 4.6 og Figur 4.7 vises tre eksempelområder fra Vestlandet, Østlandet og Trøndelag. I disse eksemplene er produktivt skogareal lagt over for å illustrere hvor de befinner seg i forhold til stormtimene fra stormrasteren. Dette er med på å danne grunnlaget for diskusjon omkring de ulike kommunenes plassering på indeksen.



0 125 250 500 Kilometer

Tegnforklaring

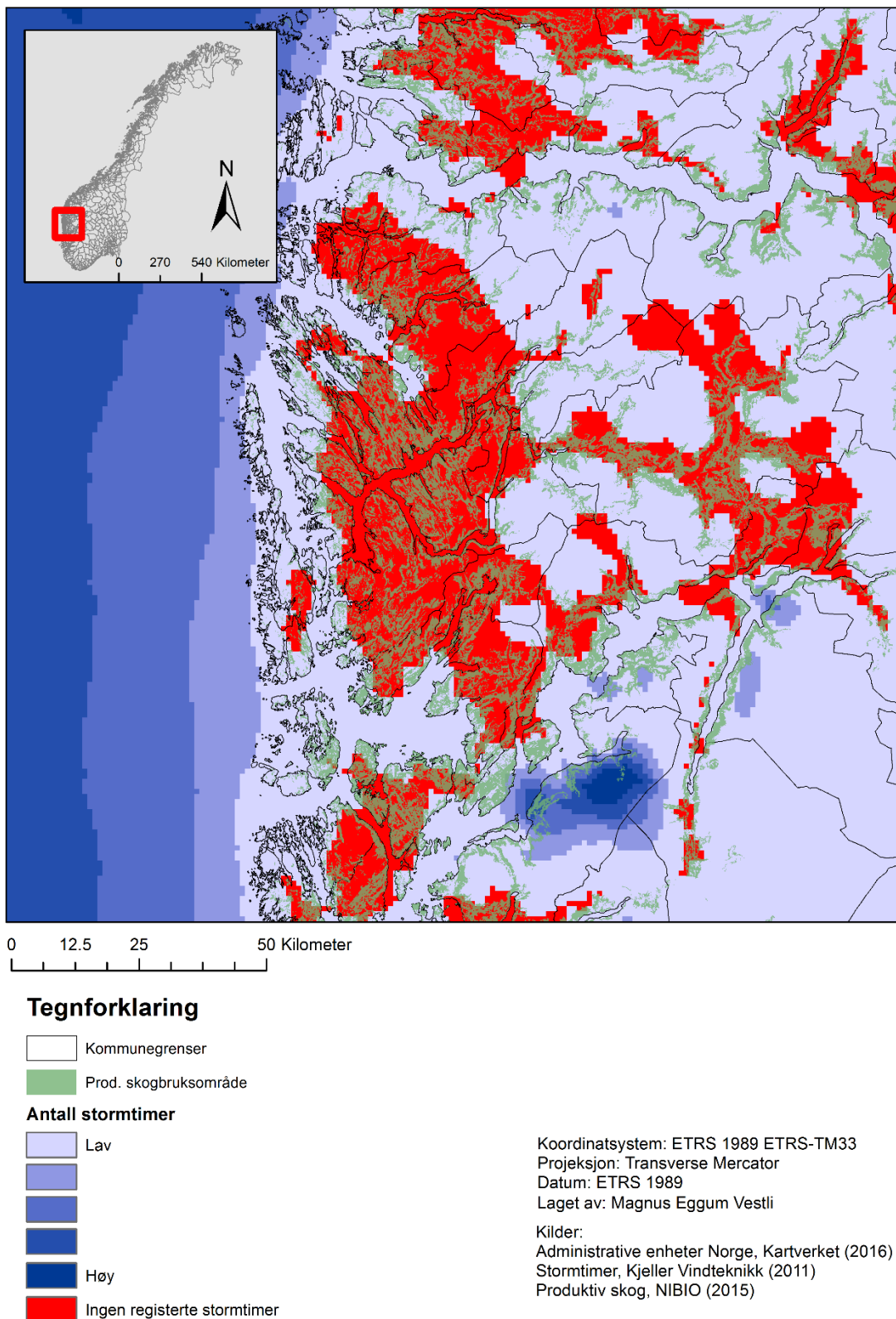
-  Kommunegrenser
- Antall stormtimer**
-  Lav
- 
- 
-  Høy
-  Ingen registrerte stormtimer
-  Utenfor modellområdet



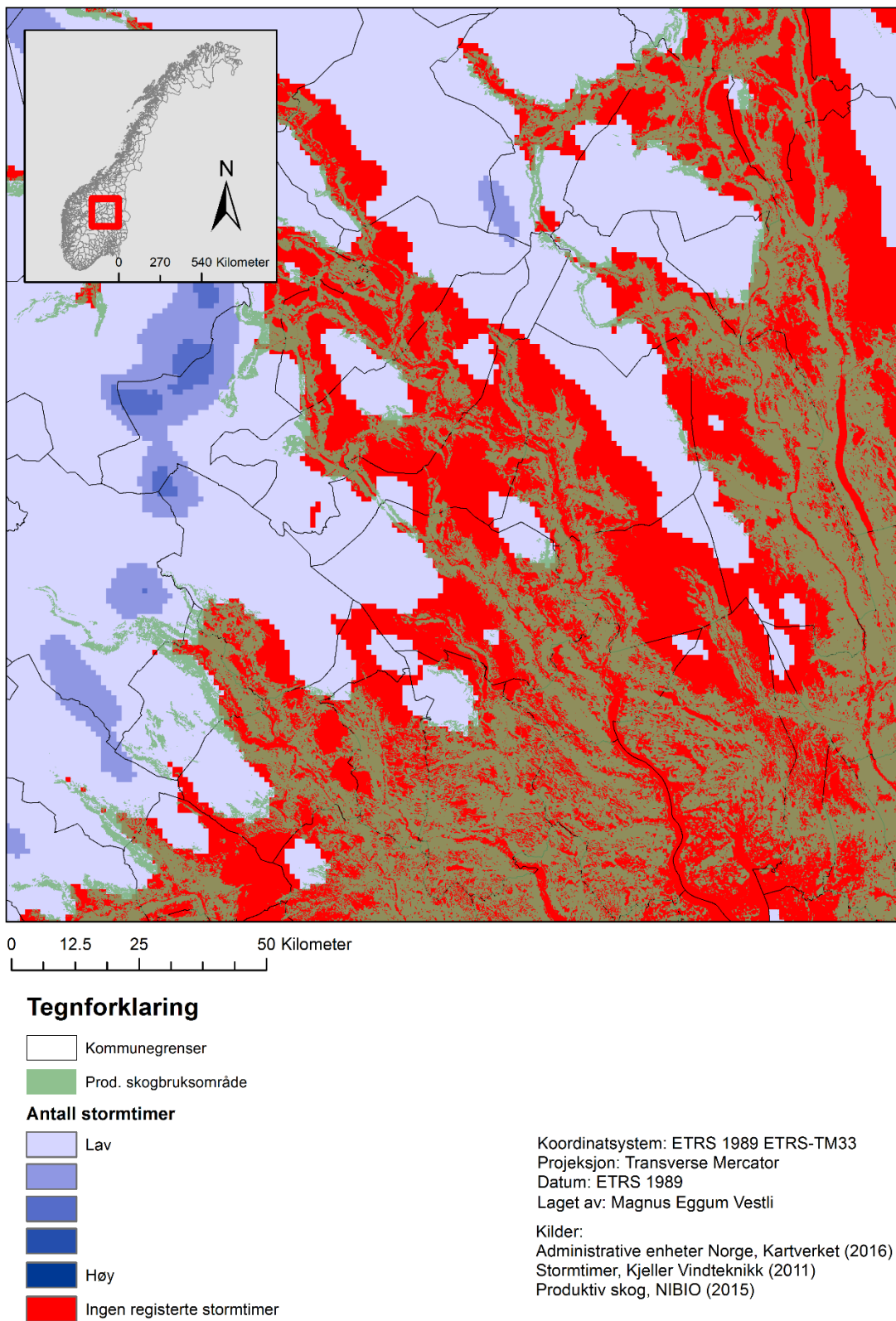
Koordinatsystem: ETRS 1989 ETRS-TM33
 Prosjeksjon: Transverse Mercator
 Datum: ETRS 1989
 Laget av: Magnus Eggum Vestli

Kilder:
 Administrative enheter Norge, Kartverket (2016)
 Stormtimer, Kjeller Vindteknikk (2011)

