

Vestlandsforskning-rapport nr. 10/2017



Konsekvensar av klimaendringar for norske skianlegg

Ida Marie Gildestad, Halvor Dannevig, Robert Steiger og Carlo Aall

Vestlandsforskningsrapport

Tittel: Konsekvensar av klimaendringar for norske skianlegg	Rapportnummer: 10/2017 Dato: 17.12.2017 Gradering: Open
Prosjekttittel: Omstilling til klimaendringar for vinterturismen i Sogn og Fjordane	Tal sider: 52 Prosjektnummer: 6275
Forskarar: Ida Marie Gildestad, Halvor Dannevig, Robert Steiger og Carlo Aall	Prosjektansvarleg: Halvor Dannevig
Oppdragsgivar: Forskningsprogram for innovasjon og verdiskaping i reiselivet i Sogn og Fjordane	Emneord: Klimatilpassing, vinterturisme
Samandrag Internasjonalt er det gjort fleire studiar av klimasårbarheit og klimatilpassing i vinterturismen, men ingen systematiske analysar har tidlegare vore gjort av dette i Norge, trass i at ski og snø er viktig både for samfunns- og næringsliv. Prosjektet «Konsekvensar av klimaendringar for norske skianlegg» er difor det første av sitt slag i Norge. Prosjektet viser at det kjem til å bli stadig kortare natursnøsesong, men mange norske skianlegg kan i stor grad oppretthalde ein god lengde på skisesongen ved hjelp av kunstsnøproduksjon. Å kunne auke kapasiteten til å produsere kunstsnø, både i form av ein auka dekningsgrad i skianlegget, og som absolutt auke av produsert snø gjennom sesongen, vert difor avgjerande for dei fleste skianlegg utover i hundreåret. For å oppretthalde destinasjonsattraktivitet når natursnøtilhøva blir dårlegare, må skianlegg òg vere kreative for å utvikle tilbod til bestemte målgrupper, t.d. barnefamiljar eller utanlandske grupper.	
ISBN: 978-82-428-0385-6	

Forord

Dette har vore eit interessant prosjekt å gjennomføre, då alle prosjektmedarbeidarane er glade i å stå på ski. Men av same grunn er ikkje resultata like hyggelege – det går mot ein varmare og gråare vinter. Prosjektet er finansiert av Forskingsprogram for innovasjon og verdiskaping i reiselivet i Sogn og Fjordane i 2016-2017, som igjen er eit samarbeidsprosjekt mellom Innovasjon Noreg, Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Høgskulen på Vestlandet, Vestlandsforskning, Sparebanken Vest, Fjord 1 AS, Hotell Alexandra AS, Knutholmen AS og Aurland ressursutvikling AS. Det har vore mykje strev med å leggje til rette for å hente ut klimadata frå vêrstasjonar, og mykje av tida til medarbeidarane ved Vestlandsforskning har gått med til det. Vi ønskjer å takke dr. Cenk Demiroglou som i si tid som gjesteforskar her bidrog til å auke vår kompetanse på skiturisme og klimaendringar, og professor Daniel Scott ved Universitetet i Waterloo for god rettleiing i prosjektet. Vi ønsker også å takke representantar frå skianlegg og øvrig reiselivsnæring som har deltatt i møte og seminar med oss og bidrege med eigen kunnskap til prosjektet.

Halvor Dannevig
(prosjektleder)

Innhald

Figurliste	5
Tabellar	5
Samandrag	6
Innleiing	7
Metode	8
Innsamling av v�rdata	8
Styrker og svakheiter ved modellen.....	8
Utsleppsscenario og framtidig klima	9
Føresetnader for modelleringa	9
Snøsikkerheit og 100-dagersregelen.....	10
Analyse av tilpassingskapasitet	11
Val av skianlegg	11
Datainnsamling.....	11
Resultat	13
Trong til auke i kunstsnøproduksjon	17
Sesonglengde med natursnø.....	22
Konsekvensar og tilpassing i skidestinasjonane i og omkring Sogn og Fjordane	24
Dagens handtering av utfordringar med snøsikkerheit	25
Løysinga: auke kunstsnøproduksjonen	26
Refleksjonar fr� skianlegga til framskrivningane.....	27
Kva er tilpassingskapasiteten til skianlegga?.....	27
Samarbeid og nettverk	30
Finansielle ressursar	30
Innovasjon	31
Marknad	31
Menneskelege ressursar	31
Lokalisering og infrastruktur (sj� Tabell 3)	31
Kva er tilpassingskapasiteten og kva alternativ har skianlegga?.....	32
Konklusjon	33
Kjelder	34

Figurliste

Figur 1 Natursnø er framleis den viktigaste ressursen til eit skianlegg i Noreg. Foto: Sogndal Skisenter Hodlekve.....	10
Figur 3. Sannsyn for tilstrekkelege tilhøve for å stå på ski gjennom perioda 1.november til 30.april for norske skianlegg. Den sorte grafa er for referanseperioda, dei blåe for det klimabeskyttande utsleppscenariet RCP 4.5 og dei brune for "business-as-usual" scenario.....	13
Figur 4 Flyttbar snøkanon i aksjon. Foto: Pixabay.com.....	18
Figur 5. Auke i kunstsnøproduksjon frå referanseperioden for å kunne oppretthalde eller oppnå ein sesong på 100 dagar. Samla for alle anlegg. Rcp 8.5.	21
Figur 6. Julesesong 20.desember til 4.januar for dei utvalde anlegga. Diagrammet syner referanseperioda og dei tre framtidige periodane med det klimabeskyttande scenarioet.	22
Figur 7. Lengde på sesong i tal dagar i 2050-perioden med snø ned til botnstasjon for "business as usual" utsleppscenario (rcp 8.5), med og utan kunstsnø.	22
Figur 8. Skianlegg med berre kunstsnø: Webkamerabilete frå Monte Rosa massivet i Sveits, januar 2015.....	23
Figur 9. Lenge på sesong for dei utvalde anlegga, for referanseperioda og dei tre tidsperiodane fram i tid. Alle med eit klimabeskyttande scenario (rcp 4.5).....	24
Figur 10. Tal dagar med tilhøve til å stå på ski tidleg i sesongen, frå 1.november til 19.desember, for referanseperioden og dei to utsleppscenaria.	25
Figur 11. Satsing på bornefamiliar er viktig for dei fleste skianlegg. Foto: Sogndal Skisenter Hodlekve.	30
Figur 12. Å gå topptur kan være en tilpassingsstrategi for skituristene om det er dårlige snøforhold i alpinanleggene. Her fra Saueggi mellom Fjærlandsfjorden og Vetlefjorden. Foto: Halvor Dannevig.....	33

Tabellar

Tabell 1: Antall dagar med nok snø til å stå på ski i norske skianlegg i referanseperioden (1986-2016), i 2030, 2050 og 2080 for to ulike utslippsscenario (RCP 4.5 og RCP 8.5) med kunstsnø.	14
Tabell 2 Trong til auke i kunstsnøproduksjon	17
Tabell 3 Nøkkelinformasjon om dei utvalde skianlegga i og omkring Sogn og Fjordane.....	24
Tabell 4 Kjelder til tilpassingskapasitet	29

Samandrag

Snøen kom seint i 2016, og dei fleste norske skianlegga var heilt avhengige av kunstsno for å kunne opne for sesongen 2016/2017. Situasjonen dette året føyer seg inn i ein trend der vintrane blir kortare og varmare – samstundes er det òg stader som får mykje snø. Internasjonalt er det gjort fleire studiar av klimasårbarheit og klimatilpassing i vinterturismen, men ingen systematiske analysar har tidlegare vore gjort av dette i Norge, trass i at ski og snø er viktig både for samfunns- og næringsliv. Prosjektet «Konsekvensar av klimaendringar for norske skianlegg» er difor det første av sitt slag i Norge.

I dette prosjektet ser vi på korleis klimaendringane kan påverke skidestinasjonar i landet vårt og vi har laga nedskalerte framskrivningar for snøtilhøve for dei fleste skianlegga i landet. Aktuelle strategiar for klimatilpassing er so blitt drøfta i eit utval av skistader i og omkring Sogn og Fjordane. Indre, lågareliggande område i fjordstrøk er dei områda i landet som vil oppleve størst reduksjon i tal dagar med snø. Høgareliggande fjellstrøk vil derimot kunne få meir snø grunna auke i nedbøren og framleis tilstrekkelege låge temperaturar. Men det er berre sommarskisentera som ligg høgt nok til å få glede av dette mot slutten av hundreåret. Dei fleste skianlegga våre vil difor få ei betrakteleg innkorting av sesongen i framtida.

Å kunne auke kapasiteten til å produsere kunstsno, både i form av ein auka dekningsgrad i skianlegget, og som absolutt auke av produsert snø gjennom sesongen, vert avgjerande for dei fleste skianlegg utover i hundreåret. For å oppretthalde destinasjonsattraktivitet når natursnøtilhøva blir dårlegare, må skianlegg òg vere kreative for å utvikle tilbud til bestemte målgrupper, t.d. barnefamiliar eller utanlandske grupper.

Tilpassingstiltaka skianlegga i og omkring Sogn og Fjordane ser føre seg kan oppsummerast slik:

- Auke kunstsnoproduksjon ved automatisering, auke dekningsgrad, gå til innkjøp av fleire kanonar, og ved å benytte nyare teknologi med større effektivitet.
- Andre tiltak relatert til snø: snøfangarar, flytting av anlegg/heis til høgare i terrenget, planering av bakker.
- Tenke alternativt om drift allereie for nær framtid, kva andre aktivitetar ein kan tene penger på. Eksempelvis vår-, sommar- og haustaktiviteter.
- Etablere nye samarbeid for å redusere sårbarheit og trekke på meir ressursar, anten med andre anlegg eller med andre aktivitetsbedrifter.

Tilpassing har ei kostnadsside, i form av økonomiske ressursar, men òg i form av moglegheit for auka energibruk og auke i utslepp av klimagassar. Ein forventar framtidig auke i ambisjonsnivået i klimapolitikken vil kunne få konsekvensar for utviklinga i turisttrafikk, og då særleg den flybaserte turisttrafikken; noko som kan påverke dei økonomiske vilkåra for reiselivsnæringa. Dette er forhold som reiselivsnæringa også må ha ein auka merksemd mot framover.

Innleiing

Vinteren er framleis lågsesong for reiselivet i Sogn og Fjordane, og den største vinterdestinasjonen i fylket om ein ser på tal besøkande er antakeleg Flåm, og då er det ikkje turistar med ski vi snakkar om. Likefullt har skibasert vinterturisme vorte eit satsingsområde både for næring og verkemiddelapparat. Når ein skal planlegge for framtida i ei næring som er såpass avhengig av klima er det å få kunnskap om framtidige klimaendringar ein nødvendig forutsetning for å kunne lukkast. Internasjonalt reknar ein med at skiturismen er den mest klimasensitive delen av turistnæringa (Agrawala 2007). Alpane og Nord Amerika opplever mange skianlegg store utfordringar med varmare vintre og dårlege snøforhold (Steiger and Abegg 2013; Rutty et al. 2015). Om det blir to gradar høgare global temperatur vil halvparten av skianlegga i t.d. Østerrike ikkje klare å halde ope heile sesongen, sjølv om dei produserer alt dei kan av kunstsno (Steiger and Abegg 2013). Heller ikkje i Noreg har skianlegga vore spart for utfordringar knytt til snømangel.

År om anna kjem vinteren seint, noko som førar til tap i omsetning for dei skisentera som er avhengige av natursnø for å kunne vere ein attraktiv plass å fare på ski. Kystnære skianlegg på Vestlandet har mange vintrar store problem med å halde oppe mykje av sesongen, og slik var det ikkje før. Her i Norge har det ikkje tidlegare vorte laga egne framskrivingar mynta på skianlegg, men Norsk Klimastiftelse ga i 2016 ut ein rapport som drøfta korleis skisporten i Noreg kunne bli råka av klimaendringar (sjå Solheim 2016). Denne rapporten nytta framskrivingar for snø som Meteorologisk institutt og NVE i regi av Norsk Klimaservicesenter utarbeida for rapporten "Klima i Norge i år 2100" (sjå Hanssen-Bauer et al. 2015). Desse framskrivingane syner utviklinga i tal dagar per vinter med meir enn 25 cm snødekke fram mot år 2100, for to utslepp scenario, eit med "middels" utslepp og eit med høge ("business-as-usual"). Desse viser ein stor reduksjon i tal snødagar, frå to til seks månader kortare sesong mot slutten av dette hundreåret, avhengig av val av scenario (Hanssen-Bauer et al. 2015). Og lågareliggande kystnære strok kan bli heilt snøfrie om nokre få år (Solheim 2016). I 2005 gjennomførde Vestlandsforskning eit prosjekt på klima og reiseliv som òg inkluderte ski. Her vart skianlegg og organisasjonar som drifta langrennsløyper intervjuja. Informantane frå skianlegga synte den gongen liten interesse for klimaendringar og såg ikkje på det som nokon utfordring (Aall and Hoyer 2005). Eit prosjekt har òg studert korleis klimaendringane kan råke sumarskianlegga i Noreg, med fokus på åtfærdinga til skituristane. Denne fann at skituristane hadde låg toleranse for dårlege snøforhold, og lett ville velje seg ein anna aktivitet, slik at skianlegga kunne risikere å miste kundane sine om snøtilhøva vert dårlege (Demiroglu et al. under trykking).

