



Fylkesmannen
i Vest-Agder

Rapp. 1/2015

Pilotprosjekt om klimatilpasning

- **Havnivåstigning og strandkantdeponier**
- **Klimarobuste skogsbilveier**
- **Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet**





Fylkesmannen i Vest-Agder
Miljøvern avdelingen

Rapport

Tittel: Pilotprosjekt om klimatilpasning:
- Havnivåstigning og strandkantdeponier
- Klimarobuste skogsbilveier
- Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet

Rapport nr.: 1/2015

Antall sider: 38

Forfattere:

Nina Holteberg, Ørnulf Haraldstad, Bjørn Wattne Østerhus,
Yngve Årøy, Ole Stabekk, Sven Sandvik, Tor Punsvik,
Elisabeth Kaddan

Prosjektansvarlig:

miljøverndirektør Ørnulf Haraldstad

Prosjektleder: Nina Holteberg

ISBN:

ISSN:

Sammendrag: I samarbeid med Miljødirektoratet og utvalgte kommuner har Fylkesmannen i Vest-Agder gjennomført et pilotprosjekt om klimatilpasning. Det er etablert en tverrfaglig arbeidsgruppe med representanter fra miljøvern avdelingen, landbruksavdelingen og samfunnsavdelingen (beredskapsgruppa). Tre delprosjekter omhandlet: 1) Havnivåstigning og strandkantdeponier, 2) Klimarobuste skogsbilveier, og 3) Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet.

4 emneord: klimatilpasning, havnivåstigning, skogsveibygging, arealforvaltning

Referanse: Fylkesmannen i Vest-Agder, 2015. Pilotprosjekt om klimatilpasning: - Havnivåstigning og strandkantdeponier, - Klimarobuste skogsbilveier, - Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet. Rapport 1/2015.

Kontaktinformasjon:

Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvern avdelingen, Postboks 513 Lundsiden, 4605 Kristiansand

Telefon 38 17 61 00 – E-post: fmvapostmottak@fylkesmannen.no

Innhold

Forord.....	I
Sammendrag.....	II
1. Innledning	1
1.1. Målene for prosjektet	1
1.2. Prosjektstillingen.....	2
1.3. Arbeidsform og valg av delprosjekter.....	2
2. Samarbeid om klimatilpasning internt hos Fylkesmannen.....	4
2.1. Behov for konkretisering av embetsoppdraget på klimatilpasning	5
3. Delprosjekt 1: Havnivåstigning og strandkantdeponier – Kristiansand kommune	6
3.1. Problemstilling: Havnivåstigning, avfallsdeponier og sårbar infrastruktur.....	6
3.2. Om havnivåstigning og konsekvenser for ulike samfunnsområder	6
3.3. Hvordan vil en havnivåstigning påvirke utlekkingsforhold ved avfallsdeponier i strandsonen?.....	8
3.3.1. Analyseverktøy – kart over havnivåstigning og overvann i terrenget.....	8
3.3.2. Risikovurdering av de to deponiene i Kongsgård-området.....	9
3.4. Kystkommunenes ansvar for å sikre sårbar infrastruktur.....	13
3.5. Samarbeid med kommunen og andre aktører.....	14
3.6. Erfaringer og anbefalinger	15
4. Delprosjekt 2: Klimarobuste skogsbilveier – Vennesla kommune.....	16
4.1. Problemstilling: Økt nedbør vil tære på skogsbilveiene.....	16
4.2. Aktuell klimatilpasning – eksempler på tiltak.....	17
4.2.1. Eksempel 1: Valg mellom stikkrenne og bro på en skogsbilvei i Vennesla	17
4.2.2. Eksempel 2: Bygging av flombro på en skogsbilvei i Flekkefjord	19
4.2.3. Eksempel 3: Opprustning av en skogsbilvei i Farsund etter en flomepisode.....	20
4.3. Fagdag for skogbrukssjefer og private aktører.....	21
4.4. Samarbeid med kommunen og andre aktører.....	22
4.5. Erfaringer og anbefalinger	24
5. Delprosjekt 3: Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet – Sirdal kommune	25
5.1. Problemstilling: Hva kan kommunene gjøre for å ivareta ryper og villrein?.....	25
5.2. Vegetasjonsendringer skapt av klimaendringer	26
5.3. Ivaretagelse av biologisk mangfold.....	29
5.3.1. Effekter av klimaendringer på ryper og villrein.....	29
5.3.2. Tilpasninger i arealforvaltningen og aktuelle tiltak	30
5.4. Samarbeid med kommunen og andre aktører.....	36
5.5. Erfaringer og anbefalinger	36
6. Referanser.....	37

Forord

Rapporten inneholder en fremstilling av tre delprosjekter innen klimatilpasning som Fylkesmannen i Vest-Agder har gjennomført i samarbeid med utvalgte kommuner i 2015. Etter gjennomføring har vi evaluert det interne og eksterne samarbeidet om klimatilpasning.

Prosjektet har foregått i samarbeid med og ble finansiert av Miljødirektoratet. Takk til Miljødirektoratet v/Roar Skuterud, de involverte i Farsund, Flekkefjord, Kristiansand, Sirdal og Vennesla kommuner, Fylkeskartkontoret på Agder, Statskog, Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), Skogkurs, selvstendig konsulent Leif Kastdalen, Norut, og kolleger hos Fylkesmannen i Vest-Agder for nyttige innspill underveis i arbeidet!

Kristiansand, 30.06.15

Nina Holteberg
prosjektleder

Sammendrag

I samarbeid med Miljødirektoratet og utvalgte kommuner er det gjennomført et pilotprosjekt om klimatilpasning hos Fylkesmannen i Vest-Agder. Målene med prosjektet var å:

- Utvikle et godt tverrfaglig samarbeid om klimatilpasning i embetet
- Gjennomføre problemanalyse og tiltak med utvalgte kommuner innen tre delprosjekter:
 - 1) Havnivåstigning og problemstillinger som kan oppstå ved risikovurdering av avfallsdeponier i kystsonen, samt ivaretagelse av sårbar infrastruktur.
 - 2) Forebygging av skogsbilveiskader forårsaket av ekstremvær.
 - 3) Arealforvaltning i høyfjellet og ivaretagelse av natur som er spesielt sårbar for klimaendringer.
- Bidra til å avklare Fylkesmannens roller og virkemidler, samt identifisere barrierer og lokale/regionale behov for klimatilpasning

I rapporten foreslås en rekke forvaltningsrelaterte verktøy og tiltak knyttet til de ulike delprosjektene. Det er blant annet utarbeidet en sjekklister for risikovurdering av strandkantdeponier ved en havnivåstigning som kan brukes i kystkommunene. Rapporten synliggjør også behovet for teknisk fagkompetanse i kommunene når det gjelder planlegging av klimarobuste skogsbilveier. Veiledning og gode møteplasser for utveksling av faglig kompetanse og erfaringer er viktig. I siste delprosjekt er det pekt på en rekke utfordringer knyttet til vegetasjonsendringer som følge av klimaendringer i høyfjellet. Temakart og hensynssoner er viktige verktøy i arealplanleggingen for å ivareta sårbare arter og lokaliteter i framtiden.

Klimatilpasning er utfordrende, omfattende og avhengig av lokale behov. En konkretisering av embetsoppdrag vil bidra til at Fylkesmannen lettere vil kunne følge opp og bistå kommunenes arbeid med klimatilpasning.

1. Innledning

Pilotprosjektet om klimatilpasning hos Fylkesmannen i Vest-Agder er utarbeidet i samarbeid med Miljødirektoratet. Prosjektet er basert på et tverrfaglig samarbeid internt i embetet og det er etablert en arbeidsgruppe med representanter fra miljøvernavdelingen, landbruksavdelingen og samfunnsavdelingen (beredskap). Hovedmålet er å ta tak i konkrete klimarelaterte problemstillinger i utvalgte kommuner, og via en tverrfaglig tilnærming å finne fram til gode løsninger. I tillegg skal prosjektet bidra til å avklare Fylkesmannens roller og virkemidler innen klimatilpasning.

FNs klimapanel fastslår i sin femte hovedrapport at tilpasning til dagens og framtidens klimaendringer er nødvendig. Økt temperatur, økte nedbørsmengder, hyppigere og kraftigere ekstremvær, havforsuring og havnivåstigning er klimaendringer vi ser i dag. Klimaendringene vil tilta i framtiden uavhengig av om togradersmålet oppnås. Tilpasning til klimaendringer er nødvendig for å forebygge og motvirke skadevirkninger på mennesker, natur og samfunn.

Klimatilpasning har lenge stått i fokus i norsk politikk. Dette er et omfattende og relativt nytt felt. Det er utfordrende å sørge for at hensynet til klimaendringer ivaretas i all planlegging av arealbruk, bygg, anlegg og infrastruktur. Klimarelaterte problemstillinger varierer mellom områder på grunn av ulik geografi, topografi og samfunnsforhold.

Fokuset på klimatilpasning varierer mellom Fylkesmenn og kommuner. Det er behov for utvikling av en systematisk arbeidsform hos Fylkesmennene som sørger for en helhetlig tilnærming til klimatilpasningsarbeid. Dette vil bidra til at Fylkesmennene best mulig vil kunne veilede og bistå kommunene i det omfattende arbeidet med klimatilpasning.

1.1. Målene for prosjektet

- 1) Få en helhetlig tilnærming til klimatilpasningsarbeid hos Fylkesmannen gjennom utvikling av gode samarbeidsformer på tvers av fagområdene miljø, landbruk og beredskap.
- 2) Gjennomføre problemanalyse og tiltak i samarbeid med utvalgte kommuner.
- 3) Gjennom arbeid med klimatilpasning:
 - Bidra til å avklare Fylkesmannens roller og virkemidler innen arbeid med klimatilpasning.
 - Identifisere barrierer og lokale/regionale behov for klimatilpasning.
 - Prosjektarbeidet bør ha overføringsverdi til andre fylker og kommuner.

1.2. Prosjektstillingen

Prosjektet er finansiert av Miljødirektoratet og det har vært ansatt en prosjektleder (klimakoordinator) i 100 % engasjementsstilling ved miljøvernavdelingen i perioden 01.11.2014 til 30.06.2015.

Klimakoordinator har hatt ansvar for å koordinere det interne samarbeidet i embetet, samt samarbeidet med kommuner og andre aktører i planleggingen og gjennomføringen av delprosjektene. Tittelen klimakoordinator er brukt for å synliggjøre prosjektet.

I tillegg til arbeidet med pilotprosjektet har klimakoordinator representert Fylkesmannen i en faggruppe på klima som skal gi strategiske innspill til Regionplan Agder 2020. Faggruppen består av representanter fra fylkeskommunene i Aust-Agder og Vest-Agder, Arendal og Kristiansand kommune, Lister regionråd og Setesdal regionråd. Faggruppen har hovedsakelig fokusert på tiltak for å redusere klimagassutslipp og ikke arbeidet med klimatilpasning.

1.3. Arbeidsform og valg av delprosjekter

Det er etablert en arbeidsgruppe på tvers av avdelingsstrukturen hos Fylkesmannen for å få en tverrfaglig tilnærming til arbeidet med klimatilpasning. Arbeidsgruppen har bestått av representanter fra miljøvernavdelingen, landbruksavdelingen og samfunnsavdelingen (beredskapsgruppa), se tabell 1.

Tabell 1: Deltakere i arbeidsgruppe klimatilpasning hos Fylkesmannen i Vest-Agder.

Navn	Stilling	Avdeling (gruppe)
Ørnulf Haraldstad	Miljøverndirektør	Miljøvern
Nina Holteberg	Klimakoordinator	Miljøvern (forurensning)
Thore Egeland	Sjefingeniør	Miljøvern (forurensning)
Bjørn Wattne Østerhus	Senioringeniør	Miljøvern (forurensning)
Lene Halling	GIS-koordinator	Miljøvern (GIS)
Magnus Thomassen	Plankoordinator	Miljøvern (plan)
Tor Punsvik	Viltforvalter	Miljøvern (naturforvaltning)
Yngve Årøy	Fylkesberedskapssjef	Samfunn (beredskap)
Karl Gjermund Damli	Fylkesskogmester	Landbruk
Ole Stabekk	Fylkesskogmester	Landbruk

Arbeidsgruppa har hatt møter jevnlig i perioden fra november 2014 og fram til prosjektets avslutning i juli 2015. Tabell 2 gir en oversikt over aktuelle problemstillinger relatert til klimaendringer og klimatilpasning i Vest-Agder som er diskutert i arbeidsgruppa. På grunn av et relativt begrenset tidsaspekt for gjennomføring av tiltak, er det valgt ut tre delprosjekter som var realistiske å gjennomføre i løpet av prosjektperioden. Prosjektene er også valgt for å utfordre og styrke det tverrfaglige samarbeidet internt hos Fylkesmannen og synliggjøre ulike geografiske utfordringer. Tre kommuner ble invitert til samarbeid om delprosjektene;

Kristiansand (havnivåstigning), Vennesla (skogsveibygging) og Sirdal (arealforvaltning i høyfjellet). Samarbeidet med kommunene startet opp i januar 2015.

Tabell 2: Ulike problemstillinger relatert til framtidige klimaendringer som er gjennomgått i arbeidsgruppa. Tre tema (grå bakgrunn) er valgt for videre konkretisering og gjennomføring av tiltak våren 2015.