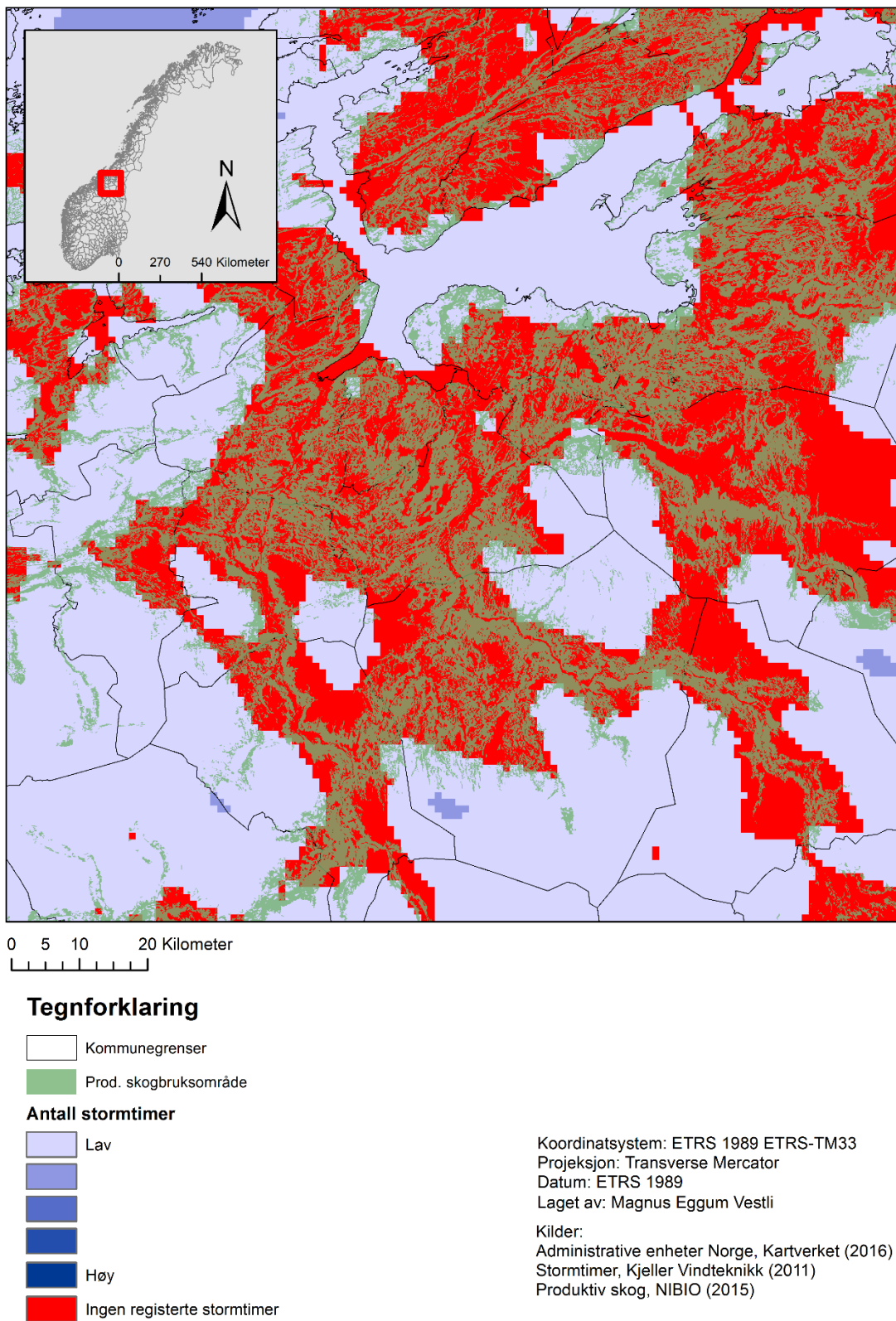
Figur 4.4: Stormrasteren



Figur 4.5: Eksempel fra Vestlandet



Figur 4.6: Eksempel fra Østlandet



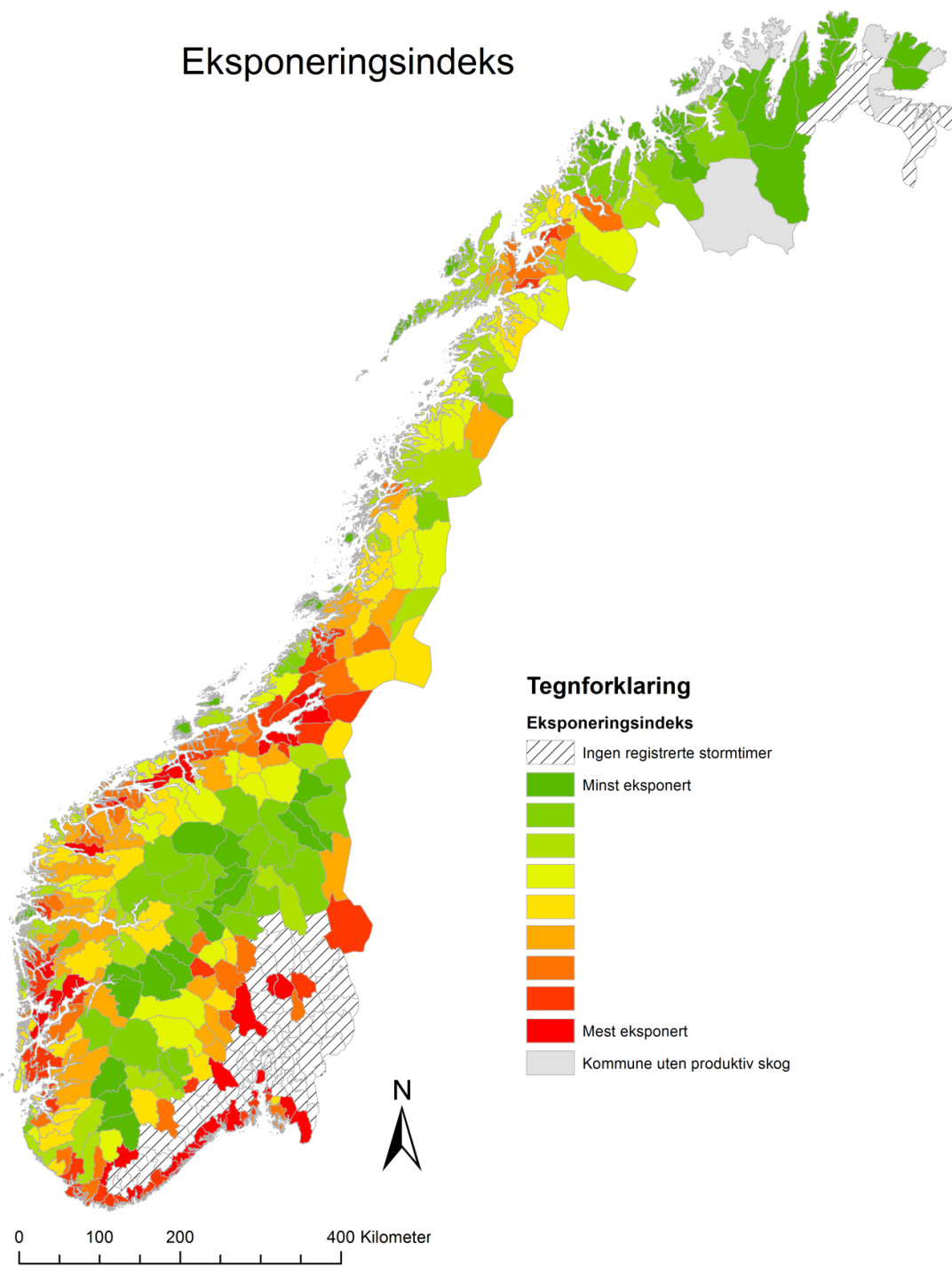
Figur 4.7: Eksempel fra Trøndelag

4.4 Indeks over eksponerte kommuner

I Figur 4.8 er indekstallene presentert etter kvantilmetoden. Grønnere farge betyr mindre eksponering, mens rødere farge betyr større grad av eksponering. Det synes å være en trend at kystnære kommuner skårer høyt på indeksen, mens kommunene lengst nord og i fjellområder i sør skårer på den lavere delen av skalaen.

Figuren viser også at det finnes noen kommuner som skårer høyt på indeksen som er nabokommuner hvor det ikke er registrert stormtimer. En mulig forklaring på dette kan spores tilbake til stormrasteren. Ved å se på områdene østafjells i Figur 4.4 finnes det enkelte steder hvor det er registrerte stormtimer. Enkelte av disse områdene sammenfaller med produktive skogareal i kommunene og har derfor fått en indeksverdi høyere enn null. Nabokommuner som også kan inneholde skog trenger ikke være berørt av stormindeksen, og vil derfor bli registrert under «ingen stormtimer» som igjen er den minst eksponerte klassen. .

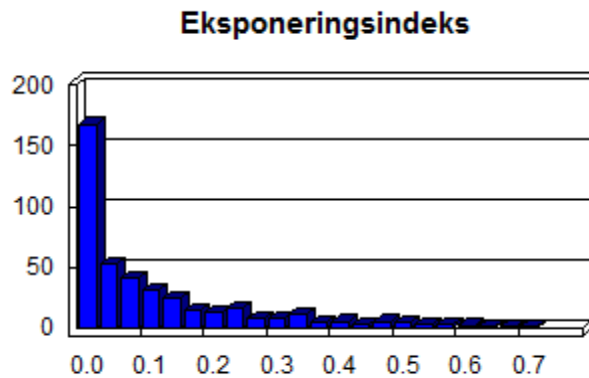
Eksponeringsindeks



Kilder:
Administrative enheter Norge, Kartverket (2016)
Arealressurskart 50, NIBIO (2015)
Stormtimer, Kjeller Vindteknikk (2011)

Koordinatsystem: ETRS 1989 ETRS-TM33
Projeksjon: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989
Laget av: Magnus Eggum Vestli

Figur 4.8: Eksponeringsindeksen visualisert etter kvantilmetoden.