Prosjektet har bestått av to deler: Den første er utarbeiding av framskrivingar for snøtilhøve, inkludert kunstsno-produksjon, i skianlegg i heile Norge. Del to bruker snøframskrivingane som grunnlag for å analysere konsekvensar og tilpassingsbehov for skianlegga i og omkring Sogn og Fjordane: Sogndal Hodlekve, Sogn, Jølster, Harpefossen, Stryn, Hemsedal og Myrkdalen. Framskrivingane har vore drøfta med representantar for eit utval av skianlegg på Vestlandet. På desse møta har vi fått innspel til justeringar av framskrivingane, og vi har hatt ein første diskusjon om aktuelle strategiar for klimatilpassing.

Rapporten gjev ein grundig gjennomgang av korleis snøframskrivingane har vorte laga, og svakheiter og atterhald ein må vere klar over når om ein ynskjer å bruke dei. Sjølvne snøframskrivingane er presentert i tabellar for forventa lengde på sesong med kunstsno-produksjon for 2030, 2050 og 2080. Vidare presenterast sannsynet for å kunne halde ope i juleferien, samt framskrivingar for natursnøtilhøve. I prosjektet har vi også produsert tabellar som syner sannsyn for å kunne opne før 1. desember.

Metode

For å kunne seie noko om kva konsekvensar skianlegga i Noreg vil få av høgare vintertemperaturar, må ein produsere framskrivingar som syner framtidige snøtilhøve og tilhøve for kunstsnøproduksjon. Framskrivningar kan best beskrivast som ein fagleg føreseiing om eit mogleg utfall. Altså vil ein framskriving forsøke å sei noko om korleis ei utvikling vil arte seg, basert på vilkår for vekstfaktorane som ligg til grunn. Observasjonar av tidlegare utvikling nyttast til å gjere den faglege vurderinga av framtidige utfall. I dette prosjektet er det blitt produsert framskrivingar for skianlegg over heile landet. Vi har nytta modellen SkiSim (Steiger 2011), som produserer framskrivingar både med natursnø og kunstsnø. Resultata er mellom anna tal dagar i året det vil vere mogleg å stå på ski i anlegget i framtida. Det er blitt laga ulike berekningar for sannsynet for snøforhold og forhold for kunstsnøproduksjon på ulike tidspunkt i sesongen, og berekningar som syner naudsynt auke i kunstsnøproduksjonen. I andre del av prosjektet har vi valt ut dei største skisentera i og omkring Sogn og Fjordane, for ein analyse av moglege konsekvensar, sårbarheit og tilpassingstiltak.

Innsamling av vêrdata

SkiSim krev vêrdata frå ein referanseperiode på minst 10 år for å kunne produsere framskrivingar for snøtilhøve og tilhøve for kunstsnø. I prosjektet har vi nytta vêrdata frå perioden 1981-2010 frå vêrstasjonar i heile landet, valt etter kriteria avstand til anlegg, høgde over havet og i kva grad stasjonen har fullstendige målingar for dei ulike variablane. Dei naudsynte vêrdata er daglege verdiar for snødjupn, nedbør og høgaste og lågaste temperatur i referanseperioden, for månadane november til ut april. Dette vil sei at snø som har falt i mai ikkje er med i referanseperioden, og difor heller ikkje i framskrivingane. Vêrdataa er henta frå Meteorologisk Institutt si nettbaserte teneste e-klima.

Basert på dei observerte vêrdataa, produserer SkiSim eit gjennomsnittsvêr for referanseperioden. Desse blir vidare brukt ved produksjonen av framskrivingane. Referanseperioden blir då utsett for eit månadleg «klimasignal» frå ein stokastisk vêrgenerator. Slik vert tidsseriar av framtidige vêrforhold produsert, samstundes som lokale vêrkaraktistikker vert halde ved lag. Klimasignala er definert med utgangspunkt i to utleppsscenario som vert utgreia seinare i rapporten. Sjølve modelleringa i SkiSim er gjort av Robert Steiger ved Universitetet i Innsbruck. Steiger har jobba med framskrivingar for skianlegg i ei rekke land i fleire år, deriblant Canada og Austerrike (sjå Steiger 2011, Steiger & Abegg 2013).

Styrker og svakheiter ved modellen

Kriteria for val av vêrstasjonar er med på å redusere usikkerheit i framskrivingane. Samstundes kan lokale forhold potensielt ikkje bli fanga opp då avstanden mellom skianlegga og vêrstasjonane i nokre tilfelle er større enn kva som er ønskeleg. I andre tilfelle er ikkje avstanden særskilt stor, men store lokale variasjonar i vêr og klima gjer målingane mindre relevante. Dette er med på å auke usikkerheita i framskrivingane for nokre av anlegga. I tidlegare studiar frå Austerrike og USA (Steiger 2010, Steiger & Abegg 2013, Dawson & Scott 2013) har kriteria for avstand mellom vêrstasjon og skianlegg variert då forskarane ikkje har operert med ei fastsett grense for akseptabel avstand. Viktigare er dei lokale klimatiske forholda, som varierer med avstand til kyst og høgde over havet. Dersom eit anlegg til dømes ligg i le for eit fjell, eller er sterkt påverka av kystklima, kan det vere meir aktuelt og relevant å bruke ein annan vêrstasjon enn den næraste dersom denne ligg i eit område med andre klimatiske tilhøve.

Utilstrekkelege tidsseriar frå nokre av vêrstasjonane har gjort det naudsynt å bruke fleire vêrstasjonar for same skianlegg. I tilfella kor næraste stasjon manglar målingar for enkelte variablar, har vi brukt fleire stasjonar, og statistisk ekstrapolering for å rekne ut ukjende verdiar mellom vêrstasjonar med tilstrekkelege målingar. I dei tilfella der det manglar lange tidsseriar med data for høgaste og lågaste temperatur, har det blitt supplert med målingar for dagleg gjennomsnittstemperatur ved næraste vêrstasjon. Desse målingane er ikkje tilstrekkelege åleine då SkiSim kalkulerer kapasitet for kunstsnøproduksjon på timebasis og ikkje døgnbasis, og forutset at anlegga vel å produsere kunstsnø så snart dei har blå grader.

Lengda på tidsseriane er med på bestemme usikkerheit, ettersom lange tidsseriar reduserer faren for at sesongar med spesielle forhold påverkar resultata i særleg stor grad. På den måten unngår ein at sesongar med uvanleg mykje eller lite nedbør, eller uvanleg høge eller låge temperaturar, påverkar framskrivingane i større grad enn

meir normale sesongar. Her er ein inne på skilnaden mellom sesongar med spesielt dårlege snøtilhøve, og den langsiktige utviklinga i klima.

Ettersom eit av resultatane frå SkiSim er lengde på skisesongen, er referanseperioden ytterlegare validert ved samanlikning med lengde på tidlegare sesongar for dei utvalde anlegga på Vestlandet. Denne datainnsamlinga er gjort ved å sjå på sjølvrapporterte datoar for opning og stenging frå anlegga sine eigne Facebook-sider, snøhistorikk frå skiinfo.no og gjennom e-post-kommunikasjon med anlegga. Det er i denne datainnsamlinga ikkje tatt omsyn til dagar kor ein held stengt grunna dårlege vêrforhold, men tal dagar frå opning til avslutting av sesong, for dei fem siste åra. På den måten kan ein i større grad sei noko om i kva grad tala for referanseperioden speiler dei faktiske forholda dei siste åra.

Utsleppsscenario og framtidig klima

Uvisse om framtidig klima er mellom anna knytt til uvisse om utslepp av klimagassar og kva temperaturauke desse utsleppa vil føre til. I prosjektet er det difor nytta to utsleppsscenario, rcp 4.5 og rcp 8.5. Rcp står for *representative concentration pathways* og representerer ulike scenario for konsentrasjon av klimagassar i atmosfæren. Scenarioa er definert av kumulative menneskelege utslepp av klimagassar og baserer seg på eit breitt spekter av litteratur på feltet. Altså representerer dei fire utslippsscenarioa som blir brukt av FN's klimapanel eit bredt spekter av moglege utfall.¹ Det første scenarioet som er nytta, rcp 4.5, inneber at konsentrasjonen av klimagassar i atmosfæren aukar fram mot 2060, før dei vert stabilisert mot slutten av dette hundreåret. Scenarioet føreset kraftige reduksjonar i utslepp globalt, og er i prosjektet blitt omtalt som eit «klimabeskyttande» scenario.

Det andre utsleppsscenarioet nytta i prosjektet, rcp 8.5, representerer høge klimagassutslepp i kontinuerleg vekst. Scenarioet er ofte beskrive som «business-as-usual», då utsleppa i dette scenarioet følger same utvikling som vi har sett dei siste tiåra. Ein temperaturauke på fire grader mot slutten av hundreåret, samanlikna med perioden 1850 – 1900, er svært sannsynleg i dette scenarioet. Dei to scenarioa blir brukt i produksjonen av framskrivingane, og avgjer dei tidlegare nemnte klimasignala referanseperioden blir utsett for.

Føresetnader for modelleringa

Då det ikkje var innanfor rammene til prosjektet å undersøke produksjonsutstyret til kvart anlegg, vart det lagt ulike føresetnader til grunn for modelleringa av tilhøve for kunstsnøproduksjon. Desse vil fråvike noko frå ein del anlegg, da nokre av anlegga er i stand til å produsere meir og over ein lengre periode, og andre mindre. Føresetnadene inneberer at såfram snøproduksjon er naudsynt og klimatisk mogleg, vil produksjonen vere aktiv i perioden mellom 1.november og 15.april. At produksjonen er aktiv betyr ikkje at ein nødvendigvis produserer gjennom heile sesongen, men at ein har moglegheit til dette, dersom det ikkje er tilstrekkeleg med natursnø. Vidare ligg det i modellen at produksjon av kunstsnø startar ved -5 grader eller lågare temperaturar. Daglege verdiar for høgaste og lågaste temperatur gjennom referanseperioden gjer det mogleg å kalkulere forhold for kunstsnøproduksjon for kvar time i døgnet. Produksjonskapasiteten er satt til 10 cm i døgnet når temperaturen tillèt dette, og varierer ikkje med temperaturar kaldare enn dette.

I modellen er det òg lagt inn ein planlagt sluttdato for produksjon av kunstsnø. Denne er satt til 15.april, og er bestemmende for mengda snø som blir produsert i løpet av ein sesong. Dette betyr ikkje at anlegget må stenge denne dato.

Dei nemnte føresetnadene veit vi, gjennom intervju, at ikkje alltid representerer røyndomen for anlegga. Føresetnadene i modellen er likevel heilt naudsynte for å kunne produsere framskrivingane, men tilbakemeldingane frå anlegga når det gjeld temperatur ved produksjon syner at akkurat dette er meir komplisert enn kva modellen er. I startfasen av prosjektet blei det gjennomført ei ringerunde til eit stort utval anlegg i landet med spørsmål knytt til produksjon av kunstsnø. Tilbakemeldingane med omsyn til temperatur ved produksjon var i stor grad dei same; at våtkuletemperaturen er viktigare enn temperaturen på gradestokken. Våtkuletemperaturen måler relativ fukt, og fuktinnhaldet i lufta kan variere sjølv med same temperatur. Våtkuletemperatur er ikkje SkiSim i stand til å ta omsyn til.

¹ Ei nærare beskriving av bruk av scenarier i klimamodellering finn du her: IPCC http://sedac.ipcc-data.org/ddc/ar5_scenario_process/RCPs.html og meir spesifikt om dei ulike RCP-scenaria her: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/scenarios.xhtml#scenarioTag>

Ein annan forskjell frå føresetnadene i modellen er tjukkeleiken på såla som blir lagt i botn av skitraseane. I modelleringa har vi tatt utgangspunkt i at ein produserer opp ei 40 cm tjukk såle til oppstart. Trass i nokre variasjonar frå anlegg til anlegg, var den modellerte såletjukkelsen vurdert som realistisk av dei utvalde anlegga vi intervjuja.

Det er blitt produsert framskrivingar ved botnstasjonen for alle anlegga som er blitt undersøkt i prosjektet. I tillegg er det blitt produsert framskrivingar for «kritisk høgde». Anlegg med bilveg til ein mellomstasjon, altså ein plass der ein eller fleire skiheisar startar som er høgare i terrenget enn botnstasjonen, har i prosjektet denne mellomstasjonen som kritisk høgde. Dette fordi ein kan nytte mellomstasjonane som utgangspunkt dersom det i dag eller i framtida ikkje er tilstrekkeleg med snø ved botn av anlegget. Mellomstasjonane gjer, eller kan gjere, det mogleg for anlegga å holde deler av heisane opne trass manglande snø i botn av skianlegget, og kan difor tene som eit klimatilpassingstiltak.

Det er òg verdt å merke seg at SkiSim-modellen ikkje tar omsyn til andre variablar som påverkar drift utover snø og temperatur. Nokre anlegg vel å ha kortare sesong enn 100 dagar av omsyn til økonomi og menneskelege ressursar. Gjennom intervju har vi fått innsyn i korleis avgjerder blir tekne med tanke på opning og avslutting av sesongen, samt avgjerder knytt til produksjon av kunstsno. For nokre anlegg er det ikkje interessant å komme i gang så tidleg som mogleg sjølv når temperaturane tillét det, då dette inneber store utgifter og potensielt stor risiko med tanke på smelting tidleg i sesongen. Tilsvarande for motsett side av sesongen stenger mange anlegg når kundegrnlaget blir borte etter påske, trass gode snøforhold i bakken. Dette vil bli vidare diskutert i gjennomgangen av intervjurundane.