Tema	Tiltak/aktivitet/hva gjør vi?	Oppfølging	Ansvar
Skogsveibygging og planlegging – økt nedbør, fokus på grøfter og stikkrenner, forsømt vedlikehold.	Kompetansebygging. Kompetansen er svak i flere kommuner i Vest-Agder.	Tyngre og mer solide veier er en nødvendig tilpasning. Nye regler for planlegging. Skogen må tåle større inngrep. En konsekvens bør bli færre veier. Tilpasning for biologisk mangfold?	Landbruk Miljøvern
Kartfeste flom-, skred- og rasfare, havnivåstigning og værprofilen på Agder.	Det er etablert en nettportal for kommuner: www.miljokommune.no . Veiledning er nødvendig.	Utarbeide kartgrunnlag for lokal bruk/kommuner. ROS Agder.	Beredskap Miljøvern
Havnivåstigning. Økt overflateavrenning.	Fokus på deponier i havkanten, forurenset sjøbunn. Opprydding er aktuelt. Bør sammenholdes med økt avrenning og arbeidet med implementering av EUs vanddirektiv, kystvann.	ROS Agder, pålegge risikovurderinger angående fare for utlekking fra deponier/forurenset grunn. Kristiansand aktuell samarbeidspartner.	Beredskap Miljøvern
Styrke beskrivelsene av samfunnskritisk infrastruktur og kritiske samfunnsfunksjoner.	ROS Agder, øvingsserie.	Eksempel: Strømstans ved avløpsanlegg.	Beredskap Miljøvern
Styrke beskrivelsen av hendelser (sannsynlighet og konsekvens).	Ekstremvært og innsats fra frivillige organisasjoner er interessant		Beredskap
Robuste økosystem i fjellområdene i sør.	Klimautsatte arter og arealplanlegging. Fjellområder i sør er spesielt utsatte for klimaendringer. Hensynet til bevaring av leveområder må vektlegges høyt i arealforvaltningen.	Sirdal kommune er aktuell for samarbeid i fjellområdene. Sira-Kvina kraftselskap kan være aktuell samarbeidspartner.	Miljøvern
Modellering av vannkvalitet. NIVA har gjennomført et arbeid for Otra.	NIVA la i 2013 fram modeller som beskriver effekter i vassdrag med og uten klimaeffekter over tid. Et godt grunnlag for klimatilpasningstiltak. Finansiering er mulig gjennom arbeid med overvåking i henhold til vanddirektivet.	Et samarbeid med NIVA er aktuelt. Fylkesmannen har i 2014 vært i kontakt med NIVA om aktuelle prosjekter i vannområdene.	Miljøvern

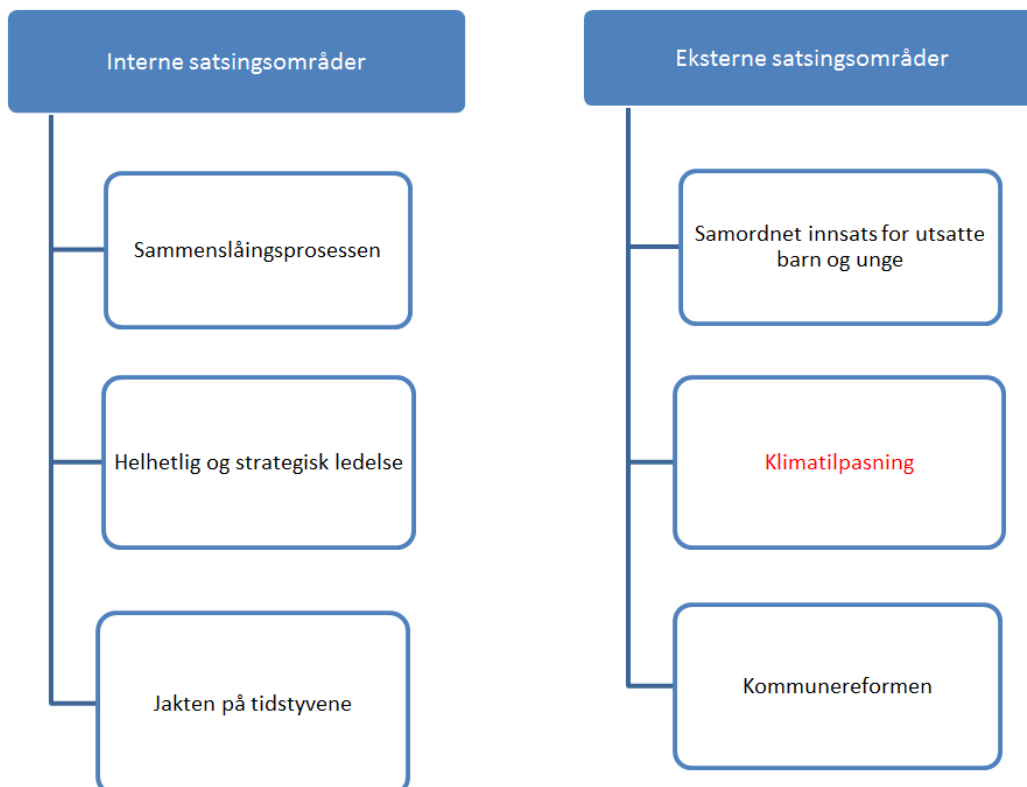
2. Samarbeid om klimatilpasning internt hos Fylkesmannen

Møtene i arbeidsgruppa har vært hovedarena for det interne samarbeidet om prosjektet. I tillegg har klimakoordinator hatt jevnlig kontakt med kontaktpersonene i avdelingene med hensyn til oppfølging av delprosjektene. Det har vært vanskelig å finne møtetidspunkt som passet for alle og oppmøtet har derfor variert.

Kontaktpersoner med ansvar for å følge opp delprosjektene har arbeidet med dette i tillegg til vanlige arbeidsoppgaver. For enkelte har det vært noe problematisk å få nok arbeidstid til oppfølgingen.

På miljøvernavdelingen har «Klima-nytt» vært en fast post på agendaen gjennom prosjektperioden. Det er informert om fremgangen i prosjektet og det har vært gode diskusjoner. Medarbeiderne har hatt anledning til å komme med synspunkter og innspill til prosjektet og prosjektet har medført en økt bevissthet om klimaarbeid.

Prosjektet er diskutert på embetsledermøtene. Arbeidet med klimatilpasning har høy prioritet hos Fylkesmannen i Vest-Agder i 2015 og det er løftet som ett av tre eksterne satsingsområder, se figur 1. Dette betyr at oppgaver knyttet til klimatilpasning får spesiell oppmerksomhet fra ledergruppen og krever samarbeid på tvers av avdelingene.



Figur 1: Arbeid med klimatilpasning er ett av tre eksterne satsingsområder for Fylkesmannen i Vest-Agder i 2015.

Alle ansatte hos Fylkesmannen i Vest-Agder har fått informasjon om prosjektet, viktigheten av klimatilpasning og Fylkesmannens rolle i arbeidet. Et viktig mål med prosjektet er nettopp økt bevissthet og engasjement for klimatilpasningsarbeid. Diskusjoner om klimatilpasning på avdelings- og embetsnivå har vært et nyttig verktøy for å øke kunnskapen om klimaarbeid generelt og de tre delprosjektene spesielt.

De tre delprosjektene handler om forskjellige utfordringer knyttet til ulike geografiske områder (kyst, skog, fjell) og ulike fagområder (forurensning, skogbruk og biologisk mangfold/arealforvaltning). Gjennom etableringen av en tverrfaglig arbeidsgruppe på klimatilpasning har samarbeidet mellom miljøvernavdelingen, landbruksavdelingen og beredskapsgruppen blitt styrket. Det må imidlertid påpekes at motivasjonen for å arbeide med klimatilpasning i embetet kunne vært sterkere. En konkretisering av embetsoppdraget på klimatilpasning ville styrket Fylkesmannens arbeid og bidratt til et økt engasjement internt.

2.1. Behov for konkretisering av embetsoppdraget på klimatilpasning

Dagens embetsoppdrag innen klimatilpasning oppleves som diffust og lite konkret. Et embetsoppdrag med ytterligere konkretisering av arbeidsoppgavene vil bidra til at Fylkesmennene lettere vil kunne følge opp og bistå kommunenes arbeid med klimatilpasning.

En mulig konkretisering av embetsoppdraget kan være at embetene må ta stilling til en liste med ulike prioriterte klimatilpasningstiltak som blir definert av Miljødirektoratet. En del av oppdraget for embetene kan for eksempel være å velge ut to tiltak med høyest prioritet i hver kommune. En slik prioritert liste over tiltak vil tydeliggjøre utfordringer i den enkelte kommune, Fylkesmannens forventninger til kommunen og kommunens behov for veiledning. Fjell-, skog- og kystkommuner står overfor svært ulike utfordringer som følge av klimaendringer. Det er mulig at en kommunevis kartlegging av utfordringene også vil motivere kommunene til å ta tak i problemstillingene i større grad enn i dag.

3. Delprosjekt 1: Havnivåstigning og strandkantdeponier – Kristiansand kommune

3.1. Problemstilling: Havnivåstigning, avfallsdeponier og sårbar infrastruktur

Havnivåstigning, stormflo og økt hyppighet av ekstremvær er klimaendringer som gir nye problemstillinger i arbeidet med risiko- og sårbarhetsanalyser i strandsonen. I slike områder må kunnskap om framtidens klima legges til grunn i planlegging av utbygging og sikring av infrastruktur. Avfallsdeponier og søppelfyllinger som ligger nær havnivå utgjør en risiko for utlekking av miljøgifter ved en framtidig havnivåstigning.

I dette delprosjektet har vi valgt å utrede følgende problemstillinger:

- Hvordan vil en havnivåstigning påvirke faren for utlekking av miljøgifter fra avfallsdeponier som ligger nær havnivå?
- Hvordan skal en sikre og ivareta sårbar infrastruktur i strandsonen?

I utredningen av problemstillingene har vi valgt å arbeide med konkrete avfallsdeponier i Kristiansand kommune. Som et resultat er det utarbeidet en metode for å ta tak i sikring/risikovurdering av deponier i strandsonen for å hindre utlekking av miljøgifter, se kapittel 3.3.1.

Gjennom prosjektet er det også utarbeidet kart over forventet framtidig havnivåstigning i Vest-Agder. Kartene er sendt til kystkommunene sammen med en oppfordring om å sikre sårbar infrastruktur ved å ivareta hensynet til framtidig havnivåstigning ved arealplanlegging og sikkerhets- og beredskapsarbeid. Mer om dette i kapittel 3.4.

3.2. Om havnivåstigning og konsekvenser for ulike samfunnsområder

De tre årsakene til havnivåstigning er alle relatert til den globale oppvarmingen (Vasskog et al. 2009):

- Temperaturøkningen i havet medfører at vannet utvider seg.
- Isbreer på land smelter og tilfører havet vann.
- Iskappene på Grønland og Antarktis smelter og tilfører havet vann.

Når isbreene smelter vil landmassen heve seg og kompensere for noe av havnivåstigningen. Denne kompensasjonen er imidlertid liten. Uten tiltak for å redusere klimagassutslipp er det sannsynlig at vi globalt vil få en havnivåstigning på 80 cm i år 2100. I arbeid med klimatilpasning er det viktig å også ta høyde for springflo og stormflo når en ser på den potensielle havnivåstigningen som kan oppstå.

Springflo er det høyeste havnivået som oppstår som følge av astronomisk påvirkning. Havnivået ved en slik situasjon omtales som «høyeste astronomiske tidevann» (HAT). Stormflo tilsvarer HAT + maksimal atmosfærisk påvirkning og værpåvirkning, f. eks. svært lavt lufttrykk kombinert med pålandsvind. Stormfloverdien er altså lik havnivåstigning + HAT + maksimal atmosfærisk påvirkning og værpåvirkning. Stormfloverdiene må legges til grunn ved f. eks. beregning av byggehøyder.

DSB og Bjerknæssenteret har utarbeidet en rapport om forventet havnivåstigning i norske kystkommuner (Vasskog et al. 2009). Rapporten viser forventet havnivåstigning og forventede stormfloverdier i et 50- og 100-års perspektiv i forhold til i år 2000, beregnet for hver kystkommune i landet. Tallene for Vest-Agder er vist i tabell 3. Det angis et usikkerhetsintervall for både havnivå og stormflo. For å være føre-var forventer Fylkesmannen at den høyeste verdien i intervallet legges til grunn.

Tabell 3: Forventet havnivåstigning og forventede stormfloverdier i et 50- og 100-årsperspektiv beregnet for kystkommunene i Vest-Agder (Vasskog et al. 2009).

			Vest-Agder					
			År 2050 relativt år 2000			År 2100 relativt år 2000		
Kommunenr.	Kommune	Målepunkt	Land-heving (cm)	Beregnet havstigning i cm	100 års stormflo*	Land-heving (cm)	Beregnet havstigning i cm	100 års stormflo*
				(usikkerhet -8 til +14 cm)	relativt NN1954 (usikkerhet -8 til +14 cm)		(usikkerhet -20 til +35 cm)	relativt NN1954 (usikkerhet -20 til +35 cm)
1004	Flekkefjord	Flekkefjord	4	27 (19 - 41)	137 (129 - 151)	9	81 (61 - 116)	196 (176 - 231)
1037	Kvinesdal	Øye	5	26 (18 - 40)	137 (129 - 151)	9	81 (61 - 116)	197 (177 - 232)
1003	Farsund	Farsund	5	26 (18 - 40)	140 (132 - 154)	10	80 (60 - 115)	199 (179 - 234)
1032	Lyngdal	Lyngdal	6	25 (17 - 39)	139 (131 - 153)	11	79 (59 - 114)	198 (178 - 233)
1029	Lindesnes	Åvik	6	25 (17 - 39)	142 (134 - 156)	12	78 (58 - 113)	200 (180 - 235)
1002	Mandal	Mandal	6	25 (17 - 39)	144 (136 - 158)	13	77 (56 - 111)	201 (181 - 236)
1018	Søgne	Hollen	7	24 (16 - 38)	149 (141 - 163)	14	76 (56 - 111)	205 (185 - 240)
1001	Kristiansand	Kristiansand	8	23 (15 - 37)	152 (144 - 166)	16	74 (54 - 109)	208 (188 - 243)

Usikkerhet knyttet til lokale forhold framkommer ikke av tabellen. Dette gjelder usikkerhet basert på lokalkunnskap om steder der f.eks. elv møter hav eller der bølgepåvirkningen erfaringsmessig er større enn tabellen indikerer. Slike forhold har kommunen selv ansvar for å vurdere. En tilleggsverdi som heller ikke framkommer av tabellen er tillegget for 200- og 1000 års stormflo. Verdiene er beregnet av Kartverket og skal tas med i beregningen av sikker byggehøyde avhengig av hva slags bebyggelse det planlegges for. For kyststrekningen i Vest-Agder skal det legges til 10 cm for 200 års gjentaksintervall og 40 cm for 1000 års gjentaksintervall.

Havnivåstigning og stormflo medfører oversvømmelse av større eller mindre områder og kan få konsekvenser for mange samfunnsområder:

- Kraftforsyning.** For kraftforsyningen vil havnivåstigning og stormflo kunne få konsekvenser for installasjoner i områder med fare for oversvømmelse. Direkte påvirkning av vannmasser på installasjonene og indirekte påvirkning gjennom utvasking av masser vil kunne medføre brudd i kraftforsyningen. Dette kan gi konsekvenser for annen kritisk infrastruktur og kritiske samfunnsfunksjoner.
- Elektronisk kommunikasjon (ekom).** Ekom vil bli påvirket der infrastruktur ligger nær havet og der hvor kraftforsyning til ekom-infrastrukturen blir påvirket.
- Samferdsel.** Havnivåstigning og stormflo vil medføre økte påkjenninger på broer, tunneler, jernbanelinjer og veier som ligger under eller nær sjøen. Stengte samferdselsårer vil få konsekvenser for annen infrastruktur og samfunnsfunksjoner.