Figur 4.9: Frekvenshistogrammet inndelt i ti klasser basert på kvantilmetoden

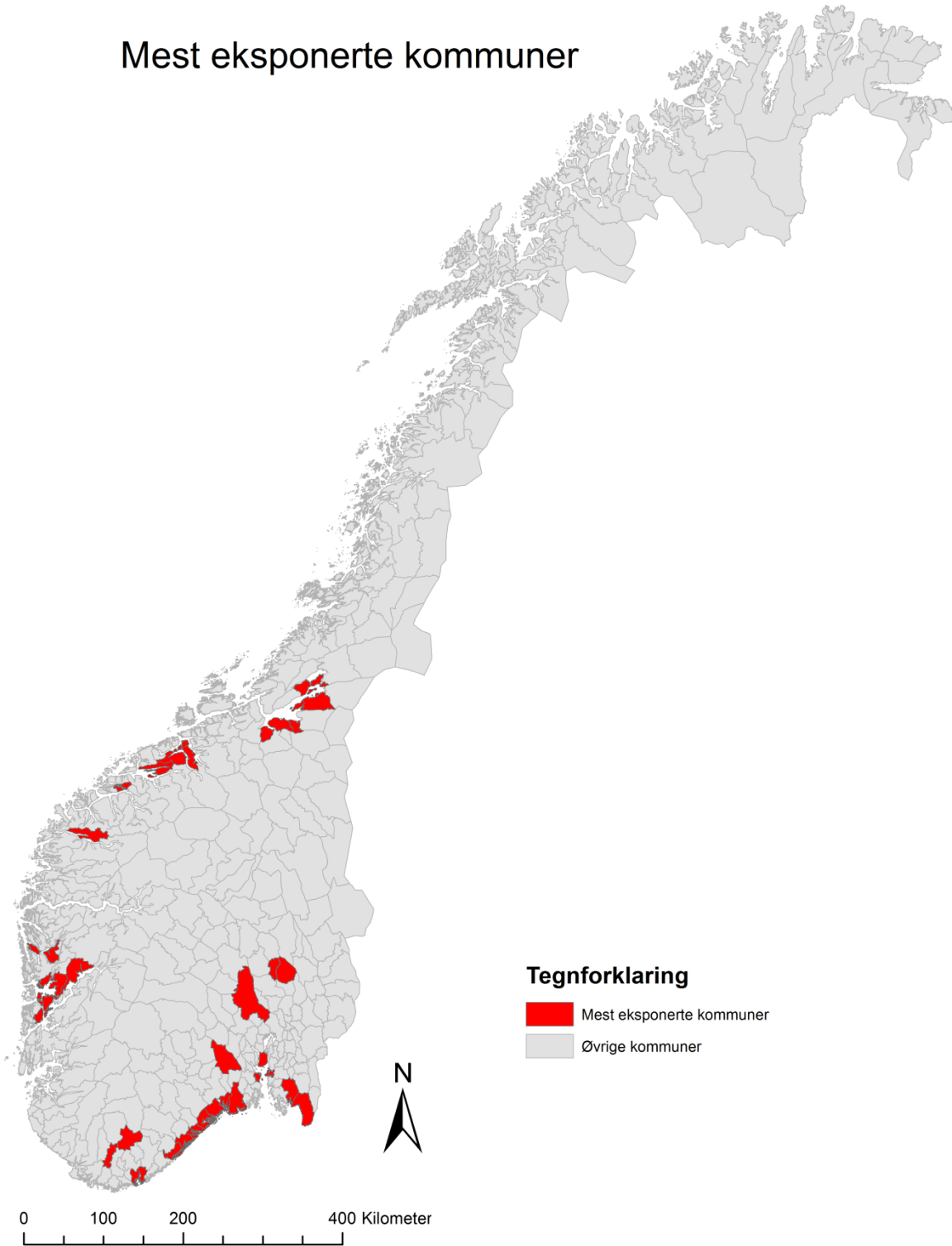
Av frekvenshistogrammet i Figur 4.9 kommer det frem at fordelingen av data er meget skjev. X-aksen viser indeksverdien mens Y-aksen viser antallet kommuner innenfor gitt indeksverdi. Mange kommuner befinner seg i det lavere sjiktet, både på null eller verdier svært nære. Mange av kommunene med nullverdi er østlands- og sørlandskommuner pga. ingen registrerte stormtimer. Som vist i Figur 4.4 er det ikke stormtimer registrert for flere av disse kommunene. Likevel er det ikke utenkelig at det har blåst mye i disse områdene også, men stormrasteren inneholder som nevnt kun gjennomsnittlig modellert antall stormtimer fra 20,8 m/s. Vindhastigheter under dette vil også kunne medføre skade, men gir ikke rett på kompensasjon.

4.4.1 Mest eksponerte kommuner

Figur 4.10 viser de ti prosent mest eksponerte kommunene i Norge, basert på tallene fra indeksen. Årsaken til at kommunene skårer en høy indeksverdi har direkte sammenheng med antallet stormtimer registrert på kommunens produktive skogbruksareal. Det ser ut til å være en slags klyngetendens langs sørlandskysten, vestlandskysten og trøndelagskysten.

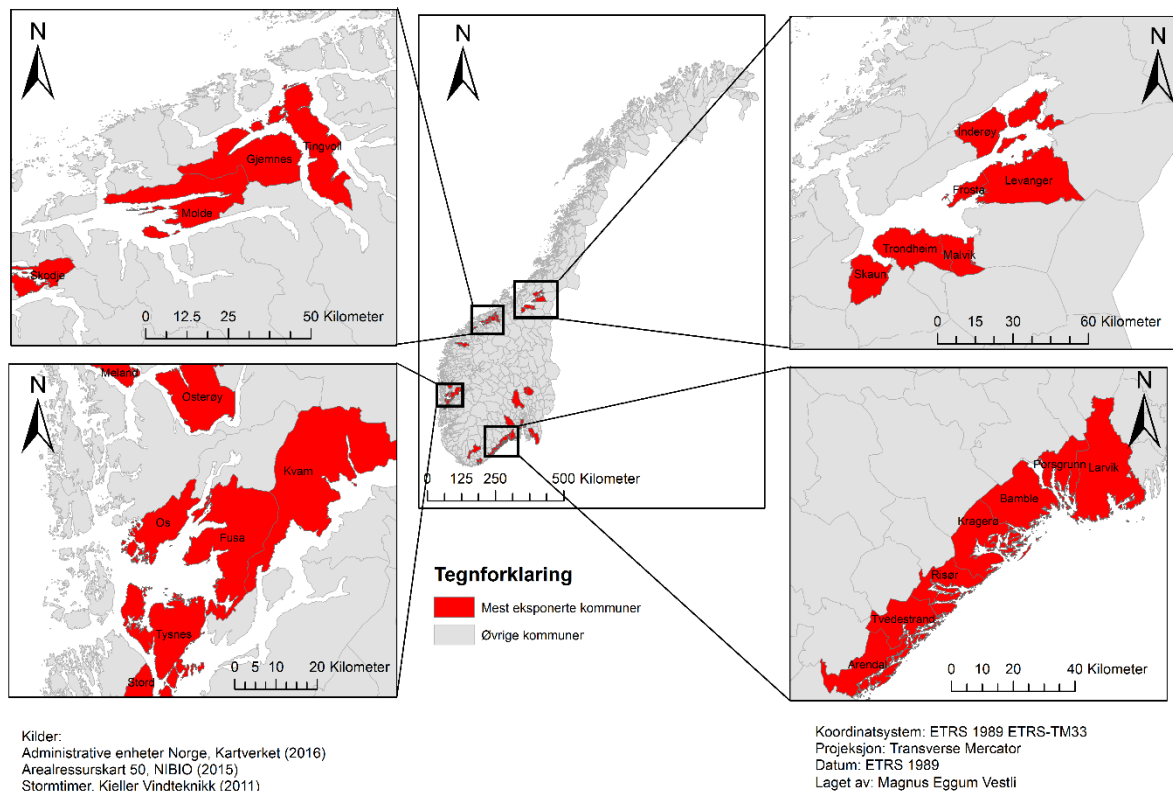
Figur 4.11 går nærmere inn på de ulike klyngene for å få en oversikt over hvilke kommuner det er snakk om. I tilfellene Frosta, Tysnes, Meland og Eid er det snakk om høy andel gjennomsnittlig stormtimer over det produktive skogbruksarealet i kommunene. Dette er årsaken til at Frosta og Meland skårer så høyt på indeksen selv om det produktive skogarealet i seg selv ikke er spesielt stort i hver av kommunene. For Ringerike, Halden og Kongsberg er tilfellet omvendt. Her finnes det store produktive skogareal, spesielt i Ringerike, men de gjennomsnittlige stormtimene i hver enkelt kommune er ikke så høye.

Mest eksponerte kommuner



Kilder:
Administrative enheter Norge, Kartverket (2016)
Arealressurskart 50, NIBIO (2015)
Stormtimer, Kjeller Vindteknikk (2011)

Figur 4.10: 10 prosent mest eksponerte kommunene.