Snøsikkerheit og 100-dagersregelen

For økt forståing av korleis klimaendringar vil påverke skianlegg i Norge, er snøsikkerheit eit viktig omgrep å definere og forstå. Snøsikkerheit kan bli målt på fleire måtar, og ulike kriterium er blitt brukt for å måle snøsikkerheit i Alpane. I 1986 blei 100-dagersregelen foreslått av den sveitsiske forskaren Witmer, som samla snødata i dei sveitsiske Alper (Steiger and Abegg 2013). Regelen seier at for å kunne drive eit skianlegg bør snødekket vere tilstrekkeleg til å halde oppe i minst 100 dagar per sesong. Trass i at regelen er mindre kjent og brukt i Norge, synes det relevant å diskutere snøsikkerheit med referanse til 100-dagersregelen også i norsk kontekst. Resultata frå simuleringa i SkiSim syner at ein sesong på rundt 100 dagar ikkje er uvanleg i dag, men at ein kan forvente ein betydeleg reduksjon i tal anlegg som vil klare å oppretthalde ein slik sesong i framtida.



Figur 1 Natursnø er framleis den viktigaste ressursen til eit skianlegg i Noreg. Foto: Sogndal Skisenter Hodlekke.

Analyse av tilpassingskapasitet

Val av skianlegg

Medan produksjon av framskrivingar for snøtilhøve har vore gjort for heile landet, har det i andre del av prosjektet vore naudsynt å gjere ei avgrensing. Sidan føremålet til prosjektet har vore å undersøke sårbarheita og tilpassingskapasiteten til skianlegg på Vestlandet, og er finansiert av regionale midlar, har vi i delen av prosjektet som omhandlar tilpassingskapasitet avgrensa utvalet til skistader i og omkring Sogn og Fjordane, og dei større anlegga i omkringliggende område. Dette bidreg til at utvalet blir noko meir representativt for landet. Vi har heller ikkje tatt med skistader med færre enn tre heisar. Nokre anlegg er òg tatt ut av oversikta grunna for stor usikkerheit i datamaterialet, eller fordi dei ligg så nære andre anlegg, og med same høgd på botnstasjon, at dei deler tal med dei omkringliggende anlegga.

Datainnsamling

I møte med anlegga på Vestlandet har vi presentert dei fyrste resultatane frå SkiSim, som vart produsert i oktober 2016. Desse fekk anlegga anledning til å kommentere, mellom anna i kva grad dei mente tala frå referanseperioden stemte med faktiske forhold. Vi kunne òg informere om kva målestasjonar vi hadde brukt. Kunnskap om lokale vêrforhold, samt kunnskap om forholda ved vêrstasjonane gjorde det mogleg for representantane frå anlegga å kome med korrigerande informasjon. Som tidlegare forklart, var eit viktig kriterium for val av vêrstasjonar lengde på målingane. I nokre tilfelle har det difor vore naudsynt å bruke vêrdata frå stasjonar anna enn den næraste. Representantane frå anlegga kjente gjerne til forholda ved desse stasjonane, og kunne gje innspel om vêrmessige skilnader mellom anlegga og vêrstasjonane. Anlegga blei òg informerte om føresetnadane i modellen. På den måten var anlegga i stand til å reflektere rundt skilnader mellom føresetnadane i SkiSim, og dei faktiske forholda i anlegga.

Vidare blei anlegga sine erfaringar med vêr og klima, besøk og økonomi diskutert. Anlegga som vart intervjuva i prosjektet kan delast inn i to kategoriar, basert på storleik. Hemsedal er det nest største alpinanlegget i Norge målt i heisomsetning, medan Myrkdalen er det største på Vestlandet målt etter same kriterium. Strandafjellet i Møre og Romsdal vart og kontakta, men det var uråd å få gjennomført intervju. Dei resterande seks anlegga er mindre både i heisomsetning, storleik, og skil seg òg frå dei to fyrstnemnde anlegga med tanke på kven som besøker dei. Ein anna stor forskjell er korleis anlegga vert dreve, altså om dei er drivne av tilsette eller på dugnadsbasis.

Intervjua blei gjennomført i fem omgangar. I fleire høve deltok fleire informantar i same møte, slik sett har vi òg gjennomført gruppeintervju. I tillegg til ein representant frå skianlegget, forsøkte vi òg å inkludera ein representant frå reiselivsnæringa på staden, både frå andre reiselivsverksemder og frå destinasjonsselskap. Informantane fekk spørsmål om å kommentere den modellerte referanseperioden, mellom anna i kva grad dei meinte at lengde på sesongen stemte overeins med faktiske sesongar tilbake i tid.

Dei fem intervjua blei gjennomført med følgjande anlegg:

- Hemsedal Skisenter
- Myrkdalen
- Sogndal Skisenter Hodlekve og Sogn Skisenter
- Jølster Skisenter
- Stryn Vinterski, Hornindal Skisenter og Harpefossen Skisenter

Til stades på nokre av intervjua var også representantar frå reiselivsnæringa med, til dømes Visit Sognefjord med Sogndal og Sogn skisenter, og Visit Nordfjord med Stryn, Hornindal og Harpefossen Skisenter.

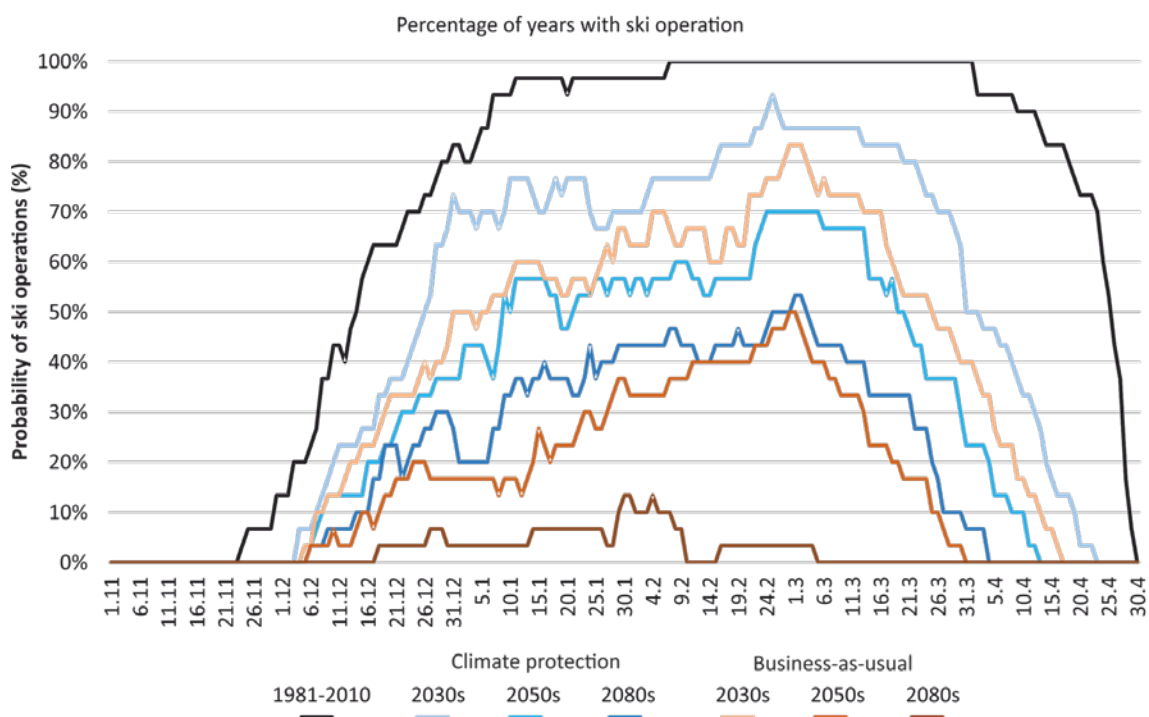
Det har ikkje vorte produsert framskrivingar for Hornindal Skisenter, som vert definert ut av prosjektet med sine to heisar. Då vi skulle i gang med møte med anlegga for dei kvalitative intervjua, meldte likevel Hornindal si interesse då dei nyleg (hausten 2016) hadde starta prosjekt med kunstsnøproduksjon med midlar frå kommunalt næringsfond. Hornindal er også eit av ni anlegg som samarbeider om Alpepass, eit felles heiskort for anlegg i Nordfjord og Sunnmøre, og var derfor ein relevant aktør for møterunden med anlegg i denne regionen.

For å få innblikk i tilpassingskapasiteten til anlegga, dreia spørsmåla i intervjuet seg i stor grad om det som i litteraturen vert sett på som sentralt i vurderinga av tilpassingskapasitet. Eksempel på relevante tema er samarbeid, økonomiske ressursar, menneskelege ressursar, marknad og fysisk infrastruktur.

Resultat

I det følgende vert talmaterialet produsert i SkiSim presentert. Vi minner om at kvart årstal utgjør ein lengre periode, slik at tala dekker periodane 2021 – 2050, 2051 – 2070 og 2071 – 2100. Dei tre framtidige periodane vert referert til som 2030, 2050 og 2080.

Høgde over havet for botnstasjonane til anlegga er runda opp til næraste 50 meter. Eksempelvis er anlegg med botnstasjon på 620 meter over havet runda opp til 650 meter over havet i modellen. Grafen under (Figur 2) syner sannsynet for tilstrekkelege tilhøve til å stå på ski frå 1.november til 30. april. Ein kan sjå at sesongen blir stadig kortare i begge ender, samstundes som sannsynet for gode snøtilhøve reduserast utover århundret.



Figur 2. Sannsyn for tilstrekkelege tilhøve for å stå på ski gjennom perioda 1.november til 30.april for norske skianlegg. Den sorte grafen er for referanseperioda, dei blåe for det klimabeskyttande utsléppscenariet RCP 4.5 og dei brune for "business-as-usual" scenario.

Tabellane under syner anlegga som det blei produsert framskrivingar for, med lengde på sesong i tal dagar for referanseperioda og dei tre framtidige periodane. Materialet er også framstilt etter kva utsléppscenario som er brukt, rcp 4.5 (middels utslépp) og rcp 8.5 (høge utslépp). Verdt å merke seg er at desse tala viser forhold med kunstsno for alle anlegg, også for dei anlegga som ikkje har eller har hatt kunstsno-produksjon i åra som danner referanseperioden. Resultata er presentert etter landsdel.

Tabell 1: Antall dagar med nok snø til å stå på ski i norske skianlegg i referanseperioden (1986-2016), i 2030, 2050 og 2080 for to ulike utslippsscenario (RCP 4.5 og RCP 8.5) med kunstsne.

Sørlandet

Fylke	Skianlegg	Referanse- periode	rcp 4.5			rcp 8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080
Vest-Agder	Sirdal skisenter	154	138	131	126	138	131	126
Vest-Agder	Bortelid alpiner	148	131	126	123	131	126	121
Vest-Agder	Bjørnstad	134	123	117	105	123	118	105
Vest-Agder	Ljosland skisenter	138	123	121	105	123	121	106
Vest-Agder	Fidjeland skitrekk	145	130	124	121	130	124	120
Aust-Agder	Hovden	173	168	166	163	167	162	149

Austlandet, kyststrøk.

Fylke	Skianlegg	Referanse- periode	rcp 4.5			rcp 8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080
Oslo	Oslo skisenter	131	123	114	102	119	100	38
	Grefsenkollen							
Oslo	Oslo Vinterpark-Tryvann	131	123	114	102	119	100	38
Akershus	Kolsås skisenter	135	128	124	117	126	115	70
Akershus	Kirkerud	127	111	99	84	104	81	12
Akershus	Hurdal	135	128	124	117	126	115	70
Akershus	Varingskollen	131	123	114	102	119	100	38
Østfold	Middagsåsen skisenter	127	111	99	84	104	81	12
Vestfold	Svarstad	143	134	131	125	134	124	98
Buskerud	Drammen skisenter	139	129	123	116	126	114	76

Indre Austland

Fylke	Skianlegg	Referanse- periode	rcp 4.5			rcp 8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080
Oppland	Venabygdsfjellet	172	166	161	155	163	154	143
Oppland	Vaset	171	166	162	155	165	158	145
Oppland	Lemonsjø alpinsenter	169	165	163	158	165	163	159
Oppland	Valdres alpinsenter Aurdal	170	160	155	152	156	150	140
Oppland	Tyin-Filefjell	173	170	168	164	169	163	156
Oppland	Skeikampen-Gausdal	169	160	153	150	156	152	138
Oppland	Raudalen Alpinsenter	166	155	152	151	155	150	142
Oppland	Galdhøpiggen sommerskisenter	181	181	181	180	181	180	178
Oppland	Gålå	169	160	153	150	156	152	138
Oppland	Beitostølen skisenter	172	167	163	158	165	158	149
Oppland	Hafjell	137	130	124	119	127	119	88
Telemark	Vierli skisenter	163	154	148	139	151	143	126
Telemark	Lifjell	160	149	145	142	145	141	128
Telemark	Haukelifjell skisenter	173	168	166	163	167	162	149
Telemark	Vrådal	129	119	107	89	114	87	18
Telemark	Raulandsfjell Alpinsenter	143	134	129	125	130	124	102
Telemark	Rauland-Holtardalen	158	146	141	135	141	133	123
Telemark	Gautefall	140	129	126	121	127	121	74
Telemark	Gaustablikk-Rjukan	132	124	120	114	121	112	50
Buskerud	Golsfjellet Alpinsenter	173	170	167	164	169	163	150
Buskerud	Gol	162	159	157	156	157	155	148
Buskerud	Dagali fjellpark	167	164	160	152	162	151	139
Buskerud	Uvdal alpinsenter	154	144	142	136	144	135	106
Buskerud	Storefjell	174	172	170	169	171	168	155
Buskerud	Hallingskarvet	164	158	150	147	153	146	134
Buskerud	Ål skisenter	165	156	155	152	156	152	145
Buskerud	Norefjell	156	151	149	146	151	145	129
Buskerud	Kongsberg skisenter	148	141	136	132	137	131	110
Buskerud	Geilo	164	158	150	147	153	146	134
Buskerud	Hemsedal	169	160	158	155	157	155	148
Hedmark	Trysil	169	161	155	152	159	151	145
Hedmark	Sjusjøen	167	156	152	148	153	147	138
Hedmark	Østerdalen skisenter	169	161	155	152	159	151	145
Hedmark	Fulufjellet	169	163	156	155	160	154	145