- d. Vann og avløp. Vann- og avløpssystemer kan bli påvirket ved at forurenset vann trenger inn i rørsystemene eller ved at avløpsvann ikke kommer ut. Dette kan gi helsemessige konsekvenser i form av smittsomme sykdommer.
- e. Helse. Det kan bli store helsemessige konsekvenser av havnivåstigning og stormflo. Vann som er ute av kontroll er en potensiell smittebærer. Sykehus og omsorgsinstitusjoner kan bli rammet gjennom brudd i vannforsyning og avløp, kraft og ekom.
- f. Avfallsdeponier. Havnivåstigning kan medføre utvasking av miljøgifter fra avfallsdeponier som ligger nær sjøen. Dette kan medføre økt helserisiko for nærmiljøet rundt deponiene og ved inntak av sjømat fra i vann påvirket av utvaskingen. Avfallsdeponier nevnes spesielt da denne delrapporten omhandler problemstillinger rundt havnivåstigning og avfallsdeponier i Kristiansand kommune.

3.3. Hvordan vil en havnivåstigning påvirke utlekkingsforhold ved avfallsdeponier i strandsonen?

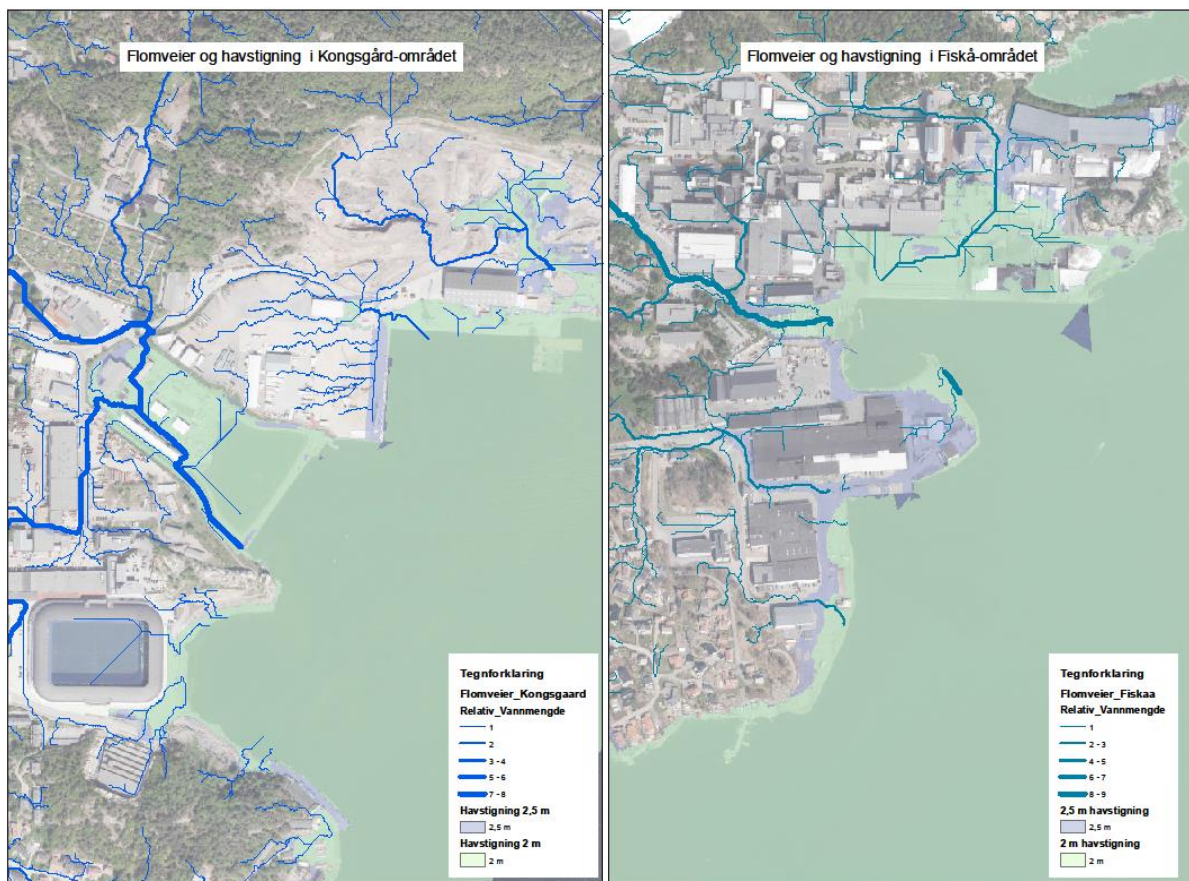
Aktuelle grunnforurensningslokaliteter i strandsonen i Kristiansand kommune er vurdert med hensyn til risiko for utlekking. Tolv lokaliteter er identifisert, hvorav to lokaliteter er valgt ut for videre arbeid; Kongsgård-området og Lumber industriområde. Begge områdene ligger i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase. Lokalitetene er interessante på grunn av deres størrelse, og sammenlignbare deponier finnes flere steder i fylket og i landet for øvrig.

For å illustrere hvordan en framtidig havnivåstigning vil berøre områdene har Fylkesmannen utviklet et analyseverktøy. Verktøyet viser hvordan havnivå og flomveier vil se ut på de to lokalitetene ved økende havnivå. For Kristiansand kommune er det anbefalt at en økning på 2,53 meter bør inngå som en verdi det planlegges ut fra (Vasskog et al. 2009). Denne verdien utgjør estimert potensiell havnivåstigning som kan forekomme ved stormflo.

Kongsgård-området består av flere gamle, lavtliggende kommunale avfallsdeponier, samt et nyere strandkantdeponi. Deponiene Kongsgårdbukta og Strandkantdeponiet er valgt som eksempler, da disse har størst relevans for problemstillingen. De to deponiene er store, henger fysisk sammen, berøres av hverandres sigevann, og har potensiale for arealutvikling på land og i tilgrensende sjøområde. Lumber industriområde er interessant fordi det er et industriområde som i lang tid har vært brukt og fremdeles er i bruk. Av hensyn til overføringsverdi har vi valgt å arbeide mer detaljert med en risikovurdering av Kongsgård-området framfor Lumber industriområde.

3.3.1. Analyseverktøy – kart over havnivåstigning og overvann i terrenget

Fylkesmannen har utviklet en metode for å illustrere hvordan framtidig havnivåstigning vil berøre områder i strandsonen. I tillegg til å illustrere havnivåstigning er det gjort analyser på hvor flomveier vil gå i terrenget ved ekstremnedbør. Metoden er prøvd ut på grunnforurensningslokalitetene Kongsgård-området og Lumber industriområde, se figur 2.



Figur 2: Havnivåstigning på 2 meter (grønn) og 2,5 meter (lilla), samt overvannsflom i Kongsgård-området og Lumber industriområde. Blå linjer viser relativ størrelse på tilrenning av vann på en skala fra 0 til 8.

3.3.2. Risikovurdering av de to deponiene i Kongsgård-området

Det fremgår av figur 2 at Strandkantdeponiet vil bli oversvømt ved en havnivåstigning på 2 meter, mens Kongsgårdbukta ikke vil bli oversvømt selv ved 2,5 meters havnivåstigning. Kartet synliggjør behovet for å risikovurdere området med hensyn til hvordan framtidig havnivå vil kunne påvirke utlekkingsforholdene i og mellom deponiene. En fullstendig risikovurdering av området er tid- og kompetansekrevende og i dialog med Kristiansand kommune er det definert noen problemstillinger som konsulentfirmaet COWI fikk i oppdrag å utrede nærmere.

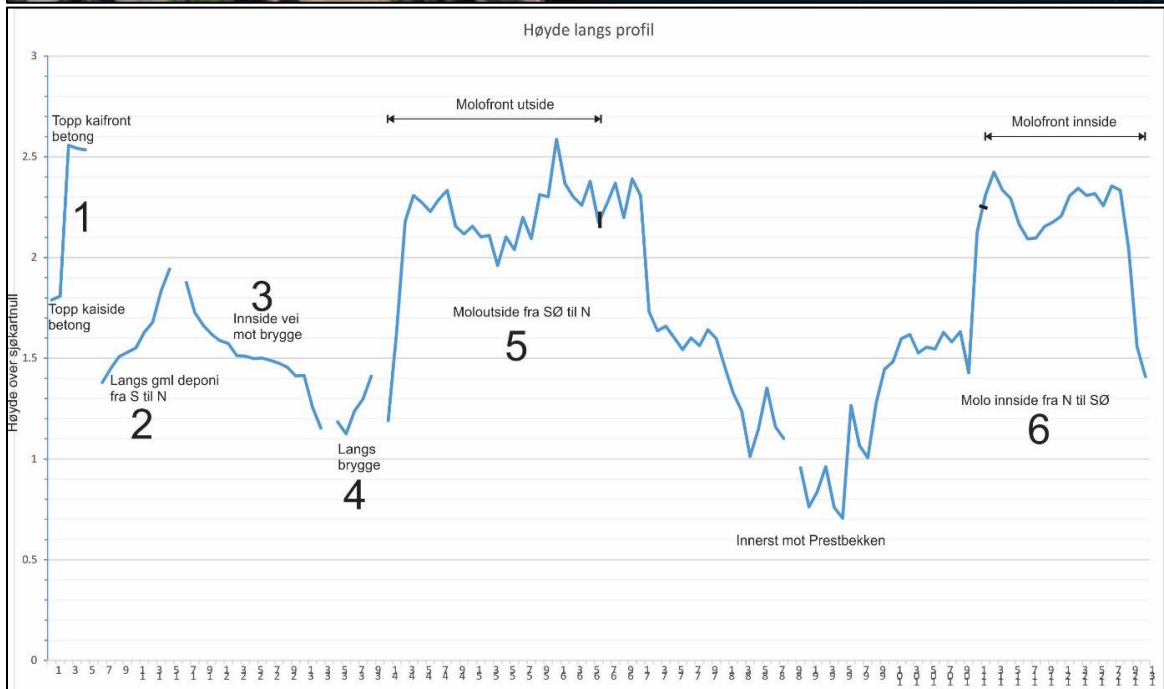
Kongsgårdbukta og Strandkantdeponiet ble bygd under bestemte designkriterier hvor et visst havnivå ble lagt til grunn. Basert på 2,53 meters havnivåstigning er beregningsgrunnlaget for deponiene gjennomgått på nytt. På bakgrunn av dette har COWI pekt på flere kritiske forhold. Arbeidet COWI har gjort inkluderer:

- høydemåling langs deponikanten og identifisering av kritiske områder
- identifisering av ni hendelser vurdert i en ROS-analyse
- utarbeidelse av en sjekklister for vurdering av konsekvensene av havnivåstigning ved strandkantdeponier

Høyden over sjøkartnull (referansenivået for dybder i sjøkart og tidevannstabeller) langs kanten av Strandkantdeponiet varierer sterkt, se figur 3. Innmålingene viser at det langs

moloen er to kritiske områder som ved dagens stormflonivå vil kunne oversvømme Strandkantdeponiet:

- langs bryggen ved punkt 4 (1,16 meter over sjøkartnull)
- innerst ved punkt 6 (1,41 meter over sjøkartnull)



Figur 3: Kanten av Strandkantdeponiet er inndelt i seks ulike deler (bildet øverst) hvor man har målt høyde over sjøkartnull (figuren nederst). Målingen er en del av en risikovurdering for å utrede hvordan framtidig havnivåstigning kan påvirke utlekkingsforhold langs kanten av deponiet.

Vannstanden i deponiet ligger gjennom hele året omkring 10 - 20 cm høyere enn vannstanden i sjøen. Det er derfor viktig å følge differansen mellom vannstand i deponi og i sjø ekstra nøye etter hvert som deponiet fylles opp. På bakgrunn av dette foreslås det at følgende kompensierende tiltak blir vurdert:

- Heving av voll rundt Strandkantdeponiet til minimum kote 2,53 for å kunne møte en forventet havnivåstigning.
- Heve filteret på innsiden av moloen for å kunne håndtere utstrømning av vann på et høyere nivå.

Ved ROS-analysen er ni hendelser identifisert og vurdert, se tabell 4. Det er ikke identifisert hendelser med «uakseptabel risiko». Fem av hendelsene indikerer «risiko som bør vurderes med hensyn til tiltak som reduserer risiko», mens fire hendelser indikerer «akseptabel risiko».

Rapportens betraktninger om konsekvenser gjelder kun for denne lokaliteten og konsekvensene er vurdert av COWI. Det vil være naturlig at en vurderer konsekvensene ulikt på andre lokaliteter. Konsekvensene er også dynamiske. Vannforskriften vil kunne styre hvor sårbar resipienten er og følgelig konsekvensene for denne ved utlekking. Utlekking fra deponier kan være miljøgifter, men også suspendert stoff og organisk materiale.

Anbefalinger fra Miljødirektoratet og miljømål satt av kommuner vil også være faktorer som kan sette vilkår for vurdering av konsekvensene. Hvilket nivå de forskjellige konsekvensene ligger i, må være gjenstand for diskusjon. Det samme gjelder for vurdering av sannsynlighet.

På grunnlag av arbeidet med risikovurdering av deponiene i Kongsgård-området er det laget en sjekklister for vurdering av hvilke konsekvenser en havnivåstigning kan ha for strandkantdeponier, se tabell 5. Listen er ikke utfyllende. Andre viktige tilleggsfaktorer kan gjelde for andre områder.

Tabell 4: Ni hendelser er identifisert og vurdert ved ROS-analysen av deponiene i Kongsgård-området. Risikoen som hendelsene utgjør er angitt som «risiko som bør vurderes med hensyn til tiltak som reduserer risiko» (gult) eller «akseptabel risiko» (grønt).