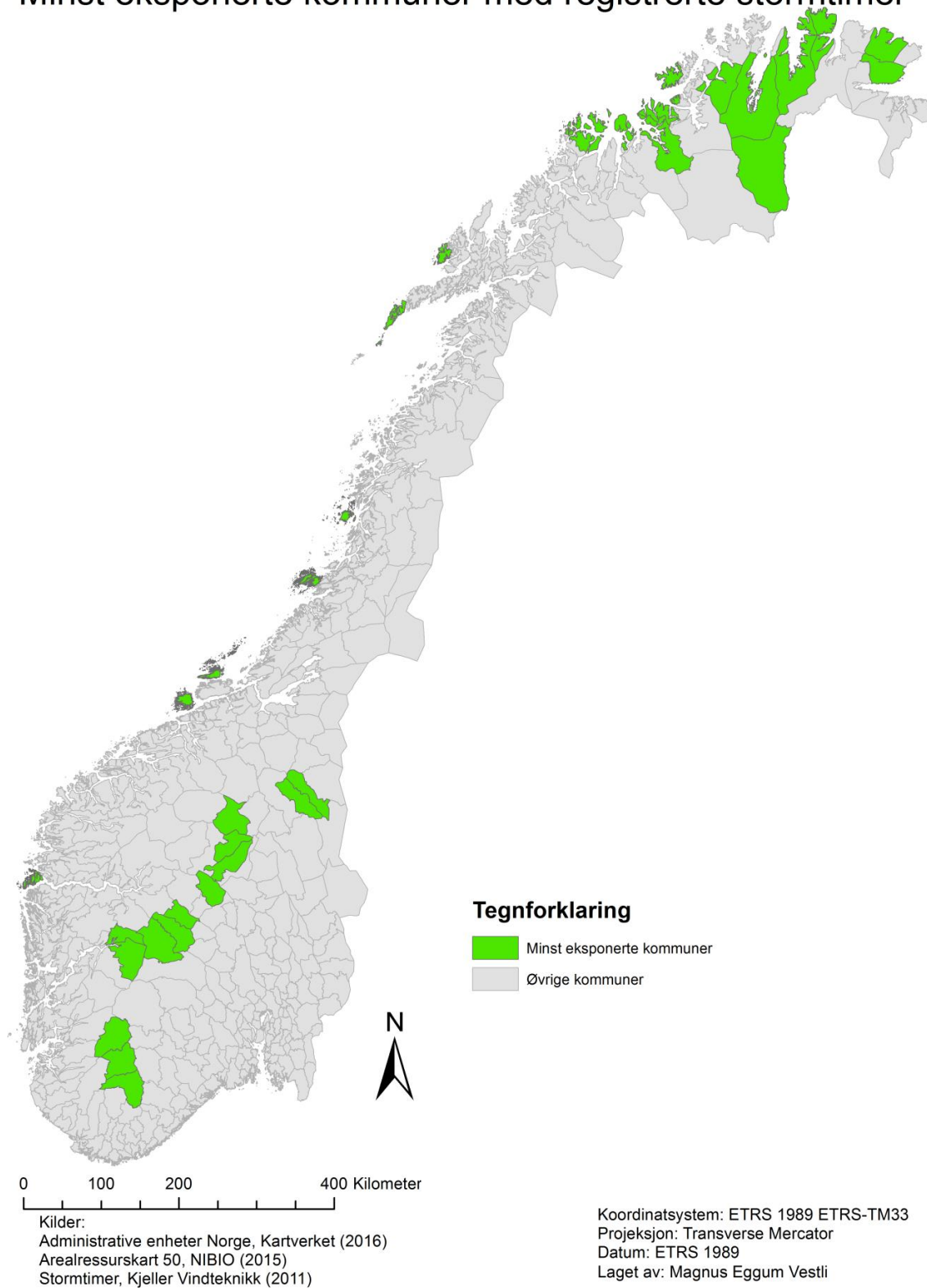


Figur 4.11: Mest markerte klynger med eksponerte kommuner

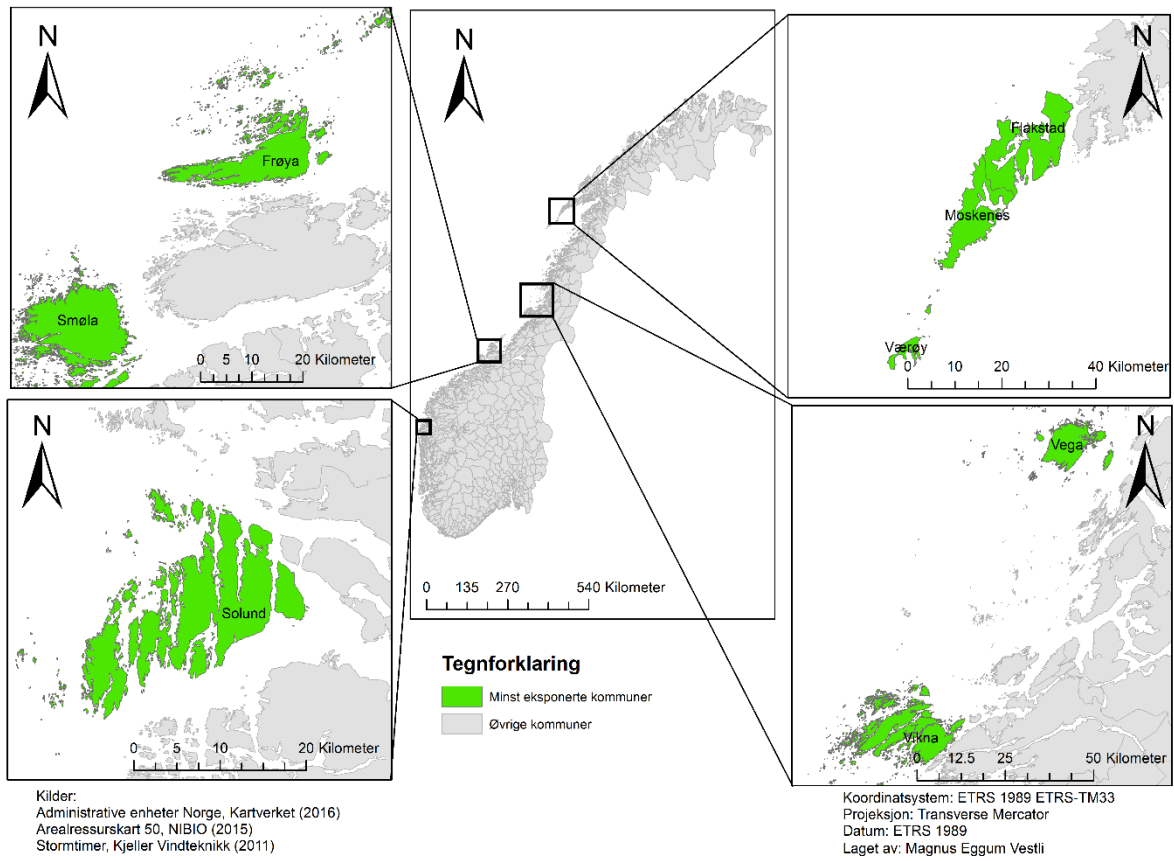
4.4.2 Minst eksponerte kommuner

Figur 4.12 og Figur 4.13 viser de kommunene som kommer best ut på indeksen som har både registrerte stormtimer i perioden og produktiv skog. I tilfellene Smøla, Frøya, Værøy og Moskenes er dette kommuner med høye snitt fra stormrasteren, både for hele kommunen og de produktive skogarealene. Årsaken til at de kommer så godt ut på indeksen kommer av størrelsen på skogarealet. I alle fire kommunene er det snakk om svært lite skog. For Karasjok, Bygland, Sel og Nord-Fron er tilfellet omvendt. Her er det relativt store skogområder, men lite vind som er registrert i perioden.

Minst eksponerte kommuner med registrerte stormtimer



Figur 4.12: 10 prosent minst eksponerte kommuner hvor det også er registrerte stormtimer.



Figur 4.13: Minst eksponerte kommuner som er vanskelig å få øye på

4.5 Validering av resultater

Valideringen er gjort i to trinn for denne oppgaven. Først undersøkes det om det finnes noen korrelasjon mellom det fylkesvise forsikrede arealet og eksponeringen i de ulike fylkene ved bruk av Spearmans rang og Pearsons korrelasjonskoeffisient. Til slutt undersøkes oppslag i lokalavisene til et utvalg av de mest eksponerte kommunene for å se om det finnes indikasjoner hvorvidt indeksen stemmer eller ikke.

4.5.1 Spearmans rangkorrelasjon

Tabell 4-1 viser resultatene fra rangkorrelasjonen gjort ved bruk av Spearmans rang. Som det kommer frem er det en negativ korrelasjon på -0.326 , men signifikansverdien er over angitte grenser.

Tabell 4-1: Resultatene fra Spearmans rang

Korrelasjon (Spearman)

		Forsikret areal	Eksponert areal
Spearman's rang	Korrelasjonskoeffisient	1,000	-,326
	Forsikret areal Signifikans	.	,173
	N	20	19
	Korrelasjonskoeffisient	-,326	1,000
	Eksponert areal Signifikans	,173	.
	N	19	19

4.5.2 Persons korrelasjonskoeffisient

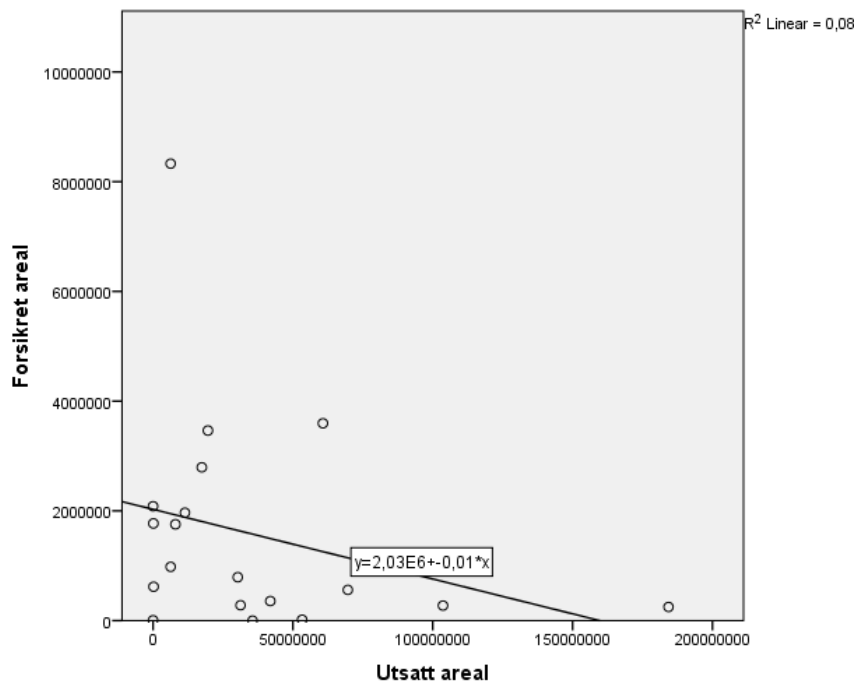
I Tabell 4-2 vises resultatene fra Pearsons korrelasjonskoeffisient. Persons korrelasjon gir et tilnærmet likt bilde som ved bruk av Spearmans rang. En negativ korrelasjon på $-0,290$, og en signifikansverdi over grensen.