Vestlandet

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	rcp 4.5			rcp 8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080
Hordaland	Furedalen Alpin	135	123	102	86	109	73	16
Hordaland	Myrkalden	160	147	143	139	145	140	121
Hordaland	Voss resort	143	138	136	128	135	123	93
Hordaland	Eikedalen	144	132	127	111	127	102	35
Hordaland	Røldal	166	160	156	152	158	149	129
Møre og Romsdal	Volda skisenter	140	127	110	89	117	74	19
Møre og Romsdal	Ørsta skisenter	140	127	110	89	117	74	19
Møre og Romsdal	Sunnmørsalpene skiarena Fjellseter	122	66	32	14	43	8	0
Møre og Romsdal	Arena Overøy-Stordal	122	66	32	14	43	8	0
Møre og Romsdal	Strandafjellet	131	106	75	47	87	31	0
Sogn og Fjordane	Stryn sommerski Tystigbreen	171	164	160	157	162	155	138
Sogn og Fjordane	Breimsbygda-Utvikfjellet	164	157	148	141	152	139	103
Sogn og Fjordane	Jølster skisenter	141	134	113	92	125	84	23
Sogn og Fjordane	Stryn skisenter	140	127	110	89	117	74	19
Sogn og Fjordane	Hodlekve-Sogndal	166	160	157	155	158	153	135
Sogn og Fjordane	Sogn Skisenter	161	156	153	149	155	146	120
Sogn og Fjordane	Harpefossen	133	103	76	53	86	42	6
Rogaland	Sauda skisenter	149	134	129	119	132	111	48

Midt- og Nord-Norge

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	rcp 4.5			rcp 8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080
Sør-Trøndelag	Ålen skisenter Røros	161	154	150	146	154	150	146
Sør-Trøndelag	Vassfjellet skianlegg	135	121	96	71	103	65	9
Sør-Trøndelag	Oppdal	165	154	149	143	153	147	143
Nord-Trøndelag	Meråker alpinesenter	138	128	119	96	123	91	19
Nord-Trøndelag	Grong	156	147	139	136	141	135	112
Nordland	Vestvatn	150	135	126	118	127	116	32
Nordland	Narvikfjellet skianlegg	150	135	126	118	127	116	32
Troms	Tromsø	146	128	117	71	119	70	0
Troms	Målselv Fjellandsby	172	164	162	159	163	159	149

Tala syner at ein stor del av anlegga har hatt tilhøve som tilseier sesongar på langt over 100 dagar i referanseperioda. Samstundes må ein hugse at dette ikkje nødvendigvis reflekterer tal driftsdagar, da stenging grunna kraftige vindforhold og andre vêrrelaterte hendingar ikkje vert fanga opp av modellen. Ein del av dei mindre anlegga strever heller ikkje etter å ha ope så mykje som mogleg. Tala syner ein gradvis reduksjon utover i hundreåret, med regionale skilnadar i kva grad anlegga blir råka av varmare og våtare vintre. Anlegg som ligg lågt

over havet, og som blir påverka av kyst- og fjordklimaet har ifølge framskrivingane størst reduksjon i lengde på sesong gjennom hundreåret.

Trong til auke i kunstsnøproduksjon

Informasjon som ikkje er synleg i tabellane over, er naudsynte auke i kunstsnøproduksjonen for å kunne oppretthalde, eller i det heile tatt ha, ei sesong på 100 dagar eller meir. Vi har allereie definert snøsikkerheit til å vere sesongar på over 100 dagar. Tabellen under syner prosentvis auke i kunstsnøproduksjon, frå referanseperioden, for å ha ein sesong på 100 dagar. Referanseperioden er oppgitt i cm snø og syner naudsynt mengde kunstsnø for å kunne ha ein sesong på 100 dagar i perioden 1981 – 2010 ifølge SkiSim. Dette baserer seg på dei observerte tilhøva for natursnø i perioden. Eksempelvis ser ein at Sirdal skisenter i snitt i referanseperioden var avhengige av å produsere 25 cm snø gjennom sesongen for å kunne halde ope i 100 dagar. Mot 2030-talet viser berekningane at Sirdal må auke produksjonen med 96% frå dei 25 cm for å framleis kunne ha sesongar på 100 dagar. I midten av hundreåret ser ein at den naudsynte auka har stige til 187% frå utgangspunktet på 25 cm. Tala må difor lesast med utgangspunkt i talet frå referanseperioden. Eit anlegg med behov for lite kunstsnø i referanseperioden, vil få ein stor prosentvis auke sjølv om dei absolutte tala frå referanseperioden er forholdsvis låge.

Følgjande framskrivingar er produsert med scenario rcp 8.5, scenarioet som representerer business-as-usual.

Tabell 2 Trong til auke i kunstsnøproduksjon

Sørlandet

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	Prosentvis auke 2030	prosentvis auke 2050	prosentvis auke 2080
Vest-Agder	Sirdal skisenter	25 cm	96	187	302
Vest-Agder	Bortelid alpinsenter	21 cm	98	205	345
Vest-Agder	Bjørnestad	58 cm	97	141	187
Vest-Agder	Ljosland skisenter	30 cm	144	241	350
Vest-Agder	Fidjeland skitrekk	34 cm	131	215	291

Austlandet, kyststrøk

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	Prosentvis auke 2030	Prosentvis auke 2050	Prosentvis auke 2080
Oslo	Oslo skisenter	94 cm	53	80	108
	Grefsenkollen				
Oslo	Oslo Vinterpark-Tryvann	94 cm	53	80	108
Akershus	Hurdal	67 cm	71	105	141
Akershus	Kirkerud	122 cm	44	66	88
Akershus	Kolsås skisenter	67 cm	71	105	141
Akershus	Varingskollen	94 cm	53	80	108
Østfold	Middagsåsen skisenter	122 cm	44	66	88
Vestfold	Svarstad	76 cm	65	97	129
Buskerud	Drammen skisenter	102 cm	52	76	100



Figur 3 Flyttbar snøkanon i aksjon. Foto: Pixabay.com

Indre Austland

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	Prosentvis auke 2030	Prosentvis auke 2050	Prosentvis auke 2080
Oppland	Beitostølen skisenter	21 cm	23	54	246
Oppland	Gålå	30 cm	22	65	231
Oppland	Hafjell	113 cm	50	82	149
Oppland	Lemonsjø alpinsenter	22 cm	12	18	29
Oppland	Raudalen Alpinsenter	28 cm	64	142	341
Oppland	Skeikampen-Gausdal	30 cm	22	65	231
Oppland	Tyin-Filefjell	22 cm	15	31	173
Oppland	Valdres alpinsenter Aurdal	26 cm	45	117	329
Oppland	Vaset	23 cm	27	70	276
Oppland	Venabygdsfjellet	27 cm	18	38	180
Telemark	Gaustablikk-Rjukan	73 cm	67	114	216
Telemark	Gautefall	32 cm	165	292	568
Telemark	Lifjell	23 cm	124	251	578
Telemark	Rauland-Holtardalen	31 cm	31	94	267
Telemark	Raulandsfjell Alpinsenter	40 cm	89	156	319
Telemark	Vierli skisenter	27 cm	27	58	226
Telemark	Vrådal	81 cm	86	141	253
Buskerud	Dagali fjellpark	22 cm	14	52	308
Buskerud	Norefjell	85 cm	55	91	166
Buskerud	Geilo	25 cm	26	108	379
Buskerud	Gol	38 cm	79	144	291
Buskerud	Golsfjellet Alpinsenter	20 cm	21	46	206
Buskerud	Hallingskarvet	25 cm	26	108	379
Buskerud	Hemsedal	27 cm	42	106	288
Buskerud	Storefjell	17 cm	19	39	133
Buskerud	Kongsberg skisenter	52 cm	106	179	328
Buskerud	Uvdal alpinsenter	35 cm	113	214	445
Buskerud	Ål skisenter	30 cm	77	148	331
Hedmark	Fulufjellet	23 cm	40	102	310
Hedmark	Sjusjøen	20 cm	49	134	399
Hedmark	Trysil	18 cm	46	148	449
Hedmark	Østerdalen skisenter	18 cm	46	148	449

Vestlandet

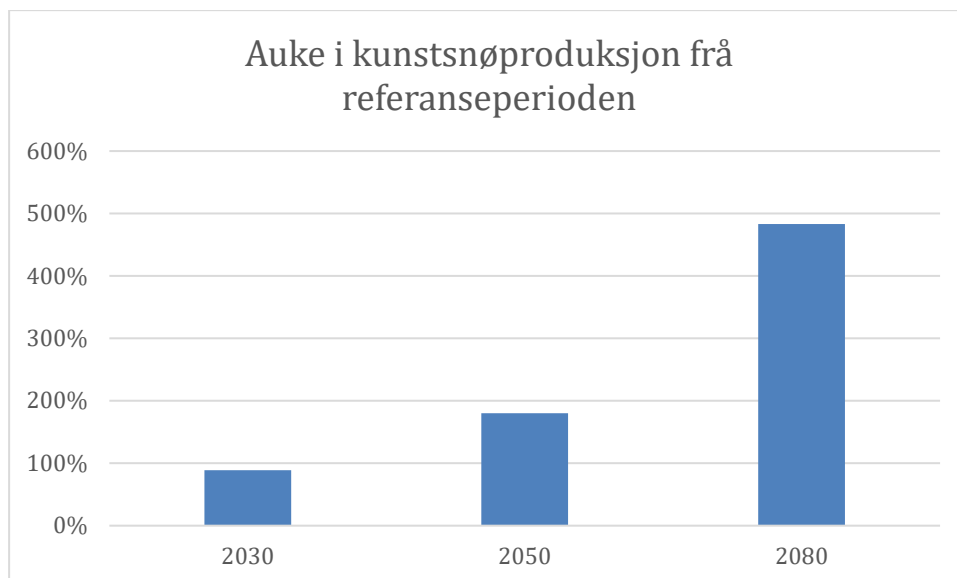
Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	Prosentvis auke 2030	Prosentvis auke 2050	Prosentvis auke 2080
Hordaland	Furedalen Alpin	44 cm	123	201	262
Hordaland	Myrkdalen	25 cm	79	179	280
Hordaland	Voss resort	67 cm	78	123	158
Hordaland	Eikedalen	27 cm	101	223	336
Hordaland	Røldal	2 cm	158	249	441
Møre og Romsdal	Volda skisenter	49 cm	114	174	228
Møre og Romsdal	Ørsta skisenter	49 cm	114	174	228
Møre og Romsdal	Sunnmørsalpene skiarena fjellsenter	80 cm	81	119	154
Møre og Romsdal	Arena Overøye-Stordal	80 cm	81	119	154
Møre og Romsdal	Strandafjellet	49 cm	101	174	227
Sogn og Fjordane	Breimsbygda-Utvikfjellet	14 cm	55	109	185
Sogn og Fjordane	Jølster skisenter	49 cm	123	211	281
Sogn og Fjordane	Stryn skisenter	49 cm	114	174	228
Sogn og Fjordane	Hodlekve-Sogndal	2 cm	98	190	268
Sogn og Fjordane	Sogn Skisenter	4 cm	102	167	296
Sogn og Fjordane	Harpefossen	87 cm	65	101	132
Rogaland	Sauda skisenter	11 cm	233	537	923

Midt- og Nord-Norge

Fylke	Skianlegg	Referanseperiode	Prosentvis auke 2030	Prosentvis auke 2050	Prosentvis auke 2080
Sør-Trøndelag	Ålen skisenter Røros	44 cm	53	153	122
Sør-Trøndelag	Vassfjellet skianlegg	80 cm	64	109	151
Sør-Trøndelag	Oppdal	20 cm	70	149	246
Nord-Trøndelag	Meråker alpinsenter	71 cm	59	96	136
Nord-Trøndelag	Grong	32 cm	98	178	258
Nordland	Vestvatn	32 cm	75	154	267
Nordland	Narviksfjellet	32 cm	75	154	267
Troms	Tromsø	35 cm	110	194	296
Troms	Målselv Fjellandsby	29 cm	37	77	143

Frå oversikten over tal dagar på sesong, er fire anlegg fjerna i dei siste tabellane som syner prosentvis auke i kunstsnøproduksjon. Dei fire er Haukelifjell, Galdhøpiggen, Hovden og Stryn sommarski. Dei fire anlegga hadde anten null eller ein cm i referanseperioda, som gjer det umogleg å rekne på prosentvis auke. Oversikten syner også anlegg som per i dag ikkje har kunstsnøproduksjon.

For anlegga samla, er gjennomsnittleg auke i kunstsnøproduksjon, frå referanseperioden til 2030-perioden, 89%. Auke frå referanseperioden til 2050-perioden er på 180%, medan skianlegga mot slutten av hundreåret i snitt må auke kunstsnøproduksjonen med 483% for å halde på sesongar på over 100 dagar.



Figur 4. Auke i kunstsnøproduksjon frå referanseperioden for å kunne oppretthalde eller oppnå ein sesong på 100 dagar. Samla for alle anlegg. Rcp 8.5.