Identifiserte hendelser	Farer /årsaker	Aktuelt	Konsekvens (K) og sannsynlighet (S)		Kommentar	Risiko (K x S)	Mulige tiltak	Kommentar
			K	S				
						Definert /ukjent	Redusere K eller S	Iverksette tiltak
Oversvømmelse av deponiområdet	Oppvirvling av sediment? / Høyere havnivå og innsynkning	Ja	3	4	Vannet vil strømme inn i sjøkantdeponiet og trenge inn i det gml deponiet i Kongsgårdbukta. Eksiterende terskel vil dempe bølger slik at det ikke eller i liten grad vil skje oppvirvling av sedimenter. Kan likevel skje noe oppvirvling av de fineste partiklene (leir) som lettest kan virvles opp. De inneholder sannsynligvis mest miljøgifter.	12	Heve molo rundt hele strandkantdeponiet	For lavt i dag, tiltak bør iverksettes
Økt utlekking av miljøgifter fra nedlagt deponi	Inntrengning av saltvann gir økt mobilisering?	Ja	2	2	Deponiet er anlagt i sjø med underliggende sedimenter. Avfallet ble vasket ut i flere 10 år før kaifront etablert. Avfallet er derfor betydelig utvasket allerede. Overflaten på deponiet er anlagt med fall mot sjøen slik at overflatevann raskt renner av. Fare for inntrengning av sjøvann på siden av deponiet over tett betongkant.	4	Dekke til siden av deponiet over tett betongvegg på kote 1.8 m.o.h.	
Sigevann gjennom kaifront	Etablert kaifront lekker	Ja	2	1	Utført tetthetstest på kaifront – tett. Ikke sannsynlig hendelse og vil ha liten konsekvens. Etablert drenering bak kaifront. Inntrengning vil føre til økt strømming mot strandkantdeponi. Gjenspeiler situasjonen på 80-tallet. Kaikonstruksjonen er laget i betong med en normert levetid på >50 år.	2	Overvåking av betongen i kaikonstruksjonen. Heve betongveggen langs sørsiden til kote 2.53	
Reversert vannstrøm	Økt utlekking	Ja	1	2	Vil trolig ikke gi andre konsekvenser enn inn og utstrømming ved et høyere vannnivå. Det opplyses at olje ble lagt i laguner, men at dette trolig er nedbrutt/vasket ut i løpet av årene før deponiet ble tettet til. Det er ikke mistanke om at økt vannstigning vil gjøre at vannet vil komme i kontakt med avfall som i dag ligger tørt og som i dag ikke vaskes ut. Grunnvannsnivå ved kaifront er +/- 10 cm over havnivå. Oppsamlingssystemet i det gamle deponiet ligger ca. på kote 0.5 m over havnivå.	2	Fortsatt overvåking av utlekking	
Tilstand på filtrering i molo	Utlekking av ufiltrert vann	Ja	2	4	Filteret i dag er for lavt til å kunne møte et høyere havnivå. Høye nivå vil bety at vannet filtreres en kortere avstand gjennom grov grus/stein.	8	Vollen og filteret må heves med ca. 1 m	
Innlekking til tilstøtende bekk	Ingen barriere	Ja	2	3	Ved høyt havnivå vil det ikke være barriere mellom Prestebekken og strandkantdeponiet, og vannet kan strømme fritt mellom. Kvaliteten på vannet vil imidlertid i stor grad være sjøvannskvalitet da sigevannet fra deponiet vil være kraftig fortynnet.	6	Ved å fylle opp deponiet og avslutte det med rene masser og tetting mot bekken	
Utrasing	Høyere havnivå, større bølgeaktivitet	Ja	3	1	Dagens voll er plastret med større stein/blokker for å hindre erosjon. Lite bølgeaktivitet i området da det ligger skjermet.	3	Kontrollere at plastringen av vollfronten er OK	
Grunnbrudd	Utgilidning i underliggende leire	Ja	4	1	Observerer innsynkning av molo, men det er lagt opp motfylling	4	Følge med på setninger i vollen med jevne kontrollmålinger av høyde	
Åpen overflate på Strandkant-deponiet	Støvflukt og eksponering av masser mot fugl etc.	Ja	3	2	Under driften er det vannspeil på deponiet som hindrer fugler å komme i kontakt med sedimentet. Det kan dekkes til ved å legge på geotekstilduk og fylle på med minimum 0.5 m rene sand-/siltmasser. Oppfylling avsluttes på ca. kote 3 over sjøkartnull. Det er planlagt at området i framtiden skal brukes til havneformål.	6	Ivareta vannspeil under drift og dekke til med rene masser ved avslutning av deponiet	

Tabell 5: Sjekkliste for vurdering av konsekvenser en havnivåstigning kan ha for strandkantdeponier. Listen er laget på bakgrunn av risikovurderingen av Kongsgård-området. Ved bruk av listen for vurdering av andre strandkantdeponier kan det være nødvendig å vurdere andre faktorer i tillegg.

Punkt	Vurderingspunkter	Fare/årsak	Aktuelt	Kritiske faktorer
1	Høyde på deponikant	Oversvømmelse / setninger i molo		Utvasking av forurensning
2	Farlig avfall	Høye konsentrasjoner av miljøgifter		Økt utlekking miljøgifter
3	Filterløsning mot sjø	Dårligere filtrering/utlekking		Oppbygging av filterlag
4	Bølgeerosjon	Utvasking av voll		Utvasking av forurensning
5	Utrasing	Utrasing av deponi		Piping/porevannstrykk
6	Landhevingsrate			
7	Forventet havnivåstigning			
8	Hydrogeologi	Gjentetting av filter/for åpent		Økt utlekking miljøgifter
9	Overfylling av deponi	Vasker ut partikler til sjø		Økt utlekking miljøgifter
10	Vannivå dam/sjø	Tett filtervegg		Direkte avrenning

3.4. Kystkommunenes ansvar for å sikre sårbar infrastruktur

Forventninger til kommunenes arbeid med å ta hensyn til framtidig havnivåstigning er regulert i flere lover og forskrifter:

- **Sivilbeskyttelsesloven § 14** sier at kommunen plikter å kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan inntreffe i kommunen, vurdere sannsynligheten for at disse hendelsene inntreffer og hvordan de i så fall kan påvirke kommunen. Resultatet av dette arbeidet skal vurderes og sammenstilles i en helhetlig risiko- og sårbarhets- (ROS-) analyse. ROS-analysen skal legges til grunn for kommunens arbeid med samfunnssikkerhet og beredskap, herunder ved utarbeiding av planer etter plan- og bygningsloven.
- **Plan og bygningslovens § 4-3** sier at planmyndigheten ved utarbeidelse av planer for utbygging skal påse at en ROS-analyse gjennomføres for planområdet eller selv foreta en slik analyse. Analysen skal vise alle ROS-forhold som har betydning for om området er egnet til utbyggingsformål, og evt. endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Områder med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssoner. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.
- **Byggteknisk forskrift (TEK 10)** setter en rekke krav til sikkerhet for byggverk og tilhørende uteareal mot naturpåkjenninger. Kravene til sikkerhet mot flom, stormflo og skred er gitt i forskriften § 7-2 til 7.4. og skal legges til grunn ved all arealplanlegging og byggesaksbehandling i kommunen.

- **Forskrift om kommunal beredskapsplikt** skal sikre at kommunen ivaretar befolkningens sikkerhet og trygghet. Som en del av beredskapsplikten skal kommunen gjennomføre en helhetlig ROS-analyse.
- **Naturskadeloven** inneholder bestemmelser som understreker både den enkeltes og planmyndighetens ansvar for å forhindre og begrense naturskade.

Helhetlig ROS-analyse bør omtale klimautviklingen og konsekvenser for kommunen, herunder sannsynlighet for og konsekvenser av stormflo. I tillegg til å analysere hendelsen «stormflo» må også konsekvensene av hendelsen vurderes for ulike samfunnsområder, f.eks. kraftforsyning og ekom.

Det er i dette pilotprosjektet utarbeidet geodatasett over stormflonivåene i kystkommunene. Disse dataene er sendt til kystkommunene. Fylkesmannen forventer at disse brukes i planarbeidet og implementeres som hensynssoner i kommuneplanens arealdel. På kommuneplannivå forventer vi også at det fastsettes bestemmelser om minste byggehøyde relatert til stormflo. Geodatasettene er ikke nøyaktige nok for detaljplanlegging, men fungerer som et godt utgangspunkt. For reguleringsformål må det gjøres mer nøyaktige beregninger som tar hensyn også til lokale forhold og fareklasseverdier.

Det er utarbeidet en liste over anbefalt byggehøyde i kystkommunene for de forskjellige fareklassenivåene, se tabell 6. Byggehøydene er beregnet ut fra de høyeste verdiene i usikkerhetsintervallene ved stormflo i ulike gjentaksintervall (Vasskog et al. 2009). Det vises til DSBs temahefte «Klimahjelperen» som gir veiledning i hvordan klimautviklingen, inkludert havnivåstigning og stormflo, kan behandles i kommunalt planarbeid (DSB 2015).

Tabell 6: Anbefalt byggehøyde for ulike fareklassenivå beregnet ut fra høyeste verdi ved stormflo i ulike gjentaksintervall.

Kommune	Anbefalt byggehøyde (cm)			
	Gjentaksintervall 20 år (F1*)	Gjentaksintervall 100 år	Gjentaksintervall 200 år (F2*)	Gjentaksintervall 1000 år (F3*)
Flekkefjord	216	231	241	256
Kvinesdal	217	232	242	257
Farsund	219	234	244	259
Lyngdal	218	233	243	258
Lindesnes	220	235	245	260
Mandal	221	236	246	261
Søgne	225	240	250	265
Kristiansand	228	243	253	268

*Fareklasse 1 (F1), 2 (F2) og 3 (F3) i henhold til Byggteknisk forskrift (TEK10)

3.5. Samarbeid med kommunen og andre aktører

Kristiansand kommune v/byingeniøren og en miljøvernrådgiver ved By- og samfunnsenheten har vært involvert i delprosjektet. Det er avholdt flere møter for å drøfte problemstillingene og samarbeidet har vært godt og konstruktivt. Kommunen har fått en økt bevissthet omkring

utfordringene en framtidig havnivåstigning kan gi for strandkantdeponier. Fylkesmannen fulgte opp arbeidet som ble gitt til COWI.

Andre aktører som har vært involvert i delprosjektet:

- COWI var tidligere involvert i planleggingen, byggingen og oppfølgingen av Strandkantdeponiet. Det var derfor naturlig å engasjere COWI for å risikovurdere Kongsgård-området
- Kristiansand havnevesen har gitt informasjon om framtidige planer for Kongsgård-området
- Avfall Sør har bidratt med data på miljøovervåking av Strandkantdeponiet

Samarbeidet med alle de involverte fungerte meget godt.

3.6. Erfaringer og anbefalinger

Gjennom delprosjektet er det utarbeidet et analyseverktøy for å illustrere hvordan havnivået og flomveier vil havne i terrenget ved en framtidig havnivåstigning prognosert for Kristiansand kommune. Slike kart kan benyttes som et verktøy for å vise hvordan havnivåstigningen vil berøre konkrete områder, og kan brukes både teknisk og pedagogisk.

I dialog med kommunen er problemstillinger mht havnivåstigning ved deponiene i Kongsgård-området diskutert. For å foreta en risikovurdering av avfallsdeponier i strandsonen var det nødvendig med konsulentbistand. Risikovurderingen som ble gjennomført av COWI resulterte i en sjekkliste for vurdering av konsekvensene en havnivåstigning kan ha for strandkantdeponier. Sjekklisten har stor overføringsverdi til andre strandkantdeponier. Vi vil understreke at andre faktorer ved andre deponier i tillegg bør vurderes.

Kystkommunene har fått tilsendt havnivåstigningskart og en oppfordring om å benytte disse for å ta hensyn til framtidig havnivåstigning ved arealplanlegging og sikkerhet- og beredskapsarbeid. Det er for tidlig å evaluere hvilken effekt denne oppfordringen har hatt på kommunene.

For å få et godt og konstruktivt samarbeid med kommunen, er det viktig at de rette folkene involveres; med hensyn til faglig kompetanse og kjennskap til miljøet. Det er viktig at Fylkesmannen er tydelig overfor kommunen på hvilke forventninger en har og hva slags fagkompetanse en ønsker av de som skal involveres i slike prosjekt.

Enkelte kommuner bør utrede sine strandkantdeponier mht risiko for utlekking ved økt havnivå. Ved en konkretisering av embetsoppdraget som foreslått i avsnitt 2.1. kan Fylkesmannen påpeke hvilke kommuner dette gjelder. Sjekklisten fungerer som et godt utgangspunkt for å vurdere strandkantdeponier. Det kan imidlertid være behov for å vurdere andre faktorer i tillegg.

4. Delprosjekt 2: Klimarobuste skogsbilveier – Vennesla kommune

4.1. Problemstilling: Økt nedbør vil tære på skogsbilveiene

Framtidige flomepisoder og ekstremvær gir behov for mer robuste skogsbilveier enn tidligere. Skogbrukets infrastruktur må tilpasses større vannmengder og påfølgende økt risiko for erosjon. Det er behov for kompetanseheving i kommunene og hos private aktører for å sørge for at hensynet til klimaendringer ivaretas ved nybygging og vedlikehold av skogsbilveier.

Siden Meteorologisk institutt startet sine nedbørsmålinger i 1900 har Norge blitt 20 % våtere. Maksimal nedbør over ett døgn, samt intense nedbørsperioder over flere dager er kritisk for flom og dermed også for skogsbilveier. Vinternedbøren på Sørlandet kan komme til å øke med over 40 % i 2100 i forhold til dagens situasjon (Hanssen-Bauer et al. 2009). Dette øker risikoen for flom, ras og skred. Økt intensitet av ekstremnedbør er trolig den klimaendringen som vil gi størst konsekvenser for skogsbilveiene. I tillegg kan temperaturøkningen bidra til endrede avrenningsforhold. Nedbør som i dag kommer som snø om vinteren kan i enkelte områder i stedet komme som regn, og dermed øke avrenningen i vinterhalvåret.

Den desidert viktigste skadegjøreren for skogsbilveier er vann. Bygging av skogsbilveier kan endre de naturlige vannveiene til bekker og elver. Dette må det tas hensyn til ved planlegging av skogsbilveier. Punkter der vann krysser vei er spesielt kritiske områder. Ved flomsituasjoner kan vannet grave ut veimasser og danne nye løp. Stikkrenner, kulverter og broer må dimensjoneres i tilstrekkelig størrelse for å kunne avverge store vannforårsakede skader på skogsbilveiene. Riktig dimensjonering kan imidlertid være vanskelig og er derfor temaet vi ønsker å fokusere på i dette delprosjektet. Framtidens nedbørsmengde og -intensitet må tas i betraktning ved vedlikehold og ombygging av eksisterende veianlegg.

Veinormaler basert på kunnskap om effekter av klimaendringer skal benyttes ved bygging av nye og vedlikehold av eldre skogsbilveier. Skogbrukets kursinstitutt har på oppdrag fra LMD og NVE utarbeidet veilederen «Skogsveger og skredfare» (Fergus et al. 2011). Veilederen gir kunnskap om faren for løsmasseskred ved bygging og drift av skogsveier i bratt terreng, og hvordan slike skred kan forebygges ved riktig oppbygging av veikroppen og riktig utforming og dimensjonering av grøfter, kulverter og stikkrenner. Målet med veilederen er å bidra til økt aktsomhet mot skredfare ved bygging og drift av skogsveier og kunnskap om forebyggende tiltak. Det kan i framtiden være nyttig med ekstern kompetanse i vurdering av enkelte tiltak. Det kan også bli nødvendig å benytte andre tekniske løsninger enn de vi bruker i dag. Ved vurdering av tiltak og dimensjonering vil konsekvensene av å velge feil løsning sannsynligvis bli større i framtiden enn i dag på grunn av mer ekstremnedbør.

Mål med delprosjektet:

- Skaffe erfaring fra arbeid med klimatilpasningstiltak på skogsbilveier.
- Finne gode eksempler på klimatilpasningstiltak for bygging av skogsbilveier.
- Øke kompetansen hos kommuner og private aktører gjennom å arrangere fagdager om klima og skogsbilveier.