Tabell 4-2: Resultatene fra Pearsons korrelasjon

Korrelasjon (Pearson)

	Forsikret areal	Eksponert areal
Forsikret areal	Pearson korrelasjon	1
	Signifikans	$-,290$
	N	$,229$
Eksponert areal	Pearson korrelasjon	1
	Signifikans	$-,290$
	N	$,229$

I Figur 4.14 vises et spredningsdiagram over samme tallmateriale. Ved visuell tolkning ser det ikke ut til å være noen klar sammenheng mellom de to variablene. En av forklaringene på dette kan være den skjeve dekningsgraden i Norge. Store skogområder i blant annet Nord-Trøndelag mangler skogforskning. Men også antallet enheter som undersøkes kan være årsak. I dette tilfellet er det kun 19 enheter. En annen forklaring er at store deler av Østlandet har skogforsikring, men datamaterialet fra stormrasteren viser få registrerte stormtimer i områdene østafjells.



Figur 4.14: Spredningsdiagram over forsikret areal og eksponert areal

4.5.3 Indikasjoner fra lokalaviser

Som en tilleggsindikasjon på om ekspoenringindeksen kan anees som valid presenteres avisartikler fra utvalgte kommuner. I dette tilfellet er det tatt utgangspunkt de ti kommunene som skåret høyest på indeksen. Disse ti kommunene er Audnedal, Halden, Porsgrunn, Hurum, Skodje, Tysnes, Skaun, Inderøy, Bamble og Vestre Toten.

Audnedal:

Audnedal er den kommunen som skårer høyest på indeksen. I senere år rapporterer lokalavisen Lindesnes at stormen «Synne» gikk hardt utover Audnedal (Bessesen, 2015). Det ble også meldt om sterk storm vinteren 2013 og frykt for at trær skulle rives opp med roten (Rinde, 2013) NTB rapporterte i 2011 om full storm i Agderfylkene og vindskader på kjøreledninger til toget i Audnedal (Vestrum, 2011). Det er derimot ingen konkrete saker om stormskader på skog.

Halden:

I 2013 rapporteres det fra Halden Arbeiderblad om flere strømbrydd og mange feil i strømnettet. Årsaken til samtlige feil spores tilbake til stormfelte trær (Paulsen, 2013). Samme år rapporteres det om full storm i Halden, med vindkast mellom 25-30 m/s (Sørli, 2013).

Porsgrunn:

I Porsgrunn finnes det få artikler omkring stormhendelser, bortsett fra en hendelse i desember i 2013 hvor det blåste opp til full storm. Etter stormen ble det rapportert om ét enkelt trevelt, men ingen øvrige skader (Sævik, 2013a, 2013b).

Hurum:

I november 2015 ble det rapportert om stiv kuling langs kysten av Hurumhalvøya, med storm i kastene (Jansen, 2015). Andre artikler tar også opp stormhendelser på vinteren i 2013. I desember ble det advart om stormhendelser med vindkast på mellom 22-25 m/s (Johannessen, 2013). I 2008 ble det meldt om flere kraftige vindkast, hvor konsekvensene var flere felte busker og trær (Hansen, 2008) Det påpekes også i en artikkel fra 2005 at Hurum ligger svært åpent til og merker vindkast svært godt (Dovland, 2005)

Skodje:

I Skodje dukker det opp få artikler, men det rapporteres om stormskader fra ekstremværet Dagmar i 2011 (Rønningsbakk & Vestrum, 2011).

Tysnes:

I 2015 ble Tysnes rammet av stormen «Nina». I en artikkel fra 2016 beskriver en grunneier hvordan furuskogen ble offer for rotvelt i forbindelse med stormen og arbeidet med det påfølgende oppryddingsarbeidet. Samtidig forteller grunneieren at skogen var stormforsikret og dermed har et begrenset økonomisk tap (Skaten, 2016) Det var også knyttet spenning til stormen «Tor» i starten av 2016 hvor Tysnes kommune risikerte å bli rammet av vindkast med styrke fra 35-50 m/s (Thorsen, 2016) Det er derimot ikke beskrevet noen store skader i etterkant.

Skaun:

Ved årsskiftet 2015/2016 ble Skaun rammet av en rekke strømbrudd grunnet trefall etter sterk vind. Vindkastene ble rapportert til stormstyrke (Skjærseth & Kringstad, 2015). I 2013 ble det også rapportert om trefall og saltbelegg på strømanlegg som førte til strømstans i blant annet Skaun (Skybakmoen, Hanssen, & Sved, 2013).

Inderøy:

I likhet med Skaun ble også trøndelagskommunen Inderøy rammet av samme storm i 2013, noe som resulterte i strømstans for mange abonnenter i Inderøy kommune (Skybakmoen et al., 2013).

Bamble:

Ingen relevante artikler var å oppdrive for denne kommunen.

Vestre Toten:

I en artikkel fra NTB i 2015 rapporteres det som kraftig vind og trefall over strømlinjer i blant annet Vestre Toten (NTB, 2015). I forbindelse med ekstremværet Ivar Vinteren 2013 og Dagmar i 2011 rapporteres det om liknende hendelser med vindfelte trær som årsak til strømbrudd (Christiansen, Vespestad, & Kjæstad, 2011; Skattebu, 2013).

5 Diskusjon

I dette kapittelet diskuteres først datamaterialet benyttet for denne oppgaven og hvilke vurderinger og tanker som ligger til grunn for at disse benyttes for denne oppgaven. Videre diskuteres både eksponeringsindeksen og erstatningsordningene for å undersøke hvilken betydning det kan ha for resiliens og klimatilpasning. Resultatene fra kapittel fire diskuteres så for å få besvare spørsmålet omkring hvilke kommuner som er mest og minst eksponert, samt hvilke faktorer som har bidratt til å gi kommunene ulike verdier på indeksen. Avslutningsvis diskuteres valideringen og dens betydning for indeksens troverdighet.

5.1 Vurdering av datamaterialet

Funnene som er presentert og diskutert i denne oppgaven er basert på datamateriale fra ulike tilbydere. Skogbruksarealet består av vektordata hentet fra NIBIO og baserer seg på deres definisjon av skogbruksareal. Dette datasettet er beregnet for relativt liten målestokk, som ifølge Heywood et al. (2011) er egnet til større områder. Datasettet oppdateres også jevnlig, noe som sikrer mest mulig representativt bilde av virkeligheten.

Rasterdataen som vist i Figur 4.4 viser gjennomsnittlige stormtimer i perioden 2000-2011 for hele Norge. Det er derimot ikke alle områder hvor det er registrerte stormtimer. Årsakene til dette kan være av topografisk årsak da store områder østafjells er uten registrert storm. Måten storm registreres kan også være en medvirkende årsak da den tar utgangspunkt i middelverdien over ti minutter. Stormkast vil sannsynligvis forekomme og påføre skade. Vind som ligger i nærheten av 20,8 m/s grensen vil falle utenfor, men vil også ha evnen til å skade skogområder. Allikevel er det valgt å fokusere kun på vindstyrke over 20,8 m/s da dette er den generelle grensen for kompensasjon av forsikring (Norsk Naturskadepool, 2015b). Datamaterialet ansees derfor som hensiktsmessig å bruke i denne oppgavens formål.

5.2 Utforming av eksponeringsindeksen

I avsnittet over diskuteres grunnlaget for hvorfor det utvalgte datamaterialet ansees som hensiktsmessig i arbeidet med å skape en eksponeringsindeks. Et av målene for ClimRes er som nevnt å visualisere resiliens på lokalt nivå, da det eksisterer et økende behov for et felles rammeverk som kan kartlegge sårbarhet på lokalt nivå (ClimRes, 2014; Preston et al., 2011). Indeksen som er presentert i Figur 4.8 har vist en måte å fremstille og klassifisere eksponert

skogbruksareal på kommunenivå. I tråd med Figur 2.2 er eksponering et av begrepene for å forklare katastroferisiko i et område. Det antas at en kommune som skårer høyt på indeksen bør se på eventuelle tiltak for å redusere grad av eksponering, da dette er en av prosessene skogeiere og planleggere kan ha en innvirkning på. Ellipsen med vær- og klimahendelser i Figur 2.2 vil sannsynligvis ha en større betydning i fremtiden, og av den grunn er det behov for å se på hva som vil skje med sårbarhet og eksponering. Indeksen inneholder data som gir et bilde av skogens fysiske eksponering mot storm, men sier ikke noe om konsekvenser og skader på sosiale forhold. Eksponeringsindeksen kan derfor ansees som et bidrag til en større integrert sårbarhetsvurdering av norske kommuner.