Den store auken i kunstsnøproduksjon som gjer seg gjeldande frå midten av dette hundreåret for å behalde ein lang skisesesong er ikkje nødvendigvis realistisk å få til, til det er auken for stor mange stader, viss ein tar utgangspunkt i dagens teknologi, tilgang på vatn og kostnader til elektrisitet, i følgje intervjuet vi har gjennomført. Sjølv anlegg som har ein tilsynelatande lang sesong i 2080, som t.d. Oppdal og Sogn skisenter, så kan vi sjå at denne er avhengig av frå mellom ei dobling til tredobling av dagens kunstsnøproduksjon med det "optimistiske" utslippsscenarioet.

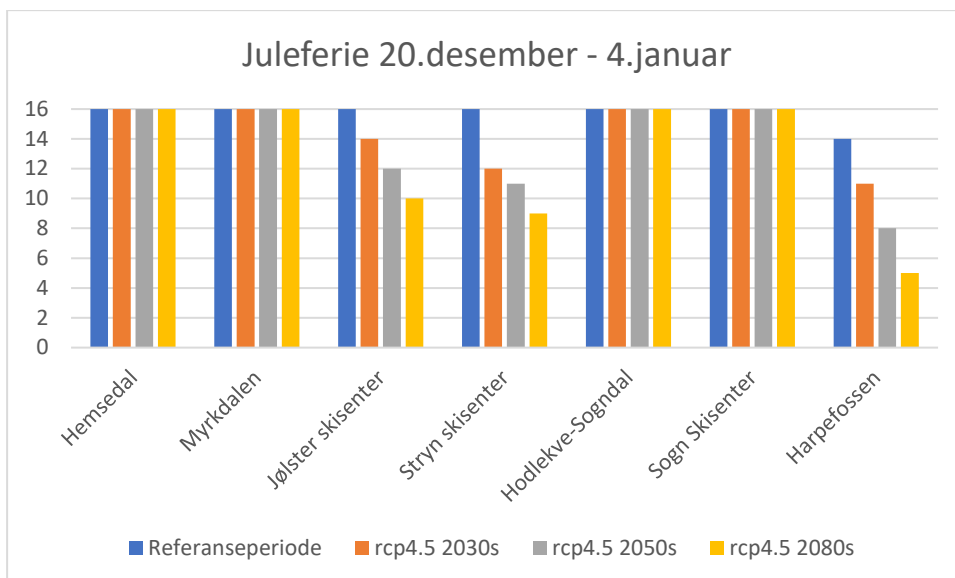
Julesesongen

Juleferien er viktig for skiglade nordmenn, og ikkje minst er snøsikre juleferiar viktige for økonomien til norske skianlegg. Der tala for snøikkerheit etter 100-dagersregelen ikkje fortel noko om *når* desse dagane er, kan tilsvarende framskrivingar for julesesongen sei noko om i kva grad juleferien er dekkja i dagane ein kan forvente snø.

I prosjektet er juleferien definert til å vare i to veker, frå 20. desember til 4. januar. Ifølgje SkiSim hadde 66 av 77 skianlegg forhold for å halde ope i alle 16 dagane av juleferien i referanseperioden. Ser ein på det klimabeskyttande scenarioet, reduserast tal anlegg med snøsikre tilhøve, altså tilhøve for skikøyring alle 16 dagane, i 2030 til 49. Vidare er tala for 2050 42 anlegg, og for 2080 40 anlegg. For det mest pessimistiske scenarioet er tala 46, 39 og 28 anlegg. Dette vil sei at med fortsett høge utslipp vil dei aller færreste anlegga ha stabile vintrar i juleferien mot slutten av hundreåret.

Også når ein ser på julesesongen er det store regionale skilnader. Framskrivingane syner at Vestlandet, med sine mange lågtliggande og kystnære skianlegg, vil få usikre julesesongar i framtida. Mot slutten av hundreåret, viss ein ser på business-as-usual-scenarioet, har berre to av 18 anlegg på Vestlandet framskrivingar som tilseier full julesesong på 16 dagar. I tillegg kjem Hodlekve-Sogndal godt ut, med 16 av 16 dagar også i 2080. Tilsvarende tal og scenario for indre Austland teiknar eit meir optimistisk bilete. Her syner tala at 21 av 35 anlegg kan få snøtilhøve for ein full julesesong. Sørlandet og kystnære strøk på Austlandet har framskrivingar for julesesongen som liknar dei frå Vestlandet. Dei to regionane har høvesvis ein av seks og null av ni anlegg med framskrivingar som tilseier 16 dagars julesesong mot slutten av hundreåret.

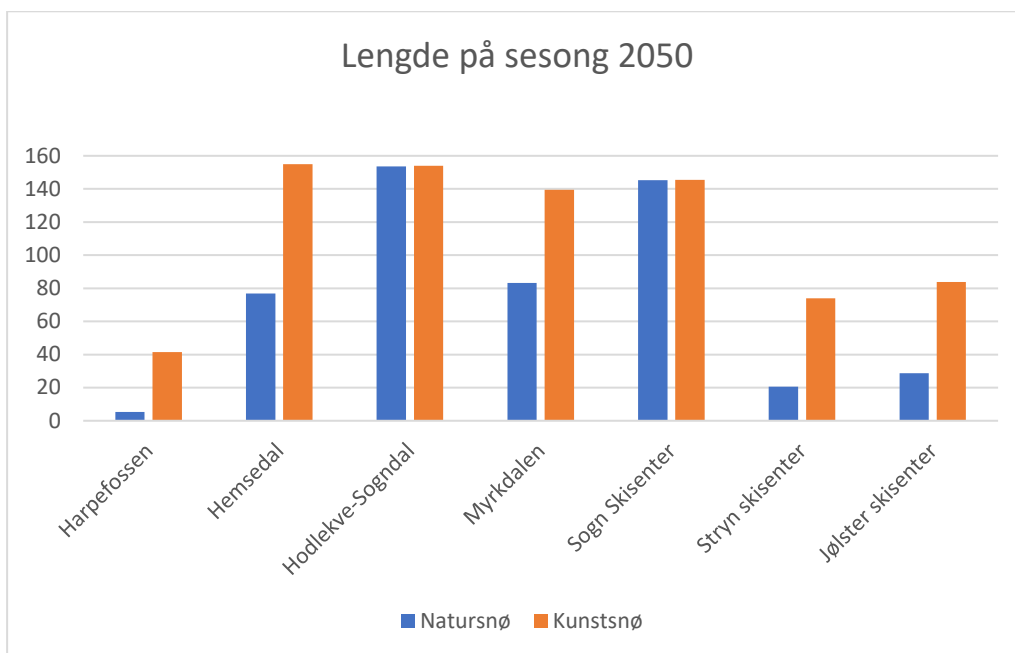
At julesesongen kan vere vanskeleg, vart synleg også under intervjuet vi gjennomførte med skianlegga på Vestlandet. Dette vil bli diskutert seinare.



Figur 5. Julesesong 20.desember til 4.januar for dei utvalde anlegga. Diagrammet syner referanseperioda og dei tre framtidige periodane med det klimabeskyttande scenarioet.

Sesonglengde med natursnø

Natursnø er av avgjerande betydning for dei anlegga vi har intervjuet. Å eine og aleine basera seg på kunstsno ser dei på som lite realistisk. Like fullt vil mange av anlegga vere frie for natursnø store delar av sesongen frå midten av dette hundreåret. Figur 6 syner dei utvalde anlegga, med og utan kunstsno for perioden midt i hundreåret. Det er store skilnader mellom anlegga, men dei fleste vil ha stort behov for å auke kunstsnoproduksjonen. For dei fleste anlegga i landet er det ikkje eit alternativ å ikkje produsere kunstsno. Ikkje nødvendigvis for å «teppelegge» alle traseane, men for å skape ein fysisk sikkerheit i botn. Desse tala syner at det kan bli trong for meir enn ein sikkerheit i botn, og vitnar samstundes om at framtidens vinterlandskap kan sjå ganske annleis ut enn i dag, med kvite alpinbakkar omgitt av eit elles brungrått landskap (sjå Figur 7) .



Figur 6. Lengde på sesong i tal dagar i 2050-perioden med snø ned til botnstasjon for "business as usual" utslippsscenarioet (rcp 8.5), med og utan kunstsno.



Figur 7. Skianlegg med berre kunstsnø: Webkamerabilete frå Monte Rosa massivet i Sveits, januar 2015.

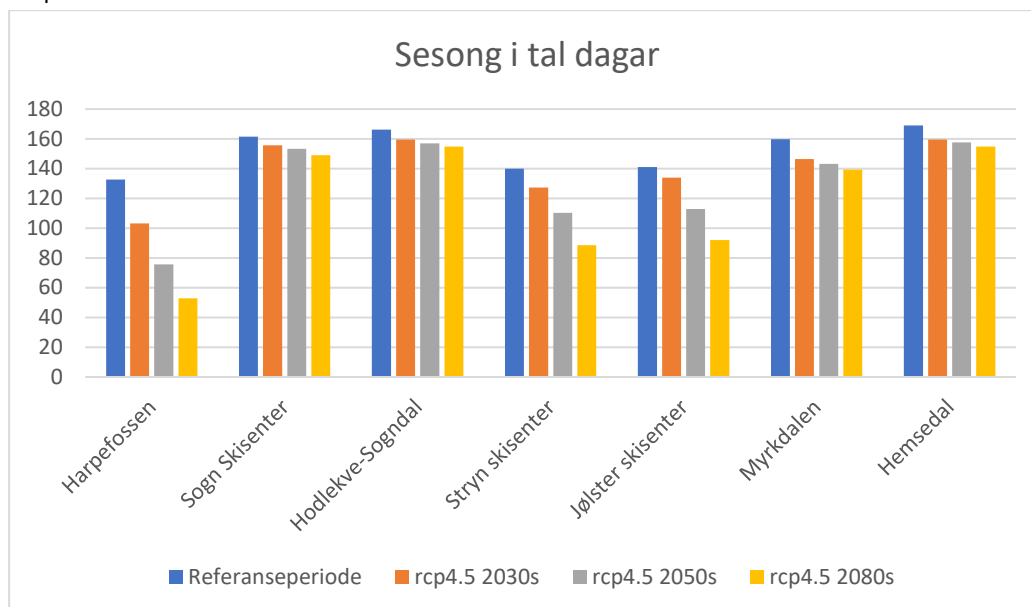
Konsekvensar og tilpassing i skidestinasjonane i og omkring Sogn og Fjordane

I andre del av prosjektet har vi snevra inn fokuset, og sett nærmare på eit utval skianlegg i Sogn og Fjordane og i omkringliggende område. Der framskrivningane er ein fagleg føreseiing om utfall, er anlegga reflekasjonar, tankar og handlingar knytt til klimaendringar faktorar som må reknast inn i vurderinga om kva framtid vinter-Norge går i møte. I samtalane med anlegga har vi også diskutert kva som blir gjort allereie i dag for å auke snøssikkerheita. Tabell 3 syner skianlegga som er blitt intervjuva i prosjektet.

Tabell 3 Nøkkelinformasjon om dei utvalde skianlegga i og omkring Sogn og Fjordane

Skianlegg	Tal heisar	Dekning med kunstsno i %	Vasstilgang til kunstsno i høgda	Høgde, botnstasjon	Høgde, topp	Tal besøkande 2015-2016	Sommaraktivitet
Harpefossen	6	15%		245	777	15 474	Ja
Stryn vinterski	4	15 – 20%		325	1000	Ikkje oppgitt	Nei
Jølster	4	90%	Nei	220	780	Ikkje oppgitt	Nei
Sogn	4	60%	Ja	325	875	7 500	På gang
Hodlekve-Sogndal	4	0%	-	500	950	Ikkje oppgitt	Nei
Myrkdalen	8	18%	Ja	450	1060	187 229	Ja
Hemsedal	20	42%	Ja	640	1450	595 355	Ja

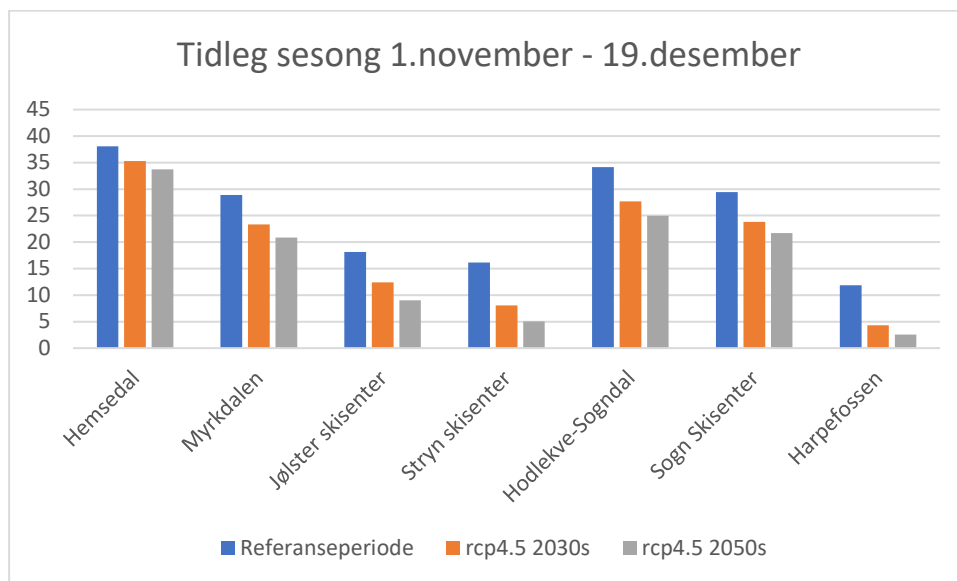
Under presenterer vi nokre meir detaljerte snøframskrivningar for desse skianlegga. Figur 8 syner utvikling i lengde på skisesongen fram mot 2050 om ein inkluderer kunstsno-produksjon. Som ein ser vil skianlegga i Sogn samt dei to store anlegga fint klare å ha ein lang sesong, medan dei lågare liggjande mindre anlegga etterkvart får problem.