4.2. Aktuell klimatilpasning – eksempler på tiltak

Fylkesmannens landbruksavdeling har vurdert forskjellige skogsbilveier i fylket; der det enten var behov for tiltak av hensynet til klimaendringer eller veier hvor det var gjennomført slike tiltak. Det er valgt ut to konkrete veiprojekter som var i planleggingsfasen for ombygging i 2014/2015. Disse eksemplene har til hensikt å illustrere gode klimatilpasningstiltak ved bygging av skogsvei:

- Eksempel 1: Valg mellom stikkrenne og bro på en skogsbilvei i Vennesla
- Eksempel 2: Bygging av flombro på en skogsbilvei i Flekkefjord

I tillegg er det valgt ut et eksempel på en skogsbilvei i Farsund, der hensynet til ekstremnedbør ikke var ivaretatt i tilstrekkelig grad under ombygging av veien. En flomepisode medførte skader på veien og opprustningstiltakene som er gjennomført i etterkant har tatt hensyn til framtidig ekstremnedbør:

- Eksempel 3: Opprustning av en skogsbilvei i Farsund etter en flomepisode

4.2.1. Eksempel 1: Valg mellom stikkrenne og bro på en skogsbilvei i Vennesla

På Smååsane i Vennesla kommune ligger det en enkel skogsbilvei som tømmerbiler har benyttet til utkjøring av tømmer. I dekningsområdet for veien står det 10 000 - 15 000 m³ tømmer. Veien som broen ligger på er av eldre opprinnelse og det er vanskelig å skulle klassifisere den etter noen veiklasse. Ifølge grunneier kan broen stamme fra 50-tallet.

I nærområdet til veien er det lysløype/skiløype og et boligfelt. Det er planlagt totalt 800 boenheter i umiddelbar nærhet. Boligfeltet med hustak og asfalterte flater vil bidra til mer overflateavrenning i området. Deler av boligfeltet ligger i nedbørsfeltet til bekken som renner under omtalte bro og det er derfor stor sannsynlighet for at det vil bli mer intens vannføring i det aktuelle vassdraget.

En betongbro var planlagt å skulle ombygges til en 2 x 1000 mm stikkrenne. Brohodene hadde rast ut og betongplaten hadde slått sprekker, se figur 4. I samarbeid med NVE er det gjennomført beregninger for å undersøke om det planlagte tiltaket vil være robust nok til å kunne tåle store vannmengder eller om det anbefales å bygge en ny bro. Fylkesmannen har dekket merkostnadene i forbindelse med tiltaket.



Figur 4: En betongbro i Vennesla er i dårlig stand. Brohodene har rast ut og betongplaten har begynt å slå sprekker. Det er ved ombygging av broen foretatt en vurdering av hvilken løsning som vil være best med tanke på framtidig ekstremnedbør. Foto: Rune Iveland.

Resultatet av vurderingene ble å bygge ny bro i stedet for å benytte stikkrenner. De viktigste grunnene var:

- unngå evt. tetting av stikkrenner med greiner som fører til flom
- mindre vedlikeholdsarbeid
- større kapasitet for vannføring

I dette tilfellet var det ikke snakk om et fiskeførende vassdrag. Dersom det hadde vært fisk i bekken ville en broløsning vært den beste løsningen også med hensyn til fisken.

Broen ble skiftet ut i april-juni 2015, se figur 5. Tiltak for eventuell videre opprustning av veien er drøftet gjennom gruppearbeid på fagdagen arrangert i slutten av mai, se avsnitt 4.3.1.



Figur 5: En betongbro på skogsbilvei i Vennesla. Et godt eksempel på klimatilpasningstiltak ved skogsveibygging. Foto: Ole Stabekk (venstre bilde) og Rune Iveland (høyre bilde).

4.2.2. Eksempel 2: Bygging av flombro på en skogsbilvei i Flekkefjord

Eksempelet gjelder en planlagt bro på en kombinert landbruksvei og adkomstvei som krysser en elv. Eksisterende vei krysser på elvebunnen. Det er søkt om å bygge veien over elva om til en flombro, der vannet ved flom vil løpe over en støpt betongsåle. Stikkrennene vil støpes nedi sålen, og vannet vil ved flom renne over betongsålen. Denne type elvekryssning vil gi best resultat hvis massene som sålen støpes på er av typen faste masser. Tiltaket er prosjektert av Statnett. Den eksisterende veien og et eksempel på en flombro finnes i figur 6. Tiltaket er ikke utført pr. juni 2015 og er en del av et større utbyggingsprosjekt. Tilsvarende tiltak er planlagt utført på flere av veiene som Statnett bygger ut i området.



Figur 6: I Flekkefjord skal det bygges en flombro der det i dag renner en elv. Bildet til venstre viser elven som det skal bygges en flombro på. Bildet til høyre viser hvordan en flombro kan se ut. Foto: Ole Stabekk (bildet til venstre) og Truls-Erik Johnsrud (bildet til høyre).

4.2.3. Eksempel 3: Opprustning av en skogsbilvei i Farsund etter en flomepisode

En skogsbilvei i Farsund ble i 2012 ombygd fra en enkel vei til en skogsbilvei i veiklasse 4. Det ble ved ombyggingen gjort en feilvurdering i en lengre bakke, se figur 7. En stikkrenne av dimensjon 300 mm ble lagt vinkelrett på veibanen nedstrøms et vannutspring fra terrenget.



Figur 7: En vei i Farsund ble ombygd i 2012 etter at en flomepisode hadde medført skader på veien. Det ble i en lengre bakke gjort feilvurderinger ved dimensjoneringen og plasseringen av en stikkrenne. Foto: Jan Fredrik Sundt.

En flomepisode i 2014 medførte at bærelaget (grove masser) og slitelaget (finere masser på toppen) ble skylt bort fra deler av veien. Store vannmasser rant nedover langs/i veien på grunn av feilvurdering av vinkelen på én av stikkrennene. Vannutspringet fra terrenget var større enn estimert og stikkrennen var dermed underdimensjonert. Dette førte til store utvaskinger i veimassene, se figur 8. Eksempelen illustrerer hvor viktig det er å ta høyde for ekstremnedbør for å sikre at skogsbilveier kan tåle flomepisoder.



Figur 8: En flomepisode i Farsund i 2014 medførte veiskader grunnet feilvurderinger gjort ved en av stikkrennene lagt i 2012. Veien ble i etterkant utbedret. Foto: Jan Fredrik Sundt.

I etterkant av flomepisoden ble det gjort følgende forbedringstiltak:

- Økt lengde (8 meter) og diameter på stikkrennen (fra 300 mm til 600 mm).
- Stikkrennen ble lagt på skrå i stedet for vinkelrett på veien.
- I tilknytning til stikkrennen nedstrøms ble det bygd en steinmur for å lede vannet ned i stikkrenna og over veien.
- Krysningspunktet for stikkrennen ble flyttet nærmere vannutspringet slik at vannet kunne gå direkte ned i stikkrenna og ikke i et S-formet løp før stikkrennen.
- Veien ble bygd opp på nytt der den hadde tatt skade.

Etter at flomskadene ble utbedret i 2014 har det ikke vært noen problemer med veien. Fylkesmannen vurderer utbedringstiltakene som gode eksempler på klimatilpasningstiltak ved skogsveibygging.

4.3. Fagdag for skogbrukssjefer og private aktører

I samarbeid med Skogbrukets kursinstitutt (SKOGKURS) og NVE ble det arrangert en fagdag om klimatilpasning i planlegging og bygging av skogsbilveier. Skogbrukssjefene i kommunene i Vest-Agder og veiplanleggere var invitert. Fagdagen besto av en fagteoretisk del, samt en befaring av veien i Eksempel 1. Følgende tema ble tatt opp på fagdagen:

- Klimaendringenes konsekvenser for skogsbilveier.
- Skader som kan oppstå grunnet feil i byggingen av skogsbilveier (flom, ras, skred og erosjon).
- Hvordan veiene bør legges i terrenget for å unngå skader.
- Hvordan skal vi beregne størrelse på stikkrenner/broer og kulverter, hvilke verktøy har vi og hvor kan vi søke hjelp?
- Informasjon om pilotprosjektet om klimatilpasning.
- Fylkesmannens og kommunenes rolle i veisaker.
- Befaring av den nybygde betongbruen på Smååsane:
 - evaluering av betongbrukonstruksjonen.
 - diskusjon om videre klimatilpasningstiltak på veien.

Det ble på befaringen av den nybygde betongbroen foretatt en evaluering av tiltaket. Tiltaket fremstår som robust nok til å kunne takle høy vannføring i bekken, men en begynnende undergraving av de nye brohodene ble imidlertid oppdaget. Dette er i etterkant utbedret ved steinsetting oppstrøms av brohodene, slik at disse ikke undergraves ytterligere. Det er i tillegg plassert store steiner nedstrøms av broen for å bygge opp under broen. Broen er godkjent i etterkant av denne utbedringen.

Skogsbilveien i Eksempel 1 ble også diskutert, da den har flere elementer i forhold til klimatilpasningstiltak ved en ytterligere forbedring av veien. Veien holder ikke dagens krav til standard etter «Normaler for landbruksveier – med byggebeskrivelse» (Bjerketvedt et al. 2013). Følgende utfordringer ble gjennomgått:

- Stikkrenner som er tettet igjen og plassert slik at veimasser har rast ut, se figur 9.
- Usikkerhet tilknyttet bæreevnen på betongkølvert mellom bro og snuplass.
- Lite tilfredsstillende grøfting langs veien har medført at vannet graver ut veimasser.
- Usikkerhet knyttet til kvaliteten på veiens bærelag.
- Utilfredsstillende slitelag i veien.



Figur 9: Stikkrenner på skogsbilveien i Vennesla. Stikkrennene er tettet igjen og plassert slik at veimasser har rast ut. Foto: Ole Stabekk.

4.4. Samarbeid med kommunen og andre aktører

Skogbrukssjefen i Vennesla kommune var kontaktperson for delprosjektet. Fylkesmannens landbruksavdeling hadde jevnlig kontakt med skogbrukssjefen under planleggingen og gjennomføringen av tiltaket på eksempelveien, og i forhold til gjennomføring av fagdagen.

Både kommunen og skogeier viste stor interesse for prosjektet og bruk av broutskiftingen som eksempel på et klimatilpasningstiltak.

Saksbehandling

I planleggingsfasen av ombygging eller nybygging av en skogsbilvei skal skogeier fylle ut en byggesøknad som kommunen skal godkjenne. Kommunen sørger for at byggesøknaden inneholder nødvendige data og innhenter, om nødvendig, uttalelser fra Fylkesmannen og fylkeskommunen. Kommunen fatter deretter vedtak som oversendes Fylkesmannen til orientering. Når veiltaket er ferdig utført skal kommunen i noen tilfeller kontrollere at veien er bygd i henhold til forskrifter. For skogsveier som det ikke er søkt statstilskudd til skal kommunen utføre resultatkontroll på 25 % av veiene, mens 100 % av veiene skal kontrolleres i tilfellene der det er gitt statstilskudd.

For veier der det søkes om statstilskudd stilles det detaljerte krav til planlegging. Skogeier sender først søknad om statstilskudd til kommunen som supplerer søknaden, vurderer omsøkte tiltak og videresender til Fylkesmannen for behandling. Det stilles krav til skogeier om utarbeidelse av en byggeplan som kommunen må godkjenne før anleggsstart. Byggeplanen skal beskrive veianlegget og arbeidet som skal gjøres, og inneholder bl.a. kart, lengde- og tverrprofiler, masseberegninger og arbeidsbeskrivelse. Informasjonen i byggeplanen gir et godt grunnlag for kvalitetssikring av arbeidet.

Rollefordeling mellom kommune og Fylkesmannen

I arbeidet med skogsveibygging har kommunene og Fylkesmannen ulike oppgaver og roller. Kommunens rolle ved skogsveibygging er å:

- sørge for tilstrekkelig data i søknadsskjema om bygging av vei og om tilskudd til vei
- kontrollere at veiene bygges i henhold til forskrift og normaler
- kontrollere veianlegg i etterkant av byggingen, samt vedlikeholdskontroll.

Gjennom flere år har veibygging, med fokus blant annet på økt nedbør, vært sentralt på flere av Fylkesmannens fagsamlinger med kommunene. Fylkesmannens roller ved skogsveibygging er å:

- veilede kommunene
- kontrollere at kommunene fatter vedtak i tråd med lovverket
- bevilge tilskudd til veier som blir bygget i henhold til forskrift og normaler.

Fylkesmannen mener kommunene i Vest-Agder er bevisste på utfordringer knyttet til klimaendringer ved bygging av skogsbilveier. Kommunene har imidlertid varierende ressurser til å kontrollere at veiene bygges med god klimatilpasning. Det er en utfordring å få kompetente veiplanleggere og i mange tilfeller har skogeier selv, med noe bistand fra kommunen, denne rollen. Av økonomiske årsaker hos skogeier blir det noen ganger benyttet billige løsninger som ikke nødvendigvis er de beste tiltakene med hensyn til klimatilpasning.

Andre aktører som har vært involvert i delprosjektet:

- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har gjort beregninger av nedbør/flom ved eksempelveien i Vennesla der en bro ble skiftet ut, og deltatt på fagdagen om klimatilpasning ved skogsveibygging.
- Skogbrukets kursinstitutt var involvert i gjennomføringen av fagdagen i Vennesla.

4.5. Erfaringer og anbefalinger

Gjennom dette delprosjektet har vi fått frem gode eksempler på klimatilpasningstiltak ved skogsveibygging. Eksemplene viser hvordan forholdsvis små tiltak og forbedringer kan ha stor nytteverdi og hindre kostnadskrevende reparasjoner i etterkant av store nedbørsmengder. Eksemplene viser også at det er viktig med teknisk fagkompetanse i planleggingen av nye skogsbilveier og ved opprusting av de gamle. En underdimensjonering av rør og stikkrenner kan gi store vannskader på skogsbilveinettet, likeså feilberegning av vinkler og helningsgrader.

Det er gjennomførte ett tiltak (Eksempel 1) som etter befaring og evaluering av fagkyndige ble justert og godkjent. Tiltaket var en ny betongbro. Dersom grunneiere ikke hadde fått bevilget statstilskudd til tiltaket, ville de muligens valgt å legge nye stikkrenner i stedet for ny betongbro. Altså var klimatilpasningstiltaket i dette tilfellet avhengig av statstilskudd for å kunne realiseres.

Tilbakemeldingene fra deltakerne på fagdagen var positive. Det er et stort behov for kunnskap om praktiske klimatilpasningstiltak innen skogbruksnæringen og viktig med et faglig nettverk for utveksling av erfaringer. Den praktiske tilnærmingen med stor grad av involvering gjennom diskusjoner og befaring i felt var lærerikt og vellykket. Deltakerne utvekslet erfaringer fra ulike typer tiltak og fikk innspill og råd fra NVE underveis. Det hadde imidlertid vært ønskelig om flere veiplanleggere hadde deltatt på arrangementet.

NVE har mye kompetanse og kan gi nyttige innspill i veiprojekter i forhold til kvalitetssikring av løsninger og dimensjonering. Denne muligheten er noe NVE har synliggjort gjennom dette prosjektet, og det anbefales at kommuner og Fylkesmannen benytter seg av dette ved behov i framtiden. Vi bør ha mer oppmerksomhet på klimatilpasning ved saksbehandling av skogsveiplanlegging. Dette kan bidra til at man oftere tar høyde for ekstreme vannmengder ved nybygging og vedlikehold av skogsvei. Fylkesmannens landbruksavdeling må etterse at nødvendige klimatilpasningstiltak er ivare tatt ved behandling av søknader om bygging av landbruksveier.

5. Delprosjekt 3: Klimahensyn i forvaltningen av sårbare økosystem i høyfjellet – Sirdal kommune

5.1. Problemstilling: Hva kan kommunene gjøre for å ivareta ryper og villrein?

Klimaendringer påvirker fjellheimen på flere måter; både gjennom endrede ras- og skredforhold og at levekårene for plante- og dyreliv i fjellet forandres. Dette kan skape utfordringer i arbeidet med ivaretagelse av biologisk mangfold, og sikkerhet og beredskap i høyfjellet. For å imøtekomme klimaendringene er det viktig at klimatilpasning implementeres i kommunenes arealforvaltning.

Høyfjellets flora og fauna er spesielt sårbar for klimaendringer. Klimaendringene kan påvirke faunaen direkte ved å endre de fysiske omgivelsene, og gjennom eksempelvis endrede beite- og skjulforhold som følge av vegetasjonsendringer. Det er forventet at artsmangfoldet i Norge vil endre seg ved at norske arter forflytter seg nordover i tillegg til at nye arter vil komme til Norge (DN 2007). Økt temperatur kan gi stor effekt på økosystemprosesser og arters livsmuligheter i fjellet (Framstad et al. 2006).

Sirdal kommune er den største høyfjellskommunen i Vest-Agder og dekker sentrale deler av Setesdal Ryfylkeheiene, det sørligste høyfjellsområdet i Norge. Sirdal kommune forvalter områder som er habitat eller beiteområder for blant annet ryper og villrein. I tillegg er Sirdal en stor sauekommune med rundt 4000 sau (2013), og de siste årene har det vært en stor satsing i saueholdet blant sirdalsbøndene. Saueierne i Sirdal er aktivt med i fylkesprosjektet «Ny giv i saueholdet». Dette er svært positivt for utmarksarealene, da flere sauer på utmarksbeite holder beitearealene i hevd og hindrer gjengroing.

I likhet med andre høyfjellskommuner har Sirdal naturområder som er spesielt sårbare for klimaendringer. Dette delprosjektet handler om arealforvaltning i de høyereliggende deler av kommunen, fra i underkant av skoggrensen og opp til de høyeste områdene.

Delprosjektet skal vurdere behovet for klimatilpasning i arealforvaltningen i Sirdal kommune:

- Gir klimaendringer nye hensyn å ivareta i arealforvaltningen hos høyfjellskommuner?
- Hvilke type kunnskap og hvilke verktøy trenger høyfjellskommuner for å kunne iverksette klimatilpasningstiltak i arealforvaltningen?
- Hva slags kunnskap, verktøy og virkemidler trenger Fylkesmannen for å kunne bistå høyfjellskommunene i forhold til klimatilpasning i arealforvaltningen?

Følgende fire tema er vurdert som aktuelle eksempler i prosjektet:

1) Vegetasjonsendringer og ivaretagelse av biologisk mangfold

Sirdal kommune ønsker å fokusere på gjengroing og andre vegetasjonsendringer. Gjengroing i fjellområder utgjør en trussel mot det biologiske mangfoldet, f.eks. rype og villrein. Sirdal er en viktig rypekommune og forvalter områder som er habitat for Europas sørligste villreinstamme. Selv om store utmarksarealer i Sirdal beites med sau, kan en klimaendring medføre endrede vekstvilkår og større biomasseproduksjon på høyereliggende arealer. Dette kan medvirke til økt gjengroing i sårbare områder. Det er i prosjektet valgt å fokusere på forvaltning av:

- **Ryper** som har vist en dramatisk tilbakegang målt gjennom redusert felling over mange år
- **Villrein** som i Setesdal Ryfylke lever i sitt sørligste utbredelsesområde i Europa
- **Sauebeite** – dagens bruk av utmarksarealer til sauebeite sett i forhold til arealer med potensiale for gjengroing

2) **Hyttebygging**

Hytter i fjellområder må bygges med hensyn til økt risiko for ras og skred som følge av klimaendringer. I tillegg må kommunen unngå å bygge hyttefelt i områder som kan bli viktige for arter som er sårbare for klimaendringer, f.eks. villreinkorridorer. Sirdal kommune opplever imidlertid å ha liten innflytelse på slike avgjørelser, da kommunalt planarbeid i høyfjellet er begrenset og hyttefelt i all hovedsak reguleres lenger nede. De beste raskartene benyttes i arealforvaltningen og utviklingen av disse foregår på nasjonalt nivå. Krav til snølast for hyttetak settes i nasjonal byggeforskrift.

3) **Sikring av skiløyper**

Klimaendringer medfører økt ras- og skredfare og sikkerheten i skiløyper er derfor diskutert. Dette er en utfordring som kommunen har uavhengig av klimaendringer og er derfor ikke et tema for videre diskusjon.

4) **Verneskoggrensen**

Verneskoggrensen i Sirdal ble definert for lang tid tilbake med formål om bl.a. å hindre kuldegater som følge av hogst helt opp til fjellbjørkeskogen. Det er mulig at kriteriene som grensen er definert ut fra ikke lenger er relevante fordi klimaendringer medfører nye problemstillinger, som f.eks. økt gjengroing og økt fare for erosjon og ras. Det stilles imidlertid spørsmål ved relevansen ved verneskoggrensen i forhold til klimatilpasning.

Kommunen har i samråd med Fylkesmannen valgt å arbeide videre med punkt 1:

Vegetasjonsendringer og ivaretagelse av biologisk mangfold

5.2. **Vegetasjonsendringer skapt av klimaendringer**

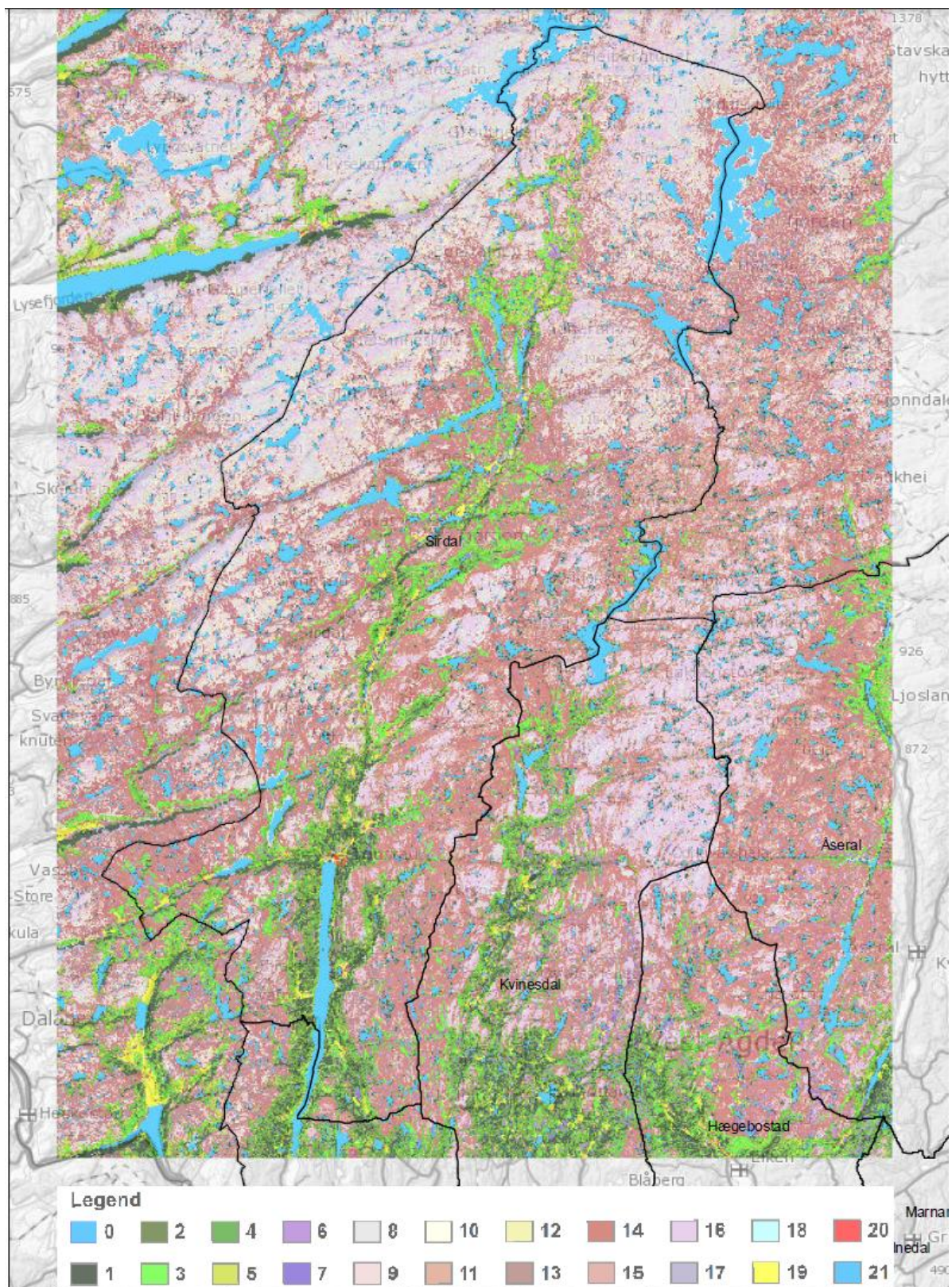
Dagens gjengroing i seterregionen er ventet å tilta som følge av klimaendringer (DN 2007). Sammen med redusert utnytting av ved/fôr i fjellet vil en temperaturøkning forsterke fortettingen av fjellbjørkeskogen og øke tregrensen (Austrheim et al. 2010). En høyere tregrense medfører et mindre høyfjellsareal og mindre leveområde for arter som villrein og ryper. Det er påvist store regionale forskjeller i tregrensens respons på klimaendringer i Skandinavia i løpet av 1900-tallet. Vekstresponsen på oppvarming hos småplanter av bjørk er indikert å være sterkere i sørlige enn i nordlige områder (DN 2007).

Klimaendringer kan øke sårbarheten til fjellarter som er truede eller nær truede (jf. Norsk rødliste for arter 2010). Slike arter trues hovedsakelig av arealbruksendringer, men klimaendringene antas å være den nest viktigste trusselfaktoren. Nærmere 40 % av truede og nær truede fjellarter er antatt truet av klimaendringer. Av disse er 65 % karplanter som er

svært sårbare for endring på grunn av deres avhengighet til fryse- og tineprosesser (Austrheim et al. 2010).

Fjellfloraens respons på klimaendringer avhenger i stor grad av frekvensen av arter med stor betydning for andre arters voksestedsbetingelser, som f.eks. lyng og busker som gir beskyttelse mot vind og store temperaturvariasjoner (Austrheim et al. 2010). Simulerte klimaendringer (økt temperatur og tilgang på næringsstoffer) i fjellområder er vist å kunne medføre en betydelig endring i artssammensetning, økt produksjon og redusert antall plantearter. Studier fra fjellområder i bl.a. Norge viser at fordelingen av plantearter langs høydegradienten er i endring. Dette gjelder hovedsakelig plantearter som fortrenses fra sine lavest liggende voksesteder i øvre del av lavalpin og mellomalpin sone, samt snøleier i lavalpin sone. Eksempelvis har utbredelsen av busker økt. Det er ikke kjent hvordan andre artsgrupper tilknyttet slike områder vil reagere (Austrheim et al. 2010). Framtidige vegetasjonsendringer i alpine strøk er ventet å forekomme i form av nye vegetasjonsmønstre som vil gi en betydelig belastning på økosystemenes stabilitet (Kaeslin et al. 2012).

Et vegetasjonskart over Sirdal viser fordelingen av 21 ulike vegetasjonsklasser i kommunen, se figur 10. Kartet er fra 2003 og er utarbeidet av Norut. Slike kart gir kan benyttes ved evaluering av egnet terreng for arter som en kjenner vegetasjonspreferansene til.



Figur 10: Vegetasjonskart inndelt i 21 vegetasjonsklasser. 1: Barskog (tett tresjikt). 2: Bar- og blandingsskog (åpent tresjikt). 3: Engskog. 4: Blåbærbjørkeskog. 5: Fjellbjørkeskog. 6: Lyng- og rismyrer. 7: Gras- og blautmyr. 8: Blokk- og grusmark. 9: Rabber og skrinne lyngheier. 10: Lavheier. 11: Blåbær-/blålyngheier. 12: Tørre grasheier. 13: Dvergbjørkheier. 14: Friske heier og vierkratt. 15: Alpine engsamfunn. 16: Musøre-/grassnøleier. 17: Ekstremsnøleier. 18: Bre, snødekt mark. 19: Dyrka mark. 20: By/tettsted. 0/21: Vann. Kartet er utarbeidet av Norut.