Utgangspunktet for indeksen er hentet fra visualiseringsverktøyet til ClimRes. I arbeidet med å lage en visuell fremstilling av indeksen i denne oppgaven er målet å formidle en mest mulig realistisk representasjon av virkeligheten. Men som Harley (1989) argumenterer er ikke et kart nødvendigvis et speilbilde av virkeligheten. Det er flere hensyn og valg som er tatt underveis i arbeidet, og tabellene bak kartene er skjult for leseren. Det har derfor vært viktig å beskrive valgene underveis og hele tiden være åpen og kritisk til datamaterialet som er benyttet, samt beskrive hvilket formål det er tiltenkt. Det er også her store deler av arbeidet har foregått, med ulike vurderinger av fremgangsmåter og fremstillingsmetoder.

Datamaterialet som er benyttet for denne oppgaven er i ettertid bearbeidet i flere ledd slik det er beskrevet i metodekapittelet. Dette innebærer at kun data som er blitt ansett som relevant for oppgaven er inkludert i den endelige fremstillingen. Det er allikevel ikke helt uten grunn, da man unngår elementer som kan virke forstyrrende på kartet og gjør det lettere å lese. Det er heller ikke lagt skjul på valgene som er tatt, som igjen gjør det enkelt å gå tilbake å endre.

Etter at datamaterialet er bearbeidet gjenstår selve klassifiseringen. Her er det valgt å fremstille kommunene fra skarp grønn til sterk rød. Dette bidrar til å styrke den visuelle forskjellen mellom de ulike kommunene, men kan også skape en form for overdrivelse av forskjellen mellom dem. Det er valgt ti like store klasser for å gjøre det mulig å identifisere de prosentvis mest og minst utsatte kommunene. Det er dette Harley (1989) refererer til som intern makt. Altså ulike handlinger kartografen gjør gjennom kartprosessen. Men som Schuurman (2004) også poengterer er dette én måte å tolke materialet på, og det legges heller ikke skjul på hvilke valg som er tatt for å ende opp med fremstillingen av indeksen. Det er heller ikke meningen at denne kartleggingen skal fremstå som et fasitsvar på hvordan eksponering for storm skal visualiseres.

Denne typen kartlegging sier altså noe om eksponeringsgraden slik den er i dag, og vil nødvendigvis endre seg etterhvert som også skogbruksarealet øker på grunn av tilvekst eller minker på grunn av avvirkning eller vindfall. Det antas allikevel at større endringer i skogbruksareal går over lang tid, og at indeksen av den grunn ikke er avhengig av kontinuerlig oppdatering.

5.3 Indeksens betydning for resiliens og klimatilpasning

Tidligere forskning viser at det har vært en økning i antallet stormskader på skog, og at årsaken til dette sannsynligvis kan tilskrives en økning i frekvensen av stormhendelser og en økende mengde skog (Solberg et al., 2008). Samtidig forventes det en økning i antallet og hastigheten på stormer i Nord-Atlanteren grunnet klimaendringer (Rød et al., 2013). Det antas derfor at det er en økende interesse for å kartlegge og tilrettelegge for skogeiere, planleggere og andre aktører med interesse i skog. Dette gjelder spesielt på lokalt nivå (Preston et al., 2011).

Formålet med indeksen er å være et verktøy som kan bidra til å bevisstgjøre hvor de mest eksponerte områdene befinner seg og begrense eventuelle skader i fremtiden. Det er en måte å forenkle arbeidet for beslutningstakere (Birkmann, 2007). Målet er derfor å vise en måte å vekke oppmerksomhet omkring risikoområder i Norge. Som Cutter et al. (2002) også peker på er det å være en del av et større prosjekt med på å øke oppmerksomheten omkring temaet. Å gjøre skogeiere oppmerksomme på en potensiell økende skaderisiko kan virke forebyggende ved at det iverksettes tilpasningstiltak. Som Figur 4.2 og Figur 4.3 viser er det stor forskjell hvor vi finner de største skogområdene i Norge. Dette er i stor grad de samme områdene som har få eller ingen registrerte stormtimer i perioden ifølge stormrasteren i Figur 4.4.

På bakgrunn av dette kan indeksen sees på som et verktøy for å øke resiliens i form av en bevissthetsøkning. Selv om indeksen baserer seg på historiske tall, antas det at det vil både bli mere skog og mere vind, noe som vil øke eksponeringsgraden i fremtiden. Ved å gjøre skogeiere og andre beslutningstakere oppmerksomme på eksponering gis det anledning til å iverksette ulike klimatilpasningstiltak før en ekstremværhendelse inntreffer. Konkrete råd for skadeforebyggende skogbehandling finnes allerede (Skogbrand, 2014). Å ta i bruk slike råd kan være med å redusere katastroferisikoen i et en kommune. Det er allikevel viktig å understreke at risikovurderingen som er gjort i dette tilfellet kun tar for seg eksponering i forhold til storm, og at videre kartlegging av andre risikofaktorer også er nødvendig for å få en større forståelse av ulike kommuners resiliens.

5.4 Erstatningsordningers betydning for resiliens og klimatilpasning

Økonomiske kompensasjoner kan bidra til å redusere katastroferisiko, ved at man begrenser den negative effekten eventuelle naturskader vil påføre skogeiere. Før 2005 var alle skogeiere automatisk forsikret mot stormskader på skog (Skogbrand, Udatert-a). Det antas at en slik type ordning var med på å redusere katastroferisikoen for skogeiere i ulike kommuner. At ordningen opphørte og det ble frivillig å tegne forsikring behøver i seg selv ikke bety at en kommune er mindre resiliert. Problemet oppstår når ikke alle velger å tegne forsikring. Som Bårdsgård (2014) poengterer er forsikringsgraden svært ulik i de ulike landsdelene. Det antas derfor at i mange kommuner vil en ekstremværhendelse med påfølgende naturskade påføre skogeiere store økonomiske konsekvenser for noen kommuner, og mindre i andre. Det er også nevnt i IPCC (2012) at det er høy sikkerhet at økonomiske tap på grunn av klimarelaterte hendelser har økt. Indeksen kan bidra til bevisstgjøring i kommuner det er lav grad av forsikring og som skårer en høy verdi på indeksen.

5.5 Eksponerte områder

Som frekvenshistogrammet i Figur 4.9 viser skårer store deler av Norges kommuner lavt på indeksen. Dette gjør igjen at de mest eksponerte kommunene stikker frem på kartet og gjør de enkle å identifisere. Videre avdekker Figur 4.8, Figur 4.10 og Figur 4.11 at de mest eksponerte kommunene ofte befinner seg i klynger. Det kan tolkes som at det er større områder som har store områder med produktiv skog og stormhendelser, eller at de har en veldig høy verdi en av variablene.

Ved å se nærmere på materialet i Figur 4.5, Figur 4.6 og Figur 4.7 ser vi at det i mange tilfeller ikke er registrert stormtimer i områdene med produktiv skog og visa versa. En måte å tolke dette på kan være at skogen befinner seg i disse områdene fordi de av ulike topografiske årsaker er skjermet for vind. Som Oldertrøen (2009) trekker frem kan de ytre delene av skogen bremse for vinden og skjermer skogen lenger inn i området.

Det som kommer frem av de mest eksponerte kommunene er at de i de fleste tilfeller er kystnære kommuner. Ser vi på Figur 4.4 er det tydelig at det også er langs kysten det blåser mest, samt i de store fjellområdene i Sør-Norge. Selv om det kommer frem av Figur 4.1 finnes det relativt mye skog langs vestlandskysten. Dette er også et område hvor forsikringsdekningen som nevnt er lav. Kombinasjonen av disse faktorene skulle tilsi at landsdelen er svært risikoutsatt og

dermed svekke resiliens i kommunene innenfor landsdelen. På den annen side kan det være topografi, skogskjøtsel eller andre faktorer som er med på å dempe risikoen.

For indeksen er det allikevel slik at dersom skogen vokser i retning områder som er mer eksponert for vind antas det at også eksponeringsgraden på indeksen i en gitt kommune vil øke. Kombinasjonen av sterkere storm og mer skog vil kunne føre til en økende sannsynlighet for naturskade. En måte å forhindre naturskade på er å begrense antallet risikoutsatte elementer, i dette tilfellet stormeksponert skogbruksareal.

Som det kommer frem i Figur 4.12 og Figur 4.13 befinner de minst eksponerte kommunene hvor det også er registrerte gjennomsnittlige stormtimer seg også i klynger. Til forskjell fra de mest eksponerte kommunene befinner mange av kommunene seg i fjellområdene i Sør-Norge og i de nordligste fylkene. Disse kommunene har enten lite registrert storm, lite produktiv skog eller en kombinasjon av begge. Selv om de i dagens klima skårer lavt på indeksen er allikevel grunn til å anta at med stigende temperaturer og bedre vekstforhold for trær også i de nordligste kommunene, vil kunne føre til en økning av risikoutsatte elementer. I artikkelen fra Oldertrøen (2009) vises det til at blant annet nedbørsmengde spiller en viktig rolle i hvor motstandsdyktige treerne er i forhold til vind. Når jorden blir mettet med vann svekkes røttenes forankring og stabilitet, og vil dermed øke faren for vindfelling. Med økt nedbør, bedre vekstforhold og mer vind er det rimelig å anta at flere av kommunene vil være mer risikoutsatte.