Figur 8. Lengde på sesong for dei utvalde anlegga, for referanseperioda og dei tre tidsperiodane fram i tid. Alle med eit klimabeskyttande scenario (rcp 4.5).

For alle anlegga er det viktig å komme så tidleg som mogleg i gong med skisesongen. Figur 9 syner kor mange av dagane mellom 1 november til 19 desember det vil være mogleg å stå på ski fram mot 2050. 19 desember er valt fordi vi reknar juleferiestart kring denne dato, og snøframskrivningar for juleferien er presentert i Figur 5.

Ingen av anlegga evnar i dag å ha ope så tidleg som 1. November kvart år, og som vi ser vil tidleg-sesongen bestå av stadig færre dagar.



Figur 9. Tal dagar med tilhøve til å stå på ski tidleg i sesongen, frå 1.november til 19.desember, for referanseperioden og dei to utsleppscenaria.

Dagens handtering av utfordringar med snøikkerheit

Storleik, og med det i kva grad anlegga har tilsette eller om dei vert drivne på dugnadsbasis, legg også føringar for lengde på sesong. Større anlegg som Myrkdalen og Hemsedal ønsker å komme tidleg i gang med sesongen, og produserer snø så snart dei har ein skikkeleg kuldeperiode, det vere seg i november eller desember. I Hemsedal melder dei at det er svært usannsynleg at dei ikkje får ein kuldeperiode før midten av desember slik at dei ikkje får opna før jul.

For dei mindre anlegga i Sogn og Fjordane baserer avgjersla om opning av sesong seg ikkje berre på vêr- og klimamessige forhold, men også økonomi. Der større anlegg ser større omsetnad i ein tidleg sesongstart, melder fleire av dei mindre anlegga om at det ikkje er ønskeleg å starte så tidleg som mogleg grunna store driftskostnader. Over 120 driftsdagar er til dømes ikkje aktuelt då det ikkje er lønsamt ifølge Stryn Vinterski. I Sogn Skisenter gjev dei uttrykk for det same, at det ikkje er viktig å komme i gang i november grunna store utgifter i diesel og utstyr. Eit usikkert novemberklima vert også trekt fram i intervjuet som årsak til at ein ikkje vil sette i gang snøproduksjon så tidleg i sesongen, grunna stor sjans for at snøen vil smelte igjen. Samstundes betyr ein tidleg sesongstart sal av fleire sesongkort. Det aukar også sjansane for meir besøk gjennom sesongen. Denne balansegangen mellom kva som er for tidleg til å begynne kunstsnøproduksjonen, og kva som er passeleg tidleg, baserer seg openbart på erfaring og kunnskap om vêrforhold og kundeforhold. Tilsvarande refleksjonar kom i samtale om påske med dei mindre anlegga. For tidleg påske er uheldig då kundegrunnlaget blir betrakteleg mindre etter påske. Samstundes førar ein sein påske til meir usikre snøtilhøve.

Felles for anlegga som er blitt intervjuet i prosjektet, er at avgjersla om å avslutte sesongen oftare nettopp er knytt til eit manglande kundegrunnlag etter påske, og ikkje snø- og vêrforhold. Alle anlegga melder om at det etter påske kan vere gode snøforhold og strålande vêr, men at skia er bytta ut med sykklar, fotball og andre aktivitetar. Ved spørsmål om klimaendringar utgjør situasjonen «den eines død, den andres brød» eller om endringane fører til ei felles skjebne for anlegga, vert det uttrykt at anlegga konkurrerer vel så mykje med datamaskiner og andre typar aktivitetar, som mot kvarandre. Dette er relatert til eit anna aspekt ved skikøyring som anlegga trekte frem som viktig, nemleg rekruttering i bakken. Anten det gjeld rekruttering av born til skikøyring i ferier på dei større anlegga som Hemsedal og Myrkdalen, eller rekruttering til alpinsporten i dei mindre anlegga som fyrst og fremst vert besøkt av lokale, er dei samde om at rekruttering av born er kritisk. Dersom eit tilstrekkeleg tal dårlege vintrar gjer at folk ikkje reiser for å stå på ski, eller får trenar alpint gjennom sin lokale klubb, fryktar anlegga at slutten på skikøyring kan komme tidlegare enn kva klimaet vil tilseie.

Løysinga: auke kunstsnøproduksjonen

Produksjon av kunstsnø synest å vere det viktigaste temaet og fokus for noverande og framtidig drift for alle dei utvalde skianlegga. Anlegga er avhengig av å komme i gang tidleg med produksjon av snø, for å få lagt ei såle i botn som forhåpentlegvis sikrar sesongen, òg i periodar med plussgrader. Kor mykje ein produserer er avhengig av kva produksjonsmaskinar anlegga har, og sjølvstøtt vêrforholda.

Per i dag er det ein rekke tiltak som kan og blir iverksett av dei involverte anlegga for å gjere kunstsnøproduksjonen smidigare, og for å auke snøsekerheita ved anlegget. I Harpefossen jobbar dei med automatisering av anlegget då dei har hatt utfordringar med tungt manuelt arbeid som slit ut tilsette. I dag har anlegget òg automatisk kanon, men ønskjer at meir skal automatiserast. Harpefossen har også testa ut kjemikaliet Snomax for fyrste gong i sesongen 2016/2017, og melder om gode erfaringar frå det arbeidet. Mellom anna skal Snomax sørge for at meir vatn blir til kunstsnø, og mindre fordampar i produksjonsprosessen. I tillegg til dette blei det i 2010 bygd ut ny heis i anlegget, med start på 500 meter over havet. Der ein sleit med smelting og usikre forhold ved botnstasjonen på 245 meter, såg ein at ein heis frå 500 meter ville kunne sikre tidlegare sesongstart. Øvst ved denne heisen har dei også snøfangarar slik at dei kan dosere snøen utover i trekktraseet. Det blei i den forbindelse gjort eit poeng av at det billigaste er nettopp å la naturen produsere snøen sjølv, for så å flytte den dit ein treng han mest.

I Sogn skisenter er dei også i gang med å effektivisere eksisterande anlegg ved å gjere meir av anlegget automatisk slik at ein kan komme i gang tidlegare med produksjonen. Dei gjev uttrykk for at skisenteret utan kunstsnø ville vore ein katastrofe både økonomisk og på andre måtar, men dette fordi dei er avhengige av såla i botn. 80% av arealet ligg i dag utanfor rekkevidda til snøkanonane.

I Hodlekve i Sogndal har dei per i dag ikkje kunstsnøanlegg. Det betyr ikkje at kunstsnø ikkje er del av ein langsiktig plan for snøsekerheit i anlegget, men på kortare sikt er det andre tiltak som blir prioritert. Før 2017-sesongen jobbar anlegget med å forbetre bakkane ved å planere terrenget. Dei forklarar at dette aukar moglegheitene for å halde ope trass lite snø. Dei forklarar også at planering av bakkane er naudsynt før dei kan få på plass kunstsnøanlegg ein gong i framtida.

Ei viktig tilbakemelding frå anlegga er relatert til skilnadene mellom føresetnadene for kunstsnøproduksjon som er blitt brukt i SkiSim, og realitetane ute i anlegga. Nokre anlegg kunne vise til betydelege skilnadar i produksjonskapasiteten, samanlikna med tala som blei brukt i SkiSim. Eksempelvis startar produksjonen av kunstsnø i SkiSim ved fem minusgradar, men SkiSim tillét ikkje auke i produksjon dersom det blir enda kaldare. Som tidlegare nemnd, var tilbakemeldinga frå Hemsedal at dei både kan begynne produksjon ved varmare temperaturar enn fem kalde gradar, men også at dei ved ti-tolv minusgradar kan produsere mykje meir enn 10 cm i timen. På den andre sida seier Sogn skisenter at det må vere mellom fem og sju minusgradar før dei meiner det er meining i å produsere snø.

I Jølster har dei allereie høg dekningsgrad i anlegget, heile 90% av bakkane kan dekkast av kunstsnø. Dei har òg veg til mellomstasjon, der heisen startar på om lag 500 meter. Dette mogleggjer at deler av anlegget kan vere ope trass dårlege forhold i botn av bakken, på 220 meter.

Sesongen 2016-2017 var ein ubehageleg påminning om at sjølv med kunstsnø kan vintrane by på store utfordringar for anlegga på Vestlandet. Sjølv om ikkje fjorårets sesong kan tilskrivast klimaendringar åleine, syner framskrivingane at det vil bli fleire sesongar som kan minne om den vi hadde i fjor. Tilhøva fungerte i så måte som eit interessant utgangspunkt for diskusjonar om tilpassing, då anlegga såg behovet for å iverksette fleire og nye tilpassingstiltak i nær framtid.

Refleksjonar frå skianlegga til framskrivingane

Anlegga fekk framskrivingane presentert, og fekk vidare anledning til å kommentere dei. Det beste utgangspunktet anlegga har for å kommentere framskrivingane ligg i referanseperioden. Den baserer seg som tidlegare nemnt på faktiske observerte forhold, og mange av representantane frå anlegga har god kjennskap til korleis dei klimatiske tilhøva har vore i anlegga langt tilbake i tid.

Anlegga meinte i hovudsak at referanseperioda stemte. I nokre tilfelle er det vanskeleg å vite kor lenge ein kunne ha vore ope i sesongane i referanseperioden, ettersom dei mindre anlegga som nemnt ikkje nødvendigvis held ope så lenge som klimatisk mogleg. Det var då naudsynt å gjere eit tankeeksperiment på kor lenge anlegga ville kunne ha vore ope, og ikkje kor lang sesong dei faktisk er vande med å ha. Det var noko trong for korrigeringar for nokre av referanseperiodane. Vi kunne opplyse om kva vêrstasjonar som var brukt, og anlegga hadde med sin lokale kunnskap evne til å kommentere på skilnadene mellom tilhøva ved vêrstasjonen og ved anlegget.

Eksempelvis ligg ein av vêrstasjonane som vert brukt for mellom anna Stryn og Hornindal i eit kuldehøl ifølgje dei som stilte frå Nordfjord. Dei mente det var grunn til å korrigere temperaturen noko, og at referanseperioden difor var noko optimistisk. Tilsvarande for Hemsedal ligg vêrstasjonen som er brukt for nedbør i eit område med mindre nedbør enn ved skianlegget, det viser òg oversikta over årnormalnedbøren i avisa Hallingdølen. Det var difor trong for å korrigere også desse framskrivingane. Kommentaraner frå anlegga blei vidareformidla til Robert Steiger i Innsbruck som produserte ei ny runde med framskrivingar.

Når det gjeld andre reaksjonar på framskrivingane, var ei felles oppfatning blant anlegga at om ein så klarar å produsere den naudsynte mengde snø i framtida, er det eit spørsmål om i kva grad det vil være økonomisk berekraftig. Energитilgangen er ein viktig faktor ein må vurdere ved ein kraftig auke i behov for kunstsno. Ny og hittil ukjend teknologi blei derfor eit mykje diskutert tema. Det er knytt stor forventning til ny teknologi som gjer at ein kan produsere kunstsno ved plussgrader. Ifølgje tala vil dette bli naudsynt dersom skikøyring fortsett skal vere hovudproduktet til anlegga. Oversikta over endring i kunstsnoproduksjon syner at mange anlegg i ei tid framover må auke produksjonen av kunstsno, før den med dagens teknologi, blir redusert grunna for høge temperaturar. Tal dagar med høve for å produsere snø minkar betrakteleg mot slutten av hundreåret, og forutset difor teknologi som kan produsere ved varmare temperaturar, skal ein ha moglegheit til å halde ope lengre enn kva tala frå SkiSim seier.

Ein graf som blei brukt til å illustrere dette, viser under. Grafen syner at sesongen stadig blir kortare i begge ender, altså at det tar lengre tid i framtida før vi får blå gradar mot slutten av året, og at sesongen òg kortast ned på vårparten. Samstundes reduserast sannsynet for tilstrekkelege tilhøve for å kunne stå på ski i løpet av sesongen. Med andre ord kortast sesongen ned, og den sesongen vi får, blir stadig meir usikker.

Ei anna utfordring som vart diskutert, mellom anna med representanten frå Hemsedal, er at dei produserer snø når anlegget ikkje er i ope, og dersom ein skal produsere den naudsynte mengda snø for 2050 og 2080, må dei produsere så og sei kvar einaste gong anlegget er stengt for køyring, så sant vêrforholda tillèt det. Trass at dei i dag har moglegheit til å auke produksjonen, vil det vere eit spørsmål om ein i framtida har tid til å produsere den naudsynte mengde. Dersom dette inneber at ein må stenge anlegget for å produsere, vil det føre til auka utgifter og reduserte inntekter.

Kva er tilpassingskapasiteten til skianlegga?

Utfordringa med samfunnsfagleg forskning på konsekvensar av framtidige klimaendringar for samfunnet er at vi ikkje veit kva slags samfunn vi har når vi talar om 2030, 2050 eller 2080. Så medan framskrivingane av framtidige snøtilhøve gjev oss ein peikepinn på framtidige utfordringar ut frå den isolerte effekten av klimaendringar, er det om mogleg meir usikkert korleis samspeleffekten kan bli av andre utviklingstrekk i samfunnet, og i siste instans kva slags kapasitet og moglegheit framtidas skidestinasjonar har til å tilpasse seg. Men ein kan seie noko om kva evne aktørar og organisasjonar har til å tilpasse seg i dag til den isolerte utfordringa som endringar av snøforhold kan utgjere, og korleis dei historisk har evna og tilpasse seg denne typen endringar. Dette gjev oss i det minste ein peikepinn på korleis ein vil vere i stand til å takle framtidige klimaendringar. Å analysere tilpassingskapasitet har difor vorte eit monaleg stort forskingsfelt i klimaforskinga, og det har vore omtala i alle dei tre hovudrapportane frå det internasjonale klimapanelet IPCC sidan 2001 (IPCC 2001, 2007, 2014).

Tilpassingskapasitet er her definert som eit individ, eit system eller eit lokalsamfunn si evne til å handtera eller tilpasse seg til endra forhold (Smit og Wandel 2006). Definisjonen er i mange høve brukt om næringsaktørar (sjå t.d. Keskitalo et al. 2010). Tilpassingskapasitet er ein særleg viktig eigenskap i system prega av usikkerheit og endringar. Tilpassingskapasitet vert ofte målt eller analysert ved hjelp av såkalla determinantar, som kan vere både kvalitative og kvantitative indikatorar for ulike ressursar systemet kan trekke på for å tilpasse seg. I litteraturen om tilpassingskapasitet er følgjande determinantar eller kjelder til tilpassingskapasitet ofte brukt: sosial kapital, human kapital, økonomi, infrastruktur, teknologi og likskap (Keskitalo et al. 2010; Kofinas et al. 2013; Dannevig et al. 2015). Andre har òg vektlagt evna til innovasjon og nyskaping (Westley et al. 2013). For føremålet i dette prosjektet, har vi valt å fokusere på dei følgjande kjeldene til tilpassingskapasitet:

- *Samarbeid og nettverk (Sosial kapital)*

Har skianlegget samarbeid med partnarar som kan bidra til å auke omsetninga eller innovasjon og nyskaping? Inngår dei i nettverk som bidreg til det same? Kva slags nettverk og kompetanse får skianlegget hjå eigarane?

- *Finansielle ressursar*

Kva økonomisk resultat og omsetning har verksemdene knytt til skianlegget? Kva type eigarar har dei? Dette er t.d. avgjerande for moglegheita til å kunne investera i auke i kunstsnoøproduksjon og nye heisar høgare i terrenget.

- *Demonstrert evne til innovasjon*

Har det på skianlegget, eller destinasjonen, utvikla nye produkt, nye marknader eller nye teknologiar? Dersom snoøforholda vert dårlegare, kan destinasjonen likefullt bli verande populær om det finst andre trekkeplassar, eller om ein kan nå nye marknader.

- *Menneskelege ressursar (Human kapital)*

Er det eldsjeler som står på for skianlegget? Har dei faste tilsette, eller er dei avhengige av dugnadsinnsats på alle område?

- *Marknad*

Kva slags marknad har skianlegget og destinasjonen? Lokalt, regionalt, nasjonalt eller internasjonalt? Kva er situasjonen i desse marknadane? Det er fleire koplingar mellom marknad og klimaendringar. Dersom skianlegget kan trekke til seg gjestar frå stader kor snoøtilhøva blir dårlegare, kan klimaendringane paradoksalt nok også betre situasjonen for nokre skianlegg.

- *Fysisk plassering (naturkapital)*

Kor høgt ligg skianlegget? Er det høve for å bygge heisar i høgda? Er det tilgjengeleg vatn for utviding av kapasitet for kunstsnoøproduksjon?

- *Infrastruktur og teknologi*

Har skianlegget heisar som går høgt til fjells? Er det gode veger og parkering ved mellomstasjon? Kor stor dekning har dei av kunstsnoøanlegg?

Som den merksame lesar antakeleg allereie har reflektert over, er det svært stor skilnad på eit skisenter som Hemsedal på den eine sida og t.d. Jølster på den andre. Ein kan likefullt få fram nye innsikter ved å samanlikne dei to store skianlegga med dei fire små, sjølv om det er svært stor forskjell i størrelse, type marknader og lønsemd. Kategoriane for kjelder til tilpassingskapasitet nemnt over kan nyttast på alle, men nokre av dei har ein anna tyding for dei store enn dei små, t.d. er samarbeidsrelasjonane mellom dei store anlegga og andre aktørar heilt annleis enn for dei små skianlegga. Medan dei to store anlegga vert drivne på reint kommersielle vilkår, blir dei mindre anlegga drivne med ein stor del dugnadsinnsats frå lag og foreiningar. Oftast er òg kommunen inne på eigarsida. Samstundes finst det for fleire av dei mindre anlegga planar og prosessar for vekst og utvikling retta mot å bli større integrerte destinasjonar med ulike aktivitetar og overnatting. Til dømes har eigarane bak Myrkdalen gått inn i Sogndal skisenter for å utvikle dette etter same oppskrift som vart brukt for å utvikle

Myrkdalen: utviding av skianlegg finansiert ved sal av hyttetomtar. Sal av hyttetomter skjer for òg i tilknytning til alle dei andre mindre skianlegga, men med eit langt mindre omfang. Desse andre mindre anlegga vert difor avhengige av dugnadsinnsats, sponsorar og velvillige eigarar for å få realisert investeringar som nye heisar, kunstsnøanlegg og nye trasear. Vi presenterer her kva vi fann då vi undersøkte kjeldene til tilpassingskapasitet hjå dei utvalde skianlegga. Nøkkeltal frå skianlegga, bla høgde over havet, grad dekning med kunstsnøproduksjon og tal besøkande er gitt i Tabell 3 medan Tabell 4 tek føre seg dei andre kjeldene til tilpassingskapasitet.

Tabell 4 Kjelder til tilpassingskapasitet

Skianlegg	Samarbeid og nettverk	Finansiell situasjon	Døme på innovasjon	Marknadssituasjon
Hemsedal	- Colour Line. - Britisk turoperatør.	Eigd av Skistar. 60% av omsetnad frå heiskort. 90% av omsetnad frå vintersesong. Årsresultat 2016: 1 000 000 000.	- Snøgaranti: refusjon eller ombooking.	- Barnefamiliar - Utanlandske turistar 60% av overnattingar.
Myrkdalen	- Opplevingsbaserte bedrifter i området. - Aurland ressurs- Utvikling.	Stor vekst i omsetnad. Årsresultat 2016: 8 300 000.	- Nytt hotell.	- Familiar frå Norden på ferie. - Hyttefolk. - Dagsbesøk frå regionen.

Stryn vinterski	- Felles heiskort med andre skianlegg i Nordfjord og Sunnmøre. - Visit Nordfjord.	Største aksjonær: Stryn Turn og Idrettslag. Årsresultat 2016: -303 000.		- Lokale og regionale gjestar.
Harpefossen	- Alpepass. - Lokale overnattingsstader. - Aktivitetsbedrifter i Nordfjord. - Visit Nordfjord.	Inntekter frå tomtosal i hyttegrend. Årsresultat 2016: -567 000.	- Snomax i kunstsnøproduksjon	- Lokale og regionale gjestar.
Jølster	- Jølster 365.	Jul, vinter- og påskeferie utgjer 60% av omsetnad. Inntekter frå hyttesal. - Årsresultat 2016: -285 000.		- Lokale gjestar.
Hodlekve-Sogndal	- Hotell i Sogndal. - SGNskis på marknadsføring. - Visit Sognefjord. - Sognefjorden utvikling.	Inntekter frå hytte- og tomtosal. Årsresultat 2016: -2 090 000.	- Etablere omdøme som beste laussnødestinasjon.	- Lokale og regionale gjestar. - Auke i gjestar frå Oslo og Bergen. Om lag ein firedel gjestar utanfrå regionen.
Sogn	- Hotell i Sogndal. - Visit Sognefjord.	Luster Kommune største aksjonær. Årsresultat 2016: -295 000.	- Ny skiheis som åpnar for mykje offpist areal.	- Lokale og regionale gjestar. - Auke i gjestar frå Oslo og Bergen.

Samarbeid og nettverk

Når det gjeld samarbeid og nettverk som kjelde til tilpassingskapasitet er det òg stor forskjell mellom dei store og dei små anlegga. Kort fortalt betyr dette meir for dei små enn dei store, då dei store er så veldig mykje større enn nokon av andre lokale samarbeidspartnarar innan reiseliv. Situasjonen er ofte motsett for dei mindre anlegga. Dei store anlegga har avtaler med fleire store internasjonale reisebyrå som sendar charterturar fleire veker i løpet av sesongen. Omfanget av dette har ikkje vore spesielt stort dei seinare åra. For både dei to store var det avgjerande å kunne tilby nok sengeplassar i nærleiken til skianlegget, og i både tilfella bygde skianlegga sjølv hotell- og leileghetsbygg for å utvide denne kapasiteten, slik at ein kunne selje fleire heiskort. Hemsedal er eigd av konsernet SkiStar som driv fleire større skianlegg i Sverige og Norge, samt eit i Austerrike. Slik sett skjer mykje av samarbeidet og nettverksarbeidet gjennom konsernet. Også Myrkdalen har eigarar som er inne i andre skianlegg. Myrkdalen har på si side begynt å utvikle eit strategisk samarbeid med Aurland ressursutvikling, som er det lokale destinasjonsselskapet for Flåm, som er ein av dei største turistdestinasjonane i Norge. Samarbeid med andre aktørar vert viktig for å utvikle destinasjonsattraktivitet, spesielt for dei mindre anlegga. T. d ønskjer Sogndal Hodlekve å få bygge eit besøkssenter i skianlegget, og dei er heilt avhengige av å mobilisere investeringsvilje hjå andre partnerar for å lukkast med dette. Dei seinaste erfaringane frå dei store anlegga er at dei er ein moglegjerar for andre mindre aktivitetsbedrifter, det vil seie at dei mange små er meir avhengig av den store en den store er av dei mange små.

Dei mindre anlegga har i ulik grad inngått i ulike formelle samarbeidskonstellasjonar med andre skianlegg, til dømes om felles skipass, og overnattings- og transportverksemder. Det første gjeld både anlegga i Stryn og i Sogn, medan det siste særleg gjeld anlegga i Sogn. Alle anlegga er med i sine respektive regionale destinasjonsselskap. Dei fleste anlegga, både store og små, har samarbeid med aktivitetsbedrifter som tilbyr arrangement som nyttar heisane, samt andre snøbaserte aktiviteter i området. Dette gjeld i mindre grad Jølster skisenter og Harpefossen.



Figur 10. Satsing på bornefamiliar er viktig for dei fleste skianlegg. Foto: Sogndal Skisenter Hodlekve.

Finansielle ressursar

Det kan sjå ut som det ikkje er gullkanta forretningsverksemd å drive skianlegg når ein ser på rekneskapstala for skianlegga i Sogn og Fjordane. Alle desse hadde raude tall på botnlinja i 2016. For dei to store anlegga er situasjonen ein anna: Hemsedal hadde til dømes eit overskot på rundt 100 000 000 i 2016. Årsresultatet for Myrkdalen-konsernet var på 8 300 000 same år. Gode økonomiske resultat gjev sjølvstøtt større handlingsrom til å ruste seg for meir krevjande snøtilhøve, anten det er snakk om å auke kapasiteten til kunstsnøproduksjon, bygge nye heisar eller utvikle andre tilbod for å auke attraktiviteten. Eigarstruktur og eigarane sin finansielle situasjon spelar sjølvstøtt ei rolle. Dei store anlegga har profesjonelle investorar og skianleggutviklarar på

eigarsida, medan dei små oftast er eigd av kommunen, idrettslag og eldsjeler i kommunen. Unntaket er Sogndal Skisenter Hodlekve som gjennom selskapet Sognefjorden Utvikling har fått Myrkdal-investorane inn på eigarsida. Når kommunen er ein dominerande eigar spelar kommuneøkonomien inn på handlingsrommet for investeringar. Sogn og Jølster Skisenter har nytt godt av ein investeringsviljug eigarkommune, medan dei andre skianlegga i mindre grad har fått kommunane til å vere med på større investeringar i nyare tid.

Innovasjon

Dei store anlegga har aktivitet om sommaren, spesielt sykling, og dette er det òg planar om hjå skianlegga i Sogn. Men det er frå sal av heiskort for skikøyring skianlegga har nesten all inntekta si, og ikkje noko anna produkt er så langt i nærleiken av å kunne betale for investeringar i heisanlegg og kunstsnø. Store skianlegg som Hafjell, Oslo vinterpark Tryvann og Trysil har satsa stort på terrengsykling om sumaren. Dette er òg eit tilbod i Hemsedal, men det synast lite att på botnlinja. Innovasjon må liggje difor i nye måtar å selje produktet på og å utvikle nye marknader. Dei fleste anlegga har barnefamiliar som den viktigaste målgruppa, og satsar på å ha eit godt tilbod til desse. Dette inneber meir enn berre barneskitrekk, ein må og ha eit tilbod om fleire aktivitetar til dei minste, til dømes aktivitetar for barn utanom skitrekket. Dette er særleg relevant for anlegga som tilbyr overnatting. Eit døme som vart nemnt var skianlegg i Sälen i Sverige som òg har bygt eit stort badeland, som var svært populært blant barnefamiliane. Hemsedal har innført snøgaranti, med pengane tilbake om du har kjøpt heiskort på førehand og det ikkje er gode snøtilhøve. Skianlegga i Sogn har lykkast å trekke til seg mange tilreisande utanfor regionen, grunna den merkemda Sogn har fått som ein plass for fin snø. Dermed kjem det også mange hit for å både å nytte skianlegget og å gå topturar. Bak denne "imagen" ligg det målretta arbeid frå aktørar i Sogndal. I Myrkdalen har dei vorte vitja av turoperatørar frå Alpene på jakt etter meir snøsikre destinasjonar. Dette vitnar òg om ein moglegheit for snøsikre norske skianlegg – å tiltrekke seg skituristar som "flyktar" frå snøfattige skianlegg i Alpene.

Marknad

Også når det gjeld marknad, er det store skilnader mellom anlegga. Hemsedal er heilt avhengige av gjester som overnattar i bygda, medan Myrkdalen får mange på dagsbesøk frå Bergen og omland. Hemsedal har ein stor del utlendingar (60% av dei som kjøpar overnatting hjå SkiStar), spesielt danskar, medan denne gruppa er mindre i Myrkdalen. I Myrkdalen har dei og vorte vitja av mellom-europeiske reiseselskap på jakt etter nye og meir snøsikre destinasjonar, grunna problem med snøikkerheiten i Alpene. Blant dei mindre anlegga utmerkar anlegga i Sogn seg ved at også dei opplever ei aukande tilstrøyming av gjester som ikkje er lokale. Likevel, dei mindre anlegga betener i all hovudsak ein lokal marknad, kor dei som trenar alpint er ei viktig målgruppe. Anlegga i Sogn og Fjordane gjev i intervju uttrykk for at desse gjestene er svært viktige, og at dei er avhengige av å rekruttere vidare til alpinsporten, skal dei overleve framtida. Stryn satsar også mot eit nasjonalt marknad, noko som har blitt meir aktuelt med den heilårsope gondolen i Loen.

Menneskelege ressursar

Alle skianlegga eksisterer fordi det ein gong, og for nokre framleis, var og er eldsjeler som har stått på for skianlegget. Dei mindre anlegga er stadig vekk i ulik grad avhengige av eldsjeler og dugnadsinnsats, medan dei store anlegga har mange tilsette som jobbar med å utvikle og drifte anlegget. Også kompetansen til eigarane spelar ei rolle – Både Myrkdalen og Hemsedal er heilt eller delvis eigd av profesjonelle utviklarar av skidestinasjonar, som nødvendigvis sit på mykje kunnskap om dette. Sogndal skisenter har òg fått slike investorar på bana i utviklinga. Å nytta dugnadsinnsats bidreg til å byggja eigarskapsfølelse for skianlegget i lokalmiljøet, men det er og ein sårbarheit om dette er naudsynt for å klare den daglege drifta. Ein er og avhengig av enkeltpersonar for å få fram idear som resulterer i innovasjonar og nyskaping, og som evnar å realisere desse.

Lokalisering og infrastruktur (sjå Tabell 3)

Dei to store anlegga har god dekning med heisar i område som vil vere snøsikre i lang tid framover, sjølv om det kan bli meir usikre natursnøtilhøve frå mellomstasjon (kritisk høgde) og ned. I Myrkdalen er det planar om å bygge fleire heisar i høgda. På Vestlandet er det ikkje berre berre å bygge seg oppover i høgda, då det her kan bli dårleg sikt og mykje vind over tregrensa i dårleg ver, som det jo er ganske ofte. Både skianlegga i Sogn, samt Stryn, har nyss bygd nye heisar i høgda kring tregrensa. For dei andre små skianlegga er høve til å kunne gjere det same varierende. I Jølster utrykte dei at dette var ein svakheit ved plasseringa til anlegget at det ikkje var gode moglegheiter for ekspansjon i høgda. Naturtilhøva er også viktige for moglegheita for å kunne bygge ut kunstsnø. Har ein vasskjelder i høgda sparar ein mykje straum som ein elles måtte brukt på å pumpe opp vatn til

snøkanonane. I Hemsedal har dei eit stort magasin på 1000 meters høgd som fint toler at snøproduksjonskapasiteten aukar frå dagens dekningsgrad på 42%. Alle anlegga utanom Jølster, som allereie har 90% dekning, ønsket å utvide snøproduksjonskapasiteten, men dette var eit økonomisk spørsmål, og ikkje knytt til fysiske tilhøve. Sogndal Skisenter Hodlekve er det einaste av dei utvalde anlegga som ikkje har kunstsno-produksjon.

Kva er tilpassingskapasiteten og kva alternativ har skianlegga?

Summen av ressursar eit skisenter kan hente frå ulike kjelder for tilpassingskapasitet vil avgjere eit skianlegg sin samla tilpassingskapasitet. I dette prosjektet hadde vi ikkje nok ressursar til å gjere ei kvantitativ analyse av dette, og vi vil difor ikkje presentere nokon rangering av dei ulike skianlegga. Det er ikkje til å kome vekk i frå at snø er den viktigaste ressursen til eit skianlegg. Deretter er moglegheit for å auke kunstsno-produksjon, som igjen er først eit spørsmål om tilgang til nok vatn – i neste omgang eit økonomisk spørsmål og som igjen avheng av den økonomiske stoda til skianlegget og eigarane. Våre analyser tyder på at Stryn vinterski, Jølster og Harpefossen vil få problem med å halde oppe ein full sesong mot slutten av hundreåret, og dei har allereie i dag problem med å halde ope utan kunstsno. Deira økonomiske resultat siste året er heller ikkje gode, men investeringar i auka kunstsno-produksjon vil uansett avhenge av at eigarane er villige til å skyte inn midlar. Kostnadane ved auka i kunstsno-produksjon vil vere ulik for dei ulike skianlegga. Der det er nok vatn høgt i anlegget vil dei få mindre utgifter til straum enn der kor ein må pumpe vatnet opp nedanifrå. Samstundes skjer det ei rivande teknologisk utvikling innanfor kunstsno-produksjon og allereie i dag finst teknologi til å produsera kunstsno ved varmegradar. Det er berre eit spørsmål om å ha tilgang på vatn og elektrisitet, og økonomisk bereevne til å betale for dette.

Det er mogleg for ein destinasjon å kompensera for dårlege natursno-høve ved andre attraksjonar, t.d. seier dei fleste av våre skianlegg at barnefamiljar er den viktigaste målgruppa. Då kan fasilitetar som gjer staden attraktiv for born og unge vege opp for manglande snø utanfor dei kunstsno-belagte traseane. Å gjere seg attraktiv for toppturgåarar kan og væra ein strategi, desse nyttar gjerne skianlegget for å komme seg til fjells, og om dei har med seg venner og familie bidreg det til auka sal av heiskort.

Dei store anlegga har òg høve til å satse på ein auke i utanlandske gjestar som "flyktar" frå dårlege snøforhold i Alpane.

Alle anlegga gjer seg tankar om kva som er mest realistisk og mest kritisk for dei i næraste framtid. I korte trekk kan desse tiltaka oppsummerast slik:

- Auke kunstsno-produksjon ved automatisering, auke dekningsgrad, gå til anskaffelse av fleire kanonar, og ved å benytte nyare teknologi med større effektivitet.
- Andre tiltak relatert til snø: snøfangarar, flytting av anlegg/heis til høgare i terrenget, planering av bakker.
- Tenke alternativt om drift allereie for nær framtid, kva andre aktivitetar ein kan tene penger på. Eksempelvis vår-, sommar- og haustaktiviteter.
- Etablere nye samarbeid for å redusere sårbarheit og trekke på meir ressursar, anten med andre anlegg eller med andre aktivitetsbedrifter.

Tiltaka kan vidare grupperast etter om dei inneber ny eller auka bruk av teknologi, om dei inneber at ein flytter aktivitetar i tid, altså utvikle aktivitetar utanom vinteren, og mjukare tiltak som samarbeid og deltaking i nettverk.

Auka i kunstsno-produksjonen som det er trong for, vil krevja store mengder energi i form av elektrisitet. Å pumpe vatn opp i magasin og pumpe vatn gjennom snøkanonar krev mykje straum. Også om turistane må reise lengre for å finne snø, aukar energiforbruket. Så om folk skal fortsette å stå på ski i skianlegg i framtida vil dette medføre ein store auke i energibruk. Auka energibruk vil direkte eller indirekte også føre med seg auke i utslepp av klimagassar inntil verda har kome dit at all energibruk er basert på fornybare energikjelder.

Konklusjon

Då Vestlandsforskning intervjuar norske skianlegg i 2005 om klimatilpassing, var dei kommersielle anlegga – representert ved foreninga Alpinanleggenes Landsforening - ikkje bekymra for klimaendringar (Aall and Hoyer 2005). Rett nok hadde mange av alpinanlegga alt då installert system for kunstsnøproduksjon, men dette var ikkje gjort ut frå omsyn til klimaendringar; det var gjort ut frå ein rein kommersiell interesse om å utvide og sikre sesongen ut frå dagens klima. Derimot var representantar for dei ikkje- eller lågkommersielle anlegga – representert ved Norges skiforbund og deira langrennsanlegg – alt då bekymra. Dei grunngav installering av anlegg for kunstsnøproduksjon ut frå omsynet til klimaendringar og ønske om å sikre at born skulle lære seg å gå på ski også i framtida. Når vi no har gjennomført prosjektet som denne rapporten handlar om har klimaendringar kome mykje høgare på dagsorden i samfunnsdebatten. Mange skianlegg oppgir også at dei sjølv meiner å sjå effektar av klimaendringar, og ingen avviste at dette var ei utfordring.

Dei fleste skianlegga i Norge vil oppleve stadig fleire snøfattige vintrar i åra som kjem. Særleg dei lågare liggande (under 400 moh) i kystnære strøk vil bli hardt råka. Mange av desse har allereie i dag problem med snøikkerheit. Det er framleis skianlegg på Vestlandet og Sørlandet som klarar seg godt, men det er dei som ligg høgt til fjells og får mykje snø, slike som Sogndal Hodleve, Myrkdalen, Sirdal og Røldal. Skianlegga i Innlandet og dei som ligg høgt nok fjells på Vestlandet, Sørlandet og Trøndelag vil i dei fleste høve ha gode moglegheiter til å produsera kunstsnø til å ha ein lang nok sesong. Samstundes understrekar dei skianlegga vi har intervjuar betydninga av natursnø. Dersom den forsvinn frå der folk bur er dei redd at folk vil gløyme at det er mogleg å stå på ski. Mange reiser òg på skiferie for å oppleve vinter, ikkje berre for å stå på ski. Kor interessant vil det vere å reise til ein 'brun' skidestinasjon, der den einaste snøen du finn er kunstsnøen i skibakken? Dette reiser spørsmålet om å utvikle tilleggsattraksjonar på destinasjonane, noko dei større skidestinasjonane er opptekne av. Skianlegga har ulik kapasitet til å tilpasse seg ein situasjon med mindre snø. Kapasiteten avheng av i kva grad naturtilhøva ligg til rette for å kunne auke kunstsnøproduksjonen og den økonomiske evna til å bere omkostningane ved ein auke i produksjonen. For å oppretthalde destinasjonsattraktivitet når natursnøtilhøva blir dårlegare, må skianlegg òg vere kreative for å utvikle tilbud til bestemte målgrupper, t.d. barnefamiliar eller utanlandske grupper.



Figur 11. Å gå topptur kan være en tilpasningsstrategi for skituristene om det er dårlige snøforhold i alpinanleggene. Her fra Saueggi mellom Fjærlandsfjorden og Vetlefjorden. Foto: Halvor Dannevig

Kjelder

- Agrawala S (2007) Climate change in the European Alps : adapting winter tourism and natural hazards management. Organisation for Economic Co-operation and Development
- Dannevig H, Bay-Larsen I, van Oort B, Keskitalo ECH (2015) Adaptive capacity to changes in terrestrial ecosystem services amongst primary small-scale resource users in northern Norway and Sweden. *Polar Geography* 38:271–288. doi: 10.1080/1088937X.2015.1114533
- Demiroglu OC, Dannevig H, Aall C (under trykking) Climate change acknowledgement and responses of summer (glacier) ski visitors in Norway. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* 24.
- Hanssen-Bauer I, Førland E., Haddeland I, et al (2015) Klima i Norge 2100. Miljødirektoratet, Oslo
- Keskitalo ECH, Dannevig H, Hovelsrud GK, et al (2010) Adaptive capacity determinants in developed states: examples from the Nordic countries and Russia. *Regional Environmental Change* 11:579–592. doi: 10.1007/s10113-010-0182-9
- Kofinas GP, Clark D, Hovelsrud GK (2013) Adaptive and transformative capacity. In: Arctic resilience interim report 2013. Arctic Council, Stockholm, pp 75–94
- Rutty M, Scott D, Johnson P, et al (2015) Behavioural adaptation of skiers to climatic variability and change in Ontario, Canada. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 11:13–21. doi: 10.1016/j.jort.2015.07.002
- Solheim HC (2016) Hva vil det bety å miste vinter med snø i store deler av Norge ? Oslo
- Steiger R (2011) The impact of snow scarcity on ski tourism: an analysis of the record warm season 2006/2007 in Tyrol (Austria). *Tourism Review* 66:4–13. doi: 10.1108/16605371111175285
- Steiger R, Abegg B (2013) The sensitivity of Austrian ski areas to climate change. *Tourism Planning & Development* 10:480–493. doi: 10.1080/21568316.2013.804431
- Westley FR, Tjornbo O, Schultz L, et al (2013) A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. *Ecology & Society* 18:27. doi: 10.5751/ES-05072-180327
- Aall C, Hoyer KG (2005) Tourism and climate change adaptation: The Norwegian case. *Tourism, recreation and climate change* 209–223.