



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

VOL.: 2, NR.: 94, 2016

Tilpassing til eit endra klima

Aktuelle tiltak i landbruket på Vestlandet



SAMSON L. ØPSTAD¹, ODD-JARLE ØVREÅS¹, MERETE MYROMSLIEN¹, STEIN HARALD
HJELTNES², SVEIN ARNE VÅGANE³, LIV ØSTREM¹

[¹NIBIO Fureneset, ²Njøs Næringsutvikling, ³Norges vassdrags- og energidirektorat, regionkontor Førde]

TITTEL/TITLE

TILPASSING TIL EIT ENDRA KLIMA. AKTUELLE TILTAK I LANDBRUKET PÅ VESTLANDET

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

SAMSON L. ØPSTAD, ODD-JARLE ØVREÅS, MERETE MYROMSLIEN, STEIN ARNE HJELTNES, SVEIN ARNE VÅGANE, LIV ØSTREM

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
17.08.2016	2(94) 2016	Open		2013/508
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	TAL SIDER/ NO. OF PAGES:	TAL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
ISBN 978-82-17-01679-3		ISSN 2464-1162	89	0

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Fylkesmannen i Hordaland,
Landbruksavdelinga

Fylkesagronom i jord- og hagebruk
Øyvind Vatshelle

STIKKORD/KEYWORDS:

Klimatilpassing, vekstsesong, drenering, næringsstoffutnytting, overvintring, grovfôr dyrking, frukt- og bær dyrking, skogbruk

Climate adaptation, growing season, drainage, nutrient efficiency, overwintering, grassland forage production, fruit- and berry production, forestry

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr og husdyr

Grassland and livestock

SAMANDRAG:

I denne rapporten er det gjeve ei vurdering av kva framskriving av klimaendringane med auka nedbør og temperatur kan få å seia for landbruket på Vestlandet. Det er lagt hovudvekt på å omtala situasjonen for grovfôr dyrking då det saman med grovfôrbasert husdyrhald er tyngdepunktet i vestnorsk landbruk.

Betring av dreneringstilstand er viktig då meir nedbør og moderne jordbruksdrift set større krav til dreneringstilstanden. Dreneringstilstand verkar sterkt inn på arealproduktiviteten. Vedlikehald av jordkapitalen har vore for lite vektlagt over tid, og det er eit etterslep som må takast att.

Overvintring av engvokstrar er vist til både som viktig utfordring i dag sett i samanheng med klima og driftsmåte, og at det er ei utfordring å skaffa klimatilpassa plantemateriale framover.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Gjødslingspraksis må både ut frå agronomiske- og miljømessige grunnar leggjast opp slik at ein unngår spreiding av husdyrgjødsel seint i veksetida, for å auka N- og P-utnyttinga og redusera tap til vatn og luft. Dette vil innebera at ein del må utvida lagerkapasiteten for husdyrgjødsel.

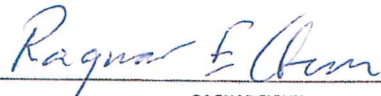
Frukt og bærproduksjon er svært klimaavhengig. Auka frekvens av vind vert vurdert som utfordrande, ikkje minst økonomisk. Meir nedbør er utfordrande m.o.t. meir sjukdom og bakteriosar.

Sterk vind, kombinert med vassmetta jord, fører til meir vindfall i skog. Dette er økonomisk, fagleg og i ressursamheng utfordrande for ei ung næring.

Auka nedbørsmengde og nedbørintensitet er tilhøve som gjer at fare for flaum og skred må vurderast grundigare i ulike samanhengar, noko som vedkjem landbruket m.o.t. dimensjonering av drenering, avlaup, stikkrenner og sikring mot graving og erosjon. Verksemd som skogsvegbygging må ta meir omsyn til auka vassføring, og med fare for erosjon, flaum og skred. Det å dimensjonera for auka vassføring og førebyggja mot flaum og skred, gjeld og for andre samfunnssektorar.