Som det kommer frem er det veldig komplekse årsaker når det handler om å vurdere risiko for vindfelling av skog.. Denne oppgaven må derfor betraktes som et forslag og utgangspunkt til en metode for å kartlegge risiko, og ikke et endelig svar på hvordan eksponering skal kartlegges. Flere variabler kan legges til indeksen for å skape en mer kompleks integrert vurdering.

5.6 Indeksens validitet

For å undersøke validiteten til indeksen ble det gjennomført to ulike fremgangsmåter, hvorav den ene er en korrelasjonsanalyse mens den andre tar for seg lokalaviser. Korrelasjonsanalysen er basert på forsikringstall fra Skogbrand, men som det blir nevnt i resultatet er forsikringsgraden svært ulik i de ulike landsdelene. Dette resulterte i et svakt resultat i begge korrelasjonsanalysene vist i Tabell 4-1 og Tabell 4-2, og gir dermed ingen umiddelbar indikasjon. En av grunnene til dette kan skyldes det begrensede antallet enheter i analysen. Med tilgang på forsikringsdata på kommunenivå øker også antallet enheter i korrelasjonsanalysen, og det er ikke utenkelig at dette øke verdien av en korrelasjonsanalyse.

Resultatene fra avisundersøkelsen gir ingen åpenbar indikasjon at det oppleves som et problem med stormskader på skogareal i kommunene. Det var en forventning om at kommuner eksponert for mye storm også ville medføre store skader – og dermed tap. På en annen side er det en gjentakende faktor med strømbrudd på grunn av trefall i forbindelse med høst- og vinterstormer. Dette indikerer at stormhendelser forekommer i alle unntatt en av de utvalgte kommunene. En av årsakene til dette kan være antallet mennesker skaden har en effekt på. Strømbrudd vil i mange tilfeller påvirke flere husstander, som gjør saken aktuell for mange. Stormskader på skog vil kun påvirke skogeieren eller andre med tilknytning til det skadede skogarealet. At det ikke finnes dekning i lokalavisene betyr dermed ikke at stormskader på skog ikke forekommer i de undersøkte kommunene.

En annen måte å tolke dette på er at en kommune som skårer høyt på indeksen ikke nødvendigvis behøver å ha et større problem enn andre kommuner. Indeksen i dette tilfellet predikerer bare for størrelse på skog og registrert storm. Andre faktorer som vindretning, topografi, treslag og vannmengde i bakken som Oldertrøen (2009) bemerker er ikke med i denne analysen, og kan være årsak til at det ikke er nevnt større hendelser i de utvalgte kommunene.

6 Avslutning

Utgangspunktet for oppgaven har vært å se på hvordan vi kan kartlegge og visuelt fremstille eksponert skogbruksareal, samt hvilken betydning det kan ha for klimatilpasning og resiliens i norske kommuner. Nedenfor er en kort besvarelse av problemstillingene presentert i innledningen av oppgaven.

Hvordan kan vi lage indekser som viser hvor eksponert skogbruksareal er for stormsituasjoner?

Oppgaven har presentert en mulig fremstilling av stormeksponert skogbruksareal ved å ta utgangspunkt i datamateriale fra NIBIO, Kartverket og Kjeller vindteknikk. Resultatet er en indeks som fremstiller kommunene i ulike klasser fra lav til høy eksponering. Indeksen er ikke et fasitsvar på hvordan eksponering skal kartlegges, men er forslag til hvordan vi kan øke bevisstheten omkring risikoutsatte skogbruksareal.

Hva slags betydning kan eksponeringsindeksen ha for skogeiere og beslutningstakere?

Indeksen gir en indikasjon på kommuner hvor behovet for klimatilpasning antas å være størst. I et fremtidig scenario med mer vind og mer skog forventes det at behovet for klimatilpasning vil øke, og at kommuner som tar dette på alvor også vil være mer resiliente mot ekstremvær. Med fokus på risikoområder kan det også bidra til å få flere skogeiere til å vurdere stormforsikring.

Hvilke kommuner er mest og minst eksponerte for stormskader på skog?

Resultatet fra indeksen viser at de mest eksponerte kommunene befinner seg ofte i klynger, men at årsaken er forskjellig. I enkelte kommuner er det størrelsen på skogbruksarealet som er største årsaken til indeksverdien. For andre kommuner er det stor andel storm som gjør mest utslag.

De minst eksponerte kommunene kjennetegnes ved at de befinner seg i områder med lite skog. I de fleste tilfellene er det snakk om kommuner i nærheten av sjø, fjell eller klimatiske årsaker som i Finnmark.

Hvilke indikasjoner finnes det på at indeksene er valide?

Korrelasjonsanalysen gav ingen gyldig indikasjon på indeksen validitet. Indikasjonene fra avisene viser at stormhendelser forekommer i eksponerte kommuner, men nevner lite om større skader på skogområder.

6.1 Videre forskning og arbeid

Ettersom indeksen legger opp til å være et verktøy for skogeiere og beslutningstakere, som kan utvikles videre presenteres her noen forslag til videre arbeid.

I forbindelse med validering kan det være interessant å få tilgang på forsikringstall på kommunenivå, og på den måten oppnå en korrelasjonsanalyse med flere enheter. I forhold til en alternativ kvalitativ validering nevnes det av ClimRes (2014) at det også være interessant å intervju eller på andre måter ta kontakt med nevnte beslutningstakere i ulike kommuner. Det kan både virke som et middel for å bevisstgjøre de for potensielle naturskader i fremtiden, samtidig som det kan gi en indikasjon på om indeksen representerer realiteten eller ei.

Det finnes også flere faktorer enn antallet stormtimer som sier noe om skogens evne til å motstå storm. Metoden presentert her kan utvides til å inkludere faktorer som blant annet vindretning, treslag, ulike bonitetsklasser og nedbør. Ved å utvide antallet variabler kreves det at man også har en innsikt i datamaterialet man benytter seg av og gjøre en vurdering av hvilke faktorer som veier tyngre enn andre.

Som det nevnes av Kent (2009) er klimaendringer i konstant endring. Ved å implementer indeksen i visualiseringsverktøy tilsvarende ClimRes (som vist i Figur 2.4) kan det gjøres enkelt å se variasjoner over tid, noe som kan være nyttig om man ønsker å undersøke utviklingen fra år til år. Samtidig kan dette gjøre indeksen lettere tilgjengelig for skogeiere, beslutningstakere eller andre interesserte.

7 Litteraturliste

- Bessesen, J. S. (2015). Helgeværet oppsummert, *Lindesnes avis*. Hentet 20.03.16, fra <http://www.l-a.no/>
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31.
- Bryn, A., Dourojeanni, P., Hemsing, L. Ø., & O'Donnell, S. (2013). 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.
- Bårdsgård, H. (2014). Norske skogeiere dropper forsikring, *Nationen*. Hentet 17.02.16, fra <http://www.nationen.no/article/norske-skogeiere-dropper-forsikring/>
- Christiansen, V., Vespestad, L., & Kjæstad, R. (2011). Dagmar herjet i Innlandet, *NRK*. Hentet 20.03.16, fra www.nrk.no
- ClimRes. (2014). *Climate change and natural hazards: the geography of community resilience in Norway*. Hentet 09.09.15, fra <http://www.climres.no/projects/>
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598-606.
- Cutter, S. L., Emrich, C. T., Webb, J. J., & Morath, D. (2009). *Social vulnerability to climate variability hazards: A review of the literature* (B. 5). Columbia: University of South Carolina.
- Cutter, S. L., Golledge, R., & Graf, W. L. (2002). The big questions in geography. *The Professional Geographer*, 54(3), 305-317.
- Dalen, L. S. (2015). *Skogbruket kan styrke klimaberedskapen*. Hentet 22.03.16, fra <http://forskning.no/skog-skogbruk-klima/2015/02/skogbruket-kan-styrke-klimaberedskapen>
- Dalen, L. S. (2016). *Derfor bør skogen plantes tettere*. Hentet 04.05.16, fra <http://forskning.no/skogbruk-klima/2016/04/lonnsomt-og-klimasmart-skogbruk>
- DeMers, M. N. (2009). *Fundamentals of geographic information systems*. Hoboken: Wiley.
- Dovland, K. (2005). Stormflo i dag, *Drammens Tidende*. Hentet 20.03.16, fra www.dt.no/

- ESRI. (2012a). *How Zonal Statistics works*. Hentet 29.01.16, fra <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z000000wt000000>
- ESRI. (2012b). *Zonal Statistics as Table (Spatial Analyst)*. Hentet 02.02.16, fra <http://resources.arcgis.com/EN/HELP/MAIN/10.1/index.html#//009z000000w8000000>
- Fjalestad, I. (2016). Adm. direktør, Skogbrand forsikringsselskap. Personlig kommunikasjon. 15.01.16.
- Grinderud, K., Rasmussen, H., Nilsen, S., Lillethun, A., Holten, A., & Sanderud, Ø. (2008). *GIS: geografiens språk i vår tidsalder*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- Hansen, A. R. (2008). Rev ned trær og ledninger, *Drammens Tidende*. Hentet 20.03.16, fra www.dt.no/
- Harley, J. B. (1989). Deconstructing the Map. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 26(2), 1-20.
- Heywood, D. I., Cornelius, S., & Carver, S. (2011). *An introduction to geographical information systems*. Harlow: Prentice Hall.
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity: towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198-208.
- IPCC. (2012). Climate Change: New Dimensions in Disaster Risk, Exposure, Vulnerability, and Resilience. I C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker & D. Qin (Red.), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change*. New York: Cambridge University Press. 25-64.
- Jansen, A. (2015). Varsler stormflo i Drammen etter tropisk sykklon, *Drammen Live24*. Hentet 20.03.16, fra www.drm24.no/
- Johannessen, A. (2009). *Introduksjon til SPSS : versjon 17* (4. utg.). Oslo: Abstrakt forlag.
- Johannessen, S. Ø. (2013). Varsler storm søndag, *Drammens Tidende*. Hentet 20.03.16, fra www.dt.no/
- Kent, M. (2009). Space: Making Room for Space in Physical Geography. I S. P. Rice, G. Valentine, S. L. Holloway & N. Clifford (Red.), *Key concepts in geography*. London: Sage. 97-118.

- KFD. (2012). *FNs klimapanel: Spesialrapport om håndtering av risikoen for ekstreme hendelser og katastrofer for å forbedre tilpasningen til klimaendringer: Sammendrag for beslutningstakere – oversettelse til norsk*. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet.
- Landbruksdirektoratet. (2014a). *Den statlige erstatningsordningen*. Hentet 01.10.15, fra <https://www.slf.dep.no/no/erstatning/naturskade/om-naturskadeerstatning#den-statlige-erstatningsordningen>
- Landbruksdirektoratet. (2014b). *Om naturskadeerstatning*. Hentet 01.10.15, fra <https://www.slf.dep.no/no/erstatning/naturskade/om-naturskadeerstatning#den-statlige-erstatningsordningen>
- Lein, H. (2013). Om klimaendringer, samfunn og naturkatastrofer i et globalt perspektiv *Mot en farligere fremtid?: om klimaendringer, sårbarhet og tilpasning i Norge*. Trondheim: Akademika forlag. 17-29.
- Lujala, P., Holand, I. S., & Rød, J. K. (2013). Sosial sårbarhet kartlagt for norske kommuner. I L. M. Bye, H. Lein & J. K. Rød (Red.), *Mot en farligere fremtid?: om klimaendringer, sårbarhet og tilpasning i Norge*. Trondheim: Akademika forlag. 109-126.
- Lønnum, E. (2014). *Kartlegging av risikofaktorer i produksjonsskog med fokus på å begrense stormskader; Identifying Risk Factors in Production Forests with the aim to Reduce Storm Damage*. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Metereologisk institutt. (2009). *Vind*. Hentet 14.03.16, fra <https://metlex.met.no/wiki/Vind>
- Metereologisk institutt. (2010). *Beaufortskalaen*. Hentet 14.03.16, fra <https://metlex.met.no/wiki/Beaufortskalaen>
- Nationen. (2005). *Sponheim med englevakt*. Hentet 10.03.16, fra <http://www.nationen.no/tunmedia/sponheim-med-englevakt/>
- Naturskadeerstatningsloven. (2014). *Lov om erstatning for naturskader (naturskadeerstatningsloven)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2014-08-15-59>
- NIBIO. (2013). *Arealressursstatistikk*. Hentet 08.09.15, fra <http://www.skogoglandskap.no/seksjoner/arealressursstatistikk>

- NIBIO. (2014). *Produktark: AR50*. Hentet 08.09.15, fra <https://register.geonorge.no/register/produktark/norsk-institutt-for-skog-og-landskap/ar50>
- NIBIO. (2015). *Produktspesifikasjon: AR50*. Hentet 08.09.15, fra <https://register.geonorge.no/register/produktspesifikasjoner/norsk-institutt-for-skog-og-landskap/ar50>
- Norsk Naturskadepool. (2015a). *Naturskader*. Hentet 01.10.15, fra <http://www.naturskade.no/no/Hoved/Naturskader/>
- Norsk Naturskadepool. (2015b). *Storm*. Hentet 10.09.15, fra <http://www.naturskade.no/no/hoved/naturskader/skadearsaker/storm/>
- Norsk Naturskadepool. (2016). *Naturskadestatistikk*. Hentet 20.04.16, fra <http://www.naturskade.no/no/Hoved/statistikk/>
- NTB. (2015). Trær velter i vinden på Østlandet, Hentet 20.03.16, fra www.ntb.no/
- Oldertrøen, J. O. (2009). *Sterk vind en fare for skogen*. Hentet 22.03.16, fra <http://forskning.no/skog-skogbruk-vaer-og-vind/2009/01/sterk-vind-en-fare-skogen>
- Paulsen, M. (2013). Mange mistet strømmen, *Halden Arbeiderblad*. Hentet 20.03.16, fra www.ha-halden.no/
- Preston, B. L., Yuen, E. J., & Westaway, R. M. (2011). Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks. *Sustainability Science*, 6(2), 177-202.
- Retriever Norge. (udatert). *ATEKST – Skandinavias største digitale nyhetsarkiv*. Hentet 19.03.16, fra <http://www.retriever-info.com/no/category/news-archive/>
- Rinde, N. B. (2013). Frykter ekstreme vindkast, *Lindesnes avis*. Hentet 21.03.16, fra <http://www.l-a.no/>
- Rød, J. K. (2009). *Verktøy for å beskrive verden : statistikk, kart og bilder*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- Rød, J. K. (2015). *GIS : verktøy for å forstå verden*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rød, J. K., Berthling, I., Lujala, P., Opach, T., & Vatne, G. (2013). Beregning og kartlegging av steders sårbarhet for flom, skred og storm. I L. M. Bye, H. Lein & J. K. Rød (Red.),

- Mot en farligere fremtid?: om klimaendringer, sårbarhet og tilpasning i Norge.*
Trondheim: Akademika forl. 91-107.
- Rød, J. K., Opach, T., & Neset, T.-S. (2015). Three core activities toward a relevant integrated vulnerability assessment: validate, visualize, and negotiate. *Journal of Risk Research*, 18(7), 877-895.
- Rønningsbakk, I., & Vestrum, A. (2011). Dagmar herjet trolig verre enn Berit, *Dagsavisen*. Hentet 21.03.16, fra www.dagsavisen.no/
- Schuurman, N. (2000). Trouble in the heartland: GIS and its critics in the 1990s. *Progress in Human Geography*, 24(4), 569-590.
- Schuurman, N. (2004). *GIS : a short introduction*. Malden: Blackwell.
- Skaten, O. (2016). Ryddar ut stormfalle tømmer på Hodnanes, *Tysnesbladet*. Hentet 20.03.16, fra www.tysnesbladet.no/
- Skattebu, I. (2013). Stengte veier og veltede trær, *Oppland Arbeiderblad*. Hentet 20.03.16, fra www.oa.no/
- Skjærseth, L. E., & Kringstad, K. (2015). Vinden kan gi nye strømbrudd på nyttårsaftnen, *NRK*. Hentet 21.03.16, fra <http://www.nrk.no/trondelag/vinden-kan-gi-nye-strombrudd-pa-nyttarsaftnen-1.12727023>
- Skogbrand. (2014). *Skogbehandling - før stormen kommer*. Hentet 28.01.16, fra http://www.skogbrand.no/content/uploads/2015/03/Skogbrand_Tema2014_oppdatert_spreads.pdf
- Skogbrand. (2015). *Årsberetning 2014*. Oslo: Skogbrand Forsikring.
- Skogbrand. (Udatert-a). *Skogforsikring*. Hentet 01.10.15, fra <http://www.skogbrand.no/stormskader-i-europa/>
- Skogbrand. (Udatert-b). *Stormskader i Europa*. Hentet 08.09.15, fra <http://www.skogbrand.no/stormskader-i-europa/>
- SkogsNorge. (2014). *De beste områdene for skogbruk i Norge, hvor og hvorfor?* Hentet 01.03.16, fra http://www.skogsnorge.no/artikkel.cfm?Id_art=13304&Tema_id=15&Id_kanal=6
- Skybakmoen, J., Hanssen, T., & Sved, B. (2013). Orkan herjet igjen, *Adresseavisen*. Hentet 21.03.16, fra www.adressa.no/

- Solberg, S., Harstveit, K., Blennow, K., Olofsson, E., Heggem, E. S., & Timmermann, V. (2008). *Storm og skogskader: risiko for stormskader i skog, og betydningen av skogbehandlingen*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- SSB. (2015). *Skogavvirkning for salg, 2014, endelige tall*. Hentet 02.02.16, fra <http://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/skogav/aar-endelige>
- Sævik, V. (2013a). Saturnvegen ble avstengt i stormen, *Porsgrunns Dagblad*. Hentet 21.03.16, fra www.pd.no/
- Sævik, V. (2013b). Vinden har løyet til stiv kuling, *Porsgrunns Dagblad*. Hentet 21.03.16, fra www.pd.no/
- Sørli, J. E. (2013). Advarer mot full storm og høyt vann, *Halden Arbeiderblad*. Hentet 20.03.16, fra <http://www.ha-halden.no/>
- Tate, E., Cutter, S. L., & Berry, M. (2010). Integrated multihazard mapping. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 646-663.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (3. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thorsen, K. N. (2016). Tysnes kan bli hardt ramma av ekstremværet "Tor", *Tysnesbladet*. Hentet 21.03.16, fra www.tysnesbladet.no/
- Tobin, G. M., & Montz, B. E. (2009). Risk: Geophysical Processes in Natural Hazards. I S. P. Rice, G. Valentine, S. L. Holloway & N. Clifford (Red.), *Key concepts in geography*. London: Sage. 405-423.
- Tomter, S. M., & Dalen, L. (2014). *Bærekraftig skogbruk i Norge*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- UNISDR. (2009). *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. Hentet 14.02.16, fra http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf
- Vestrum, A. (2011). Full storm i vente langs kysten fredag, *NTB*. Hentet 20.03.16, fra www.ntb.no/