5.3. Ivaretagelse av biologisk mangfold

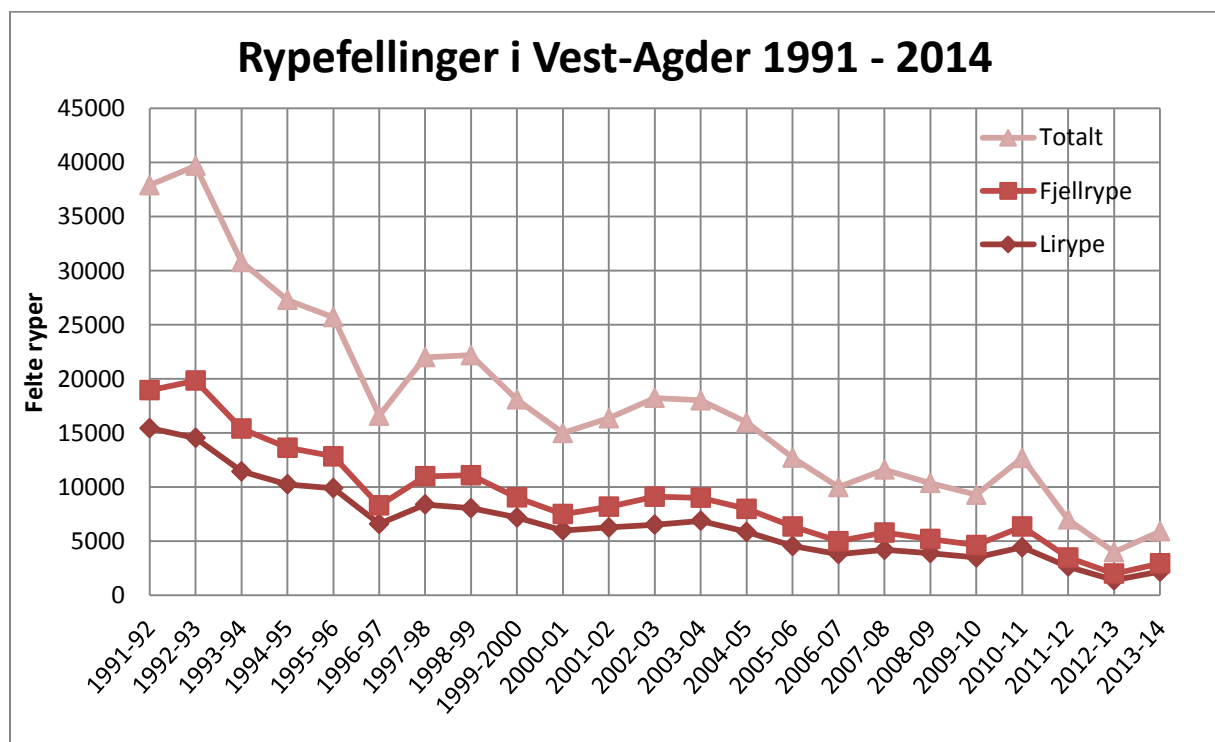
5.3.1. Effekter av klimaendringer på ryper og villrein

I lys av endringene som forventes i vegetasjonssamfunnene som følge av klimaendringer i høyfjellet, er det sett på hvilken betydning endringene kan få for rypebiotoper og villreins leveområder. Det er valgt å se på følgende vegetasjonsendringer:

- Gjengroing som følge av klimaendringer og lavt beitetrykk i enkelte områder
- Endret artssammensetning i vegetasjonssamfunnene, f.eks. mer vier og kratt

Rypebiotoper

Den årlige fellingsstatistikken for li- og fjellryper i Vest-Agder viser betydelig reduksjon fra starten av 90-tallet og fram til 2014, se figur 11. Fellingsstatistikken antas å gi et godt bilde av utviklingen i rypebestanden i samme periode. Dette er en situasjon som gjenspeiles nasjonalt og Artsdatabanken har nylig forslått å gi li- og fjellryper status som rødlistede arter grunnet den sterkt negative bestandsutviklingen.



Figur 11: Årlig fellingsstatistikk for li- og fjellryper i Vest-Agder i perioden 1991 til 2014. Tallene er hentet fra Statistisk Sentralbyrå.

Mange faktorer påvirker rypenes bestandsutvikling. De siste tiårene har rypeforvaltningen hatt økt fokus på betydningen av nedbygging og gjengroing av rypehabitater, samt jakttrykk. Det er høy predasjon på ryper og rødrev anses å ha stor innflytelse på hekkesuksessen. Kvaliteten på rypebiotoper varierer og enkelte områder blir kun tatt i bruk når rypetettheten er høy. Det antas at klimaendringene på sikt vil føre til en reduksjon av leveområdene for ryper i høyfjellet, ved at rypebiotopene påvirkes negativt. En endret vegetasjonssammensetning vil

endre rypenes skjul- og hekkeforhold. En annen viktig faktor er at flere mildværsperioder om vinteren vil føre til mer nedising av rypebeitet.

Fjell- og lirypa vil trolig respondere ulikt på vegetasjonsendringer da de benytter seg av ulikt terreng i fjellet. Lirypas hovedutbredelse i den øvre bjørkeskogen og vierbeltet overlapper noe med fjellrypa som holder seg i de høytliggende rabbesamfunnene. Det er rimelig å anta at lirypa i framtiden vil klare seg bedre enn fjellrypa, fordi fjellrypa i større grad enn lirypa kan miste viktige leveområder. Hvordan andre arter vil trives i framtidig høyfjells klima kan også påvirke levekårene og konkurranseforholdene for ryper, da mange av høyfjellsartene lever i et samspill.

Villreinens leveområder

Setesdal Ryfylke villreinområde er i større grad enn andre villreinområder preget av kystklima med skiftende temperaturer. Dette medfører at store deler av vinterbeitet i enkelte år lukkes under et islag når frysing følger etter mildvær og regn. Dette villreinområdet har også vært utsatt for store menneskeskapte inngrep, hovedsakelig gjennom regulering av store vannkraftprosjekter. På grunn av vannkraftreguleringen er viktige beiteområder neddemmet eller gjort vanskelig tilgjengelig ved fragmentering. Ingen av landets 23 villreinområder har lavere andel vinterbeite enn Setesdal Ryfylke, som har nesten totalt fravær av lavmatter.

Gjengroing og heving av skoggrensen som følge av klimaendringer vil redusere villreinens leveområde. I tillegg kan store deler av høyereliggende områder bli ytterligere nediset vinterstid som følge av økt hyppighet av mildvær etterfulgt av kuldeperioder. Vinterbeitet antas å være den begrensende ressursen for villreinens framtidige overlevelse. Dersom reinsdyrene ikke klarer å grave seg gjennom det harde islaget og ned til beitet, kan de bli tvunget ned i bjørkeskogen for å finne beite. En kraftigere isdannelse er vist å ha negativ effekt på beiteforholdene til reinsdyr (Framstad et al. 2006). Det er også påvist at snøforhold påvirker beiteadferd hos reinsdyr og at hard og dyp snø fører til dårligere tilgang på lav som igjen medfører svakere kalveproduksjon (Heggberget et al. 2002). Det er mulig at en reduksjon av reinens leveområde vil tvinge reinen til å benytte andre trekkveier enn tidligere. En større bruk av skogsområder og andre marginale områder i tilknytning til villreinområdene kan medføre at kommunen i større grad må ta hensyn til randområdene som alternative leveområder for reinsdyr vinterstid. Dette kan igjen legge føringer for annen utnyttelse av randområder i arealplanleggingen.

5.3.2. Tilpasninger i arealforvaltningen og aktuelle tiltak

Mange faktorer kan ha negativ innvirkning på økosystemene, bl.a. habitatfragmentering, endret bruk, forurensning, konkurranse fra fremmede arter, klimaendringer og overbeskatning. Selv om det er problematisk å skille effekter av klimaendringer på økosystemer fra effekter forårsaket av andre påvirkningsfaktorer, er det viktig å se på den samlede belastningen, jf. naturmangfoldloven § 10 om at en påvirkning av et økosystem skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for.

Det er behov for kunnskap og gode verktøy for at arealforvaltningen i høyfjellet skal kunne ivareta sårbare arter som ryper og villrein. Tiltak og virkemidler bør forankres på kunnskap om pågående og forventede endringer i klimaforhold, vannregimer og vegetasjonen. Det er viktig å være konkret og ta utgangspunkt i kommunenes kompetanse- og ressursnivå slik at arbeidet er gjennomførbart. Eksempler på aktuelle kunnskapsverktøy:

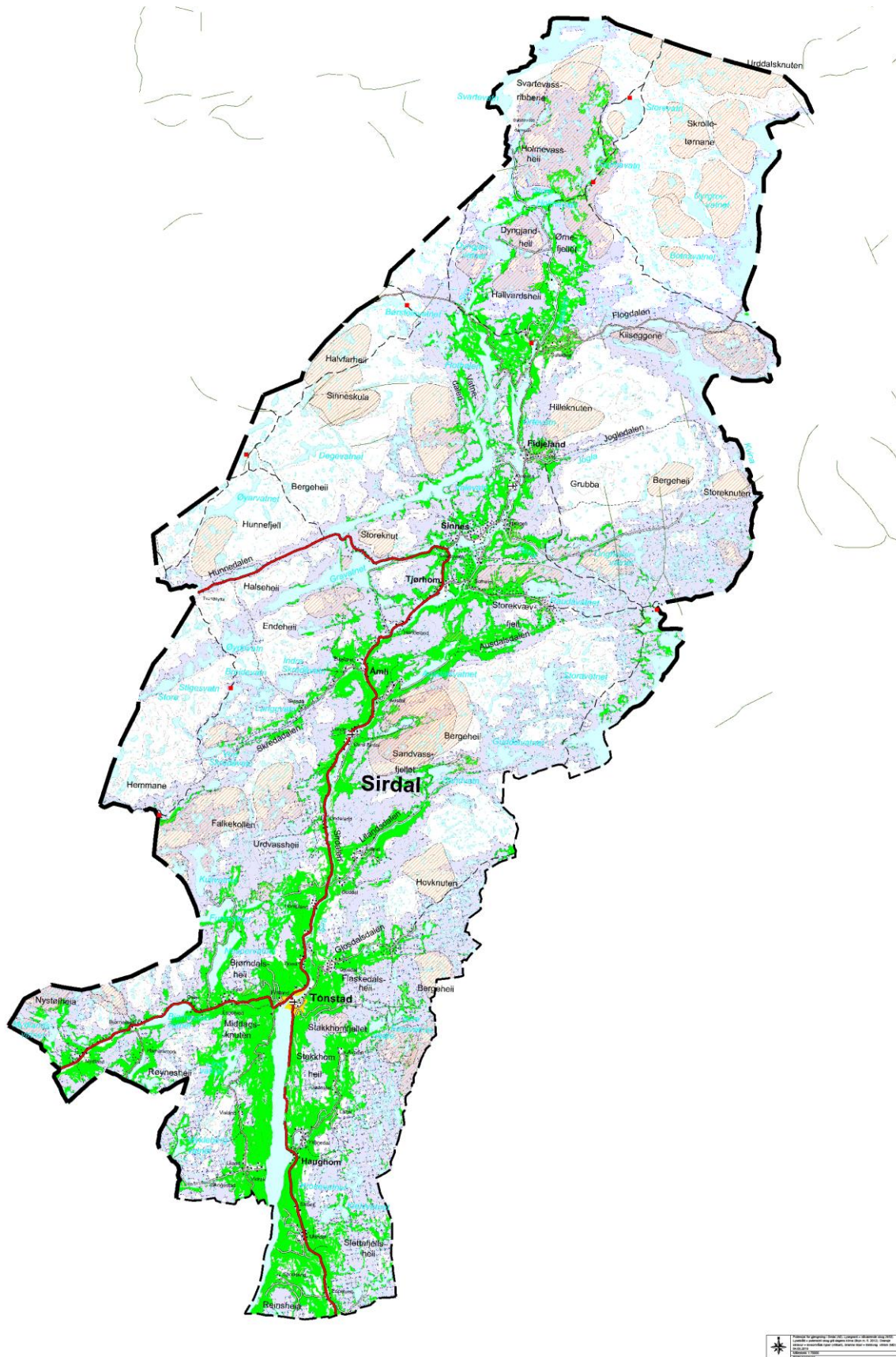
- Temakart over områder som er sårbare for klimaendringer, f.eks. kart over sårbare plantesamfunn.
- Temakart over beiteområder for sau, rype og villrein med arealklassifisering av områdenes egnethet.

Sirdal kommune har gått gjennom en rekke kartleggingsdata og -verktøy i forhold til hva som er egnet for bruk i arealforvaltningen og hvilke kunnskapsbehov kommunen vil få framover. Her er tilbakemeldingen fra kommunen:

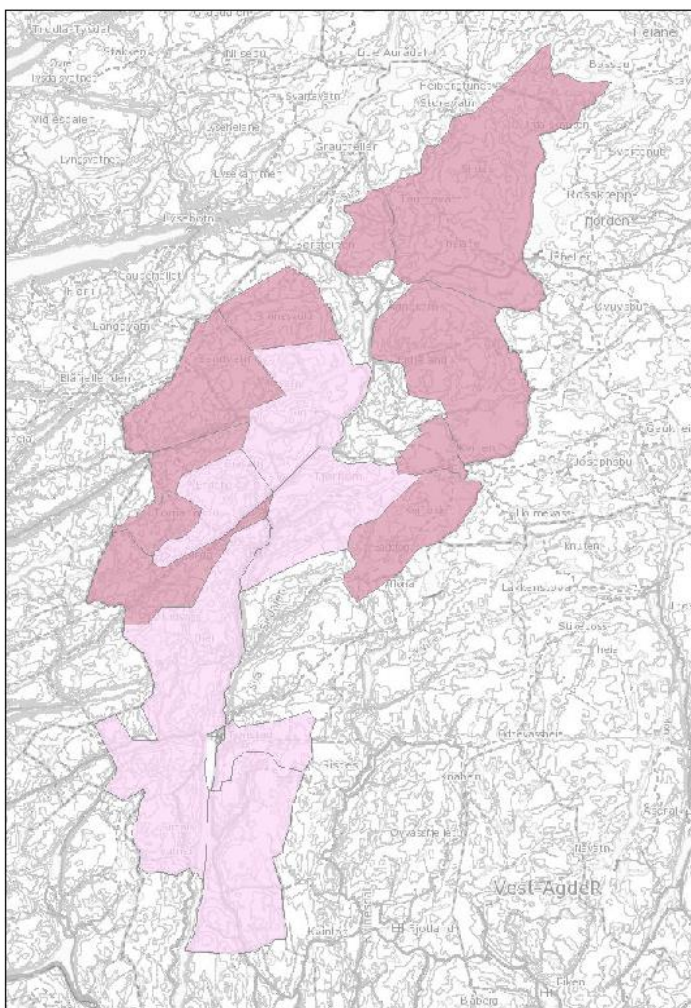
- Data om nåværende vegetasjonssammensetning finnes for hele kommunen i SatVeg. Et kartblad med vegetasjonskart fra SatNat (2013) dekker den nordligste delen av kommunen. Vektorlag for fjellbjørkeskog og for alpin eng og vierkratt ble trukket ut av SatNat-kartet.
- En vegetasjonsfremskrivning vil være av større relevans for forvaltningen enn dokumentasjon av historiske vegetasjonsendringer.
- Utklippet fra den nasjonale gjengroingsmodellen (Bryn et al. 2013) fungerer som et godt utgangspunkt når en skal ta stilling til kommunens gjengroingsproblematikk. Det er mulig at laserscannede vegetasjonshøyder på sikt kan brukes til å overvåke gjengroingstakten og identifisere problemområder.
- Det er behov for økt kunnskap om hvilke vegetasjonstyper som er sårbare for klimaendringer og hvilke områder som har størst verdi som beite for sau, ryper og villrein.

Tiltak mot gjengroing i utmark

Institutt for Skog og Landskap har laget en nasjonal gjengroingsmodell (Bryn et al. 2013) som illustrerer hvilke områder i Sirdal som har potensiale for grengroing gitt dagens klima, se figur 12. Det er også laget en oversikt over beitetrykket fordelt på ulike områder i Sirdal, se figur 13.



Figur 12: Gjengroingspotensiale i Sirdal kommune. Figuren viser potensialet for gjengroing med informasjon hentet fra en nasjonal gjengroingsmodell (Bryn et al. 2013). Lysegrønt: nåværende skog (N50). Lyselilla: potensiell skog gitt dagens klima. Oransje: potensiale for gjengroing (A0). Skravur: leveområde for rypen (viltkart). Grønne linjer: trekkvei for villrein (MD).



Figur 13: Figuren viser beitetrykket av sau i Sirdal kommune. Informasjonen er hentet fra Skog og landskap. Rosa: 0 – 25 sauer pr km². Lilla: 26 – 50 sauer pr km². Sort strek: beitelaggrensler.

Inngjerdingsforsøk av sau på Hol i Buskerud viste at sauenes effekt på tregrensen var oppsiktsvekkende stor. Et beitetrykk på 25 sau/km² viste seg å være nok til å hindre at tregrensen hevet seg. Figur 13 viser at det er sauebeiting på store deler av utmarksarealene i Sirdal kommune. I flere av områdene som er markert som potensielle gjengroingsområder er beitetrykket moderat (26-50 sauer/km²). I forhold til forsøket i Hol er antallet sau i tråd med antallet som hindrer heving av tregrensen. En utfordring for kommunen vil da være å stimulere til sauebeiting i alle områder med potensiale for gjengroing og hvor sauebeiting ikke er i konflikt med annen arealbruk.

Tiltak for bevaring av ryper

For å sikre de beste rypebiotopene mot nedbygging må disse kartlegges og klassifiseres/verdisettes. Dette er utprøvd i andre områder hvor satellittbilder av vegetasjon er satt opp mot gjennomførte takseringslinjer og radiomerkede ryper. En bærekraftig rypeforvaltning forutsetter at det finnes tilgjengelig kunnskap om biotopenes potensiale og årlige produksjon. Det vil være til stor fordel om rettighetshavere, f. eks. Statskog, har kunnskap om kvaliteten

på sine jaktfelt og kombinerer dette med resultater fra takseringer som foretas like i forkant av jakten. Rypetakseringer i Njardarheim foretatt av Statskog i 2014 finnes i tabell 7.

Tabell 7: Estimert tetthet og antall kyllinger/par for lirype i Njardarheim i 2014. Dataene er fremskaffet av Statskog.

Lengde taksert (km)	Antall observasjoner	Estimert tetthet (ryper/km ²)	Estimert kylling/par
63.4	72	38 (27-52)*	7.0 (5.6-8.7)*

*: 95 % konfidensintervaller

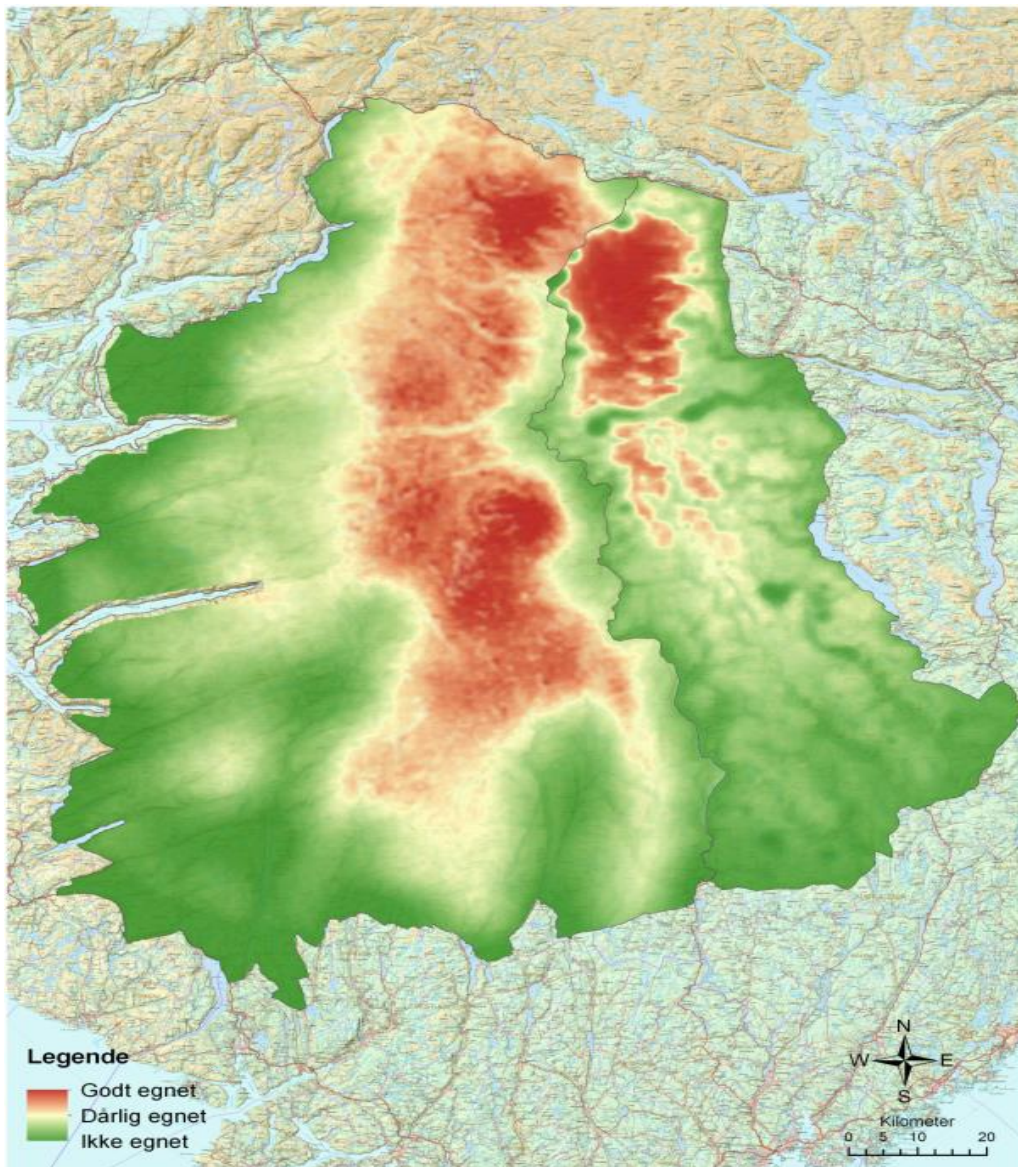
Dersom en skal studere nærmere hvordan ryper påvirkes av klimaendringer, må en først vurdere hvordan ulike vegetasjonselementer og plantesamfunn av betydning for ryper påvirkes av klimaendringene. Deretter kan en detaljere takseringslinjene til vegetasjonstypene for å få økt kunnskap om rypenes habitatpreferanser (bonitering). Tilsvarende er tidligere gjort for lirype nord i Østerdalen. En slik bonitering vil være av stor verdi for Statskog i sikring av bærekraftig forvaltning og forsvarlig uttak.

Viktige momenter for framtidig forvaltning av rypebiotoper:

- Definere gode rypeområder med hensyn til mat og skjul.
- Utarbeide oppdaterte temakart med arealklassifisering over sårbare områder, eksempelvis gode beiteområder eller velegnede rypehabitat.
- Flere ryperegistreringer.
- Sikre gode rypebiotoper mot utbygging (hyttebygging, skianlegg m.m.).
- Begrense ferdsel i hekketida (juni-august) i sårbare biotoper.
- Sørge for at ny kunnskap om viktige leveområder implementeres i naturbasen.
- Sårbare områder må tas spesielt hensyn til i kommuneplanen, eksempelvis ved bruk av hensynssoner (pbl § 11-8).

Tiltak for bevaring av villrein

For å ivareta villreinens vinterbeiter er det viktig å sikre både de mest brukte vinterbeitene, samt alternative framtidige vinterbeiter. Trekk-korridorer nordover og østover må også sikres for reinens framtidige bruk. En oversikt over villreinens områdebruk av vinterbeite i Setesdal Ryfylke og Setesdal Austhei i perioden 2006 til 2010 finnes i figur 14. På grunnlag av disse dataene har en klassifisert områder som «ikke egnet», «dårlig egnet» eller «godt egnet». Dersom en foretar en vurdering av ulike plantesamfunns verdi som villreinbeite og vurderer deres sårbarhet for klimaendringer kan en prognosere framtidig bæreevne for villreinområdet.



Figur 14: Villreinens vinterbeite i Setesdal Ryfylke og Setesdal Austhei i perioden 2006 til 2010, klassifisert av Norsk Institutt for Naturforskning (NINA). Områdene er ut fra data på områdebruk klassifisert som ikke egnet (grønt), dårlig egnet (gult) eller godt egnet (rødt).

Det pågår et omfattende villreinprosjekt i Setesdal Ryfylkeheiene (2013-2017) med utprøving av tiltak for å øke dyrenes bruk av større områder. Ved å kombinere kunnskap om reinens arealbruk med vegetasjonskart, kan reinens preferanser kartlegges. Tidligere (2006 - 2010) og pågående (2013 - 2017) prosjekter med GPS-merkede villrein sørger for data på reinens arealbruk i Setesdalsområdene.

Viktige momenter for forvaltning av villreinens leveområde:

- Kartlegge hvilke områder som villreinen vil foretrekke med hensyn til vegetasjonstyper.
- Ha tilgjengelig informasjon om viktige beiteområder og trekkpassasjer for både brukere og arealforvaltere, slik at områdene kan skjermes mot inngrep og forstyrrende ferdsel.
- Unngå nedbygging av lavereliggende reservearealer i nedisingsperioder.

- Begrense ferdsel i sårbare områder, særlig i kalvingsperioden.
- Sårbare områder må tas spesielt hensyn til i kommuneplanen, eksempelvis ved bruk av hensynssoner (pbl § 11-8).

5.4. Samarbeid med kommunen og andre aktører

Tre ansatte ved arealenheten i Sirdal kommune har vært involvert i delprosjektet. Det har vært god diskusjon omkring ulike problemstillinger og kommunen valgte tema for videre arbeid. Både kommunen og Fylkesmannen har behov for kompetanseheving på klimatilpasning innen arealforvaltning i høyfjellet. Samarbeidet fungerte godt.

Andre aktører som har vært involvert i delprosjektet:

- Fylkeskartkontoret på Agder har bidratt med laserdata og flyfoto.
- Statskog har fremskaffet rypetakseringsdata fra Sirdal.
- Selvstendig konsulent Leif Kastdalen har bidratt med fagkompetanse på metodikk i forbindelse med vegetasjonskartlegging.
- Norut har fremskaffet detaljert vegetasjonskart over Sirdal.

5.5. Erfaringer og anbefalinger

I dialog med fylkets største høyfjellskommune har vi pekt på deler av arealforvaltningen hvor klimaendringer gir nye hensyn å ivareta. Dette er et stort og komplekst felt og det var utfordrende å velge ut deltema for videre arbeid. Gjengroingsproblematikk og konsekvenser av klimaendringer for biologisk mangfold var tema kommunen ønsket å diskutere og disse utfordringene er også sentrale for andre høyfjellskommuner.

Kommunen ønsker mer kunnskap og veiledning fra Fylkesmannen på hvordan det biologiske mangfoldet kan ivaretas i et endret høyfjellsklima. Det er behov for mer kunnskap om forventede klimaskapte vegetasjonsendringer i framtiden, for å kunne vurdere og prognosere effekter av vegetasjonsendringer på biologisk mangfold i høyfjellet. En kartlegging av vegetasjonsendringer er ikke enkelt og krever konsulentbistand.

Kommunen har behov for temakart over områder som er sårbare for klimaendringer, samt kart over områders egnethet som beite eller som habitat for ulike høyfjellsarter. Økt kunnskap om vegetasjonsendringer og konsekvensene av disse for biologisk mangfold kan tydeliggjøre nødvendige tiltak og innsatsområder.

Ved prosjektstart gikk Fylkesmannen ut med en svært bred problemstilling, noe som gjorde det problematisk å fokusere på konkrete tema. Erfaringsmessig vil det være mer konstruktivt å definere konkrete problemstillinger på forhånd, for å unngå overflatiske diskusjoner rundt mange tema.

6. Referanser

- Austrheim, G., Bråthen, K.A., Anker Ims, R., Mysterud, A., Ødegaard, F. (2010). Fjell. J.A. Kålås, S. Henriksen, S. Skjelseth, Å. Viken (Red.), *Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter* (136). Trondheim: Artsdatabanken. Tilgjengelig på:
<http://www.artsdatabanken.no/File/683/Miljøforhold%20og%20p%C3%A5virkninger>
- Bjerketvedt, J., Lileng, J., Kyllø, N.O., Skjølaas, D. (2013). *Normaler for landbruksveier – med byggebeskrivelse*. Tilgjengelig på:
http://www.skogkurs.no/vegnormaler/pdf/Normaler_for_landbruksveier_2013.pdf
- Bryn, A., Dourojeanni, P., Østbye Hemsing, L., O'Donnell, S. 2013. A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. Ås: Taylor & Francis Group. *Scandinavian Journal of Forest Research*; 28: s 81-98
- Direktoratet for naturforvaltning (2007). *Klimaendringer – tilpasninger og tiltak i naturforvaltningen*. Rapport 2007-2.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2015). *Klimahjelperen – En veileder i hvordan ivareta samfunnssikkerhet og klimatilpasning i planlegging etter plan- og bygningsloven*. Tilgjengelig på: <http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2015/Tema/Klimahjelperen.pdf>
- Fergus, T., Høydal, Ø.A., Johnsrud, T.-E., Sandersen, F., Schanche, S. (2011). *Skogsveger og skredfare – veileder*. Tilgjengelig på:
<http://webby.nve.no/publikasjoner/diverse/2011/skogsvegskredfare2011.pdf>
- Framstad, E., Hanssen-Bauer, I., Hofgaard, A., Kvamme, M., Ottesen, P., Toresen, R. Wright, R., Ådlandsvik, B., Løbersli, E. og Dalen, L. (2006). *Effekter av klimaendringer på økosystem og biologisk mangfold*. DN-utredning 2006-2.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børsheim, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, K., Ådlandsvik, B. (2009). *Klima i Norge 2100 – Bakgrunnsmateriale til NOU klimatilpasning*, Oslo: Norsk klimasenter
- Heggberget, T.M., Gaare, E., Ball, J.P. 2002. Reindeer (Rangifer tarandus) and climate change: Importance of winter forage. Tromsø: Septentrio Academic Publishing. *Rangifer*; 22 (1), s 13-31
- Kaeslin, E., Redmond, I., Dudley, N. (2012). *Wildlife in a changing climate*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tilgjengelig på:
<http://www.fao.org/docrep/015/i2498e/i2498e.pdf>
- Kålås, J. A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red) (2010). *Norsk Rødliste for arter 2010*. Artsdatabanken, Norge.
- Vasskog, K., Drange, H., Nesje, A. (2009). *Havnivåstigning – Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner*. Utgitt av Det nasjonale klimatilpassingssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.