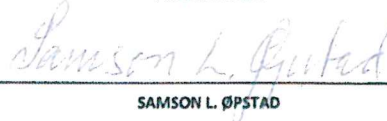
LAND: Noreg
FYLKE: Sogn og Fjordane
KOMMUNE: Fjaler
STAD/LOKALITET: Fure

GODKJENT



RAGNAR ELTUN

PROSJEKTLEIAR



SAMSON L. ØPSTAD



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FØREORD

Det er på oppdrag frå Fylkesmannen i Hordaland, Landbruksavdelinga, skrive ei utgreiing om *Tilpassing til eit endra klima - aktuelle tiltak i landbruket på Vestlandet*. Utgreiinga tek for seg tilhøve som vedkjem dei tre fylka på Nord-Vestlandet. Det er lagt vekt på å få fram det som ein vurderer som utfordringar for landbruket i eit endra klima. På einstilte område, som dreneringstiltak for å oppretthalda kvaliteten av dyrka areal og med det grunnlag for å auka grasavlingane pr. daa, er det gjort estimat som synleggjer årleg kostnad fylkesvis. Også for tiltak med utviding av lagerkapasitet for husdyrgjødsel for å kunna ha lenger lagringstid, slik at husdyrgjødsel kan spreia på gunstig tidspunkt, er det gjort estimat som synleggjer kostnadssida ved tiltaket.

Hovudforfattar av rapporten er Samson L. Øpstad. Medforfattarar ved NIBIO Fureneset har vore Odd-Jarle Øvreås, Merete Myromslien og Liv Østrem. Stein Harald Hjeltnes ved Njøs Næringsutvikling i Leikanger har skrive kapittel 5, Effektar av endra klima på frukt- og bærproduksjon. Svein Arne Vågane ved Noregs vassdrags- og energidirektorat ved regionkontor Førde, har medverka i å skriva kapittel 4.2 Auka nedbørsmengd.

Fureneset, 17.08.16

Samson L. Øpstad

INNHALD

1	INNLEIING	7
2	KLIMAET I NOREG OG PÅ VESTLANDET.....	8
2.1	Endringar i klimaet fram til no	9
2.1.1	Endring i temperatur	9
2.1.2	Særskilde situasjonar med kalde vintrar	10
2.1.3	Endring i nedbørsmengd	10
2.1.4	Andre endringar.....	11
2.2	Klimascenario for Vestlandet på lang sikt (fram til år 2100).....	11
2.2.1	Modellgrunnlag.....	11
2.2.2	Innleiing	12
2.2.3	Middeltemperatur	12
2.2.4	Middelnedbør	13
2.2.5	Vekstsesong.....	16
2.2.6	Vind.....	16
3	JORDBRUKET PÅ VESTLANDET	17
3.1	Utfordringar vedrørende produksjon og arealbruk på Vestlandet	18
3.2	Arealdisponering og klimatilpassing, eit spenningsfelt.....	18
4	KONSEKVEN SAR AV KLIMAENDRINGANE FOR GROVFÔRDYRKINGA PÅ VESTLANDET OG GROVFÔRBASERT HUSDYRHOLD.....	20
4.1	Auka temperatur/ lenger vekstsesong	20
4.1.1	Nye artar	21
4.1.2	Klimaendringar – skadegjerarar på planter	21
4.1.3	Kronrust	21
4.1.4	Klimaendringar – skadegjerarar på dyr.....	22
4.1.5	Brysame ugras – kan klimaendring medverka til auka omfang for einskilde?	23
4.1.6	Driftsform og slåttetidspunkt.....	24
4.1.7	Vinterskade	25
4.2	Auka nedbørsmengd	29
4.2.1	Drenering	29
4.2.2	Avlaup og stikkrenner	30
4.2.3	Kanalar og forbyggingar, tiltak mot erosjon	31
4.2.4	Sikring av bekkeløp, kulvertar og elve- og bekkesider.....	32
4.2.5	Konsekvensar av klimaendringar	35
4.2.6	Tiltak for å betra dreneringstilstanden	36
4.2.7	Juridiske sider.....	42
4.3	Meir variabelt klima, verknad for drift av engareal	43
4.3.1	Kostnad med grøfting/drenering	44

4.4	Husdyrgjødsellager.....	49
4.4.1	Vurdering av lagerkapasitet og kostnader til husdyrgjødsellager	51
4.5	Handtering av husdyrgjødsel og tap av nitrogen	53
4.5.1	Spreietidspunkt, utfordringar i høve til knapp lagerkapasitet og miljø.....	54
4.5.2	Mengde spreidd pr. arealeining.....	55
4.5.3	Geografiske skilnader.....	55
4.5.4	Samanheng mellom gjødsling, nedbør, temperatur, jordart og næringstap	56
4.6	Beitebruk, utfordringar med bruk av areal og skjøtsel av kulturlandskap.....	57
4.6.1	Utmarksbeite, bruk, kvalitet og utfordringar.....	58
4.6.2	Situasjonen med mindre beiting utfordrar val av handlingsmåte	59
5	EFFEKTA AV ENDRING AV KLIMA PÅ FRUKT- OG BÆRPRODUKSJON	61
5.1	Generelt	61
5.1.1	Samspel mellom ulike faktorar	61
5.2	Temperatureffektar.....	62
5.3	Nedbørseffektar	63
5.4	Effektar av meir vind.....	65
5.5	Oppsummering.....	66
6	KLIMAENDRINGAR OG SKOGBRUK.....	67
6.1	Temperaturendringar.....	68
6.2	Storm og nedbør	69
6.3	Insektskadar	72
6.4	Soppsjukdomar	75
6.5	Ulike endringar i lauvskog og medverkande årsakssamanhengar til endringane.....	76
6.6	Skog i klimasamanheng – moglege tiltak	76
6.6.1	Nye areal som kan eigna seg for skogplanting	77
6.6.2	Klimaeffekt ved planting av skog på nye areal	78
6.7	Lover, forskrifter og standardar i skogbruket	80
7	SKOGSVEGAR OG SKREDFARE	81
7.1	Anleggsfase og uttak av tømmer medfører auka erosjon og skredfare	81
7.2	Ekstreme nedbørsmengder på kort tid som utløyande skred-årsak.....	82
7.3	Flaumskred i Håvik i Fusa 24.07.2011, illustrerande for kva som kan skje.....	82
8	REFERANSAR.....	86

1 INNLEIING

Klimaet er i endring og landbruket må tilpassa seg desse endringane. Endringane er dels ei følge av naturlege variasjonar, men er først og fremst eit resultat av menneskeleg aktivitet, og då i første rekkje klimagassutslepp. Desse endringane må vi forhalda oss til uansett, men målet for arbeidet med klimatilpassing generelt, er å gjera samfunnet mindre utsett og sårbart for klimaendringane og medverka til å styrkja landet si tilpassingsevne. Landbruket som er ei biologisk næring, er svært vêravhengig. Difor er tilpassing til klimaet ekstra viktig her, men også fordi landbruket bidreg med ein god del av utsleppa av klimagassar, og at skogen i Noreg kan bidra til auka binding av karbon og såleis verkar i positiv lei.

Vi veit så langt at temperaturen vil stiga, at årlege nedbørsmengder i Noreg vil auka, og at intense vêrhendingar vil inntreffa oftare. Det gjeld intense nedbørsperiodar med store nedbørsmengder innanfor ein kort tidsperiode. Oftare og sterkare stormperiodar på Vestlandet er sannsynleg, men dette er enno ikkje så godt vitskapeleg slått fast som auke i temperatur, nedbørsmengde og intensitet. Kva konsekvensar får så dette for landbruket i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland, og kva kan ein gjera for å tilpassa seg best mogleg til desse endringane? Det er nokre av desse problemstillingane denne rapporten omtalar.

Det som i denne rapporten er skrive om dagens og framtidig klima på Vestlandet er mellom anna basert på Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer et al., 2009), og modellutrekning gjort for klima og vilkår for plantevekst på utvalde stader (Høglind et al., 2009, Høglind et al., 2013).

2 KLIMAET I NOREG OG PÅ VESTLANDET

Klimaet i Noreg, og særleg på Vestlandet, er relativt varmt i høve til andre stader på same breiddegrad på grunn av luft- og havstraumar. Årsmiddeltemperaturen for Noreg er på ca. +1°C, men på kysten av Vestlandet er den +6°C. Den temperaturbestemte veksts sesongen (døgnmiddeltemperatur over 5°C) kan på Vestlandet koma opp i 225 dagar i året, medan den i høgfjellet og på delar av Varangerhalvøya er på under 70 dagar. Vestlandet har høgast årsnedbør i landet og i midtre strok kan det einiskilde stader koma meir enn 5000 mm nedbør i året. Til samanlikning er gjennomsnittleg årsnedbør i Noreg utrekna til 1486 mm. Snødekke er det i gjennomsnitt berre eit par dagar i året i kystnære område på Vestlandet. Dette aukar på dess lenger inn og opp i landet ein kjem.

Nord-Europa ligg i ei sone som er dominert av "Vestavindsbeltet". I dette beltet oppstår og forplantar lågtrykk seg vinterstid typisk frå austkysten av Nord-Amerika og over Atlanterhavet til Europa i aust. Ein vanleg nytta indikator på styrken til vestavindsfeltet i våre område, er indeksen for den nord-atlantiske oscillasjonen (NAO). Denne indeksen skildrar trykkskilnaden mellom lågtrykket ved Island og høgtrykket ved Azorane. Når begge desse trykksystema er sterke (høgare enn normalt trykk ved Azorane og lågare enn normalt trykk ved Island), er NAO indeksen høg og motsett. Ein høg NAO-indeks betyr at vestavindsbeltet er sterkare enn normalt, ein låg indeks at det er svakare.

NAO indeksen har størst innverknad på klimaet i Noreg om vinteren. I vintrar med høg indeks fører eit forsterka vestavindsfelt med seg milde og fuktige luftmassar over store delar av Nord-Europa. NAO-indeksen var på sitt lågaste på 1960-talet, medan det rundt 1990 var ein periode med høg NAO-indeks.

Klimaet i Noreg er sterkt påverka av det storstilte atmosfæriske sirkulasjonsmønsteret. Ved vind frå søraust er det mest nedbør på Sør- og Austlandet og lite nedbør på Vestlandet. Ved vind frå sørvest er det motsett. Då er det lite nedbør på Austlandet, medan det kjem ofte og mykje nedbør på Vestlandet. Dette viser kor avhengig vêret er av vindretningane. Ei eventuell framtidig endring av atmosfæresirkulasjonen vil såleis kunne påverka klimautviklinga i Noreg i stor grad.

Med Golfstraumen og forlenginga av denne, kjent som Atlanterhavsstraumen, kjem store mengder varmt og salt vatn inn i dei nordiske hava. Denne varme- (og mat-) kjelda er særskild viktig for dei marine økosystema i Norskehavet og Barentshavet. Den gjer at heile norskekysten og ein stor del av Barentshavet er isfritt om vinteren, og den påverkar lufttemperaturen i området, og då særleg for kystnære område. På grunn av dette har det kystnære Noreg og havområda utanfor, vintertemperaturar som er frå 10 til over 20 grader høgare enn middeltemperaturen for tilsvarande breiddegrader andre stader på jorda.

Klimaet på ein stad vert skildra ved hjelp av middelveidiar og variasjonar rundt desse. Eit vanleg nytta omgrep er normalar som nemning på bestemte 30 års periodar. Etter internasjonale avtalar er normalane middeltal for åra 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, osv. Dette er gjort for at ein skal kunne nytta og samanlikna middelveidiar for same periode. Gjeldande normalperiode er såleis 1961-1990 og det er verdiar frå denne perioden som vert omtala som normalverdiar i denne rapporten.

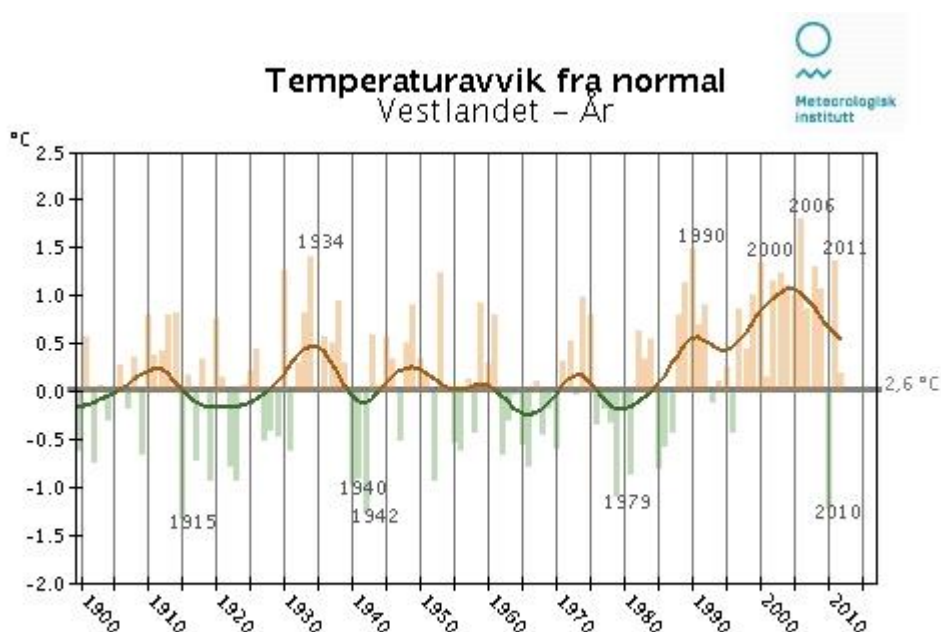
2.1 Endringar i klimaet fram til no

For klimavariablar som temperatur, nedbør og utbreiing av sjøis er det store variasjonar frå år til år og frå tiår til tiår. Dette skuldast i hovudsak naturlege variasjonar i klimasystemet. Men mange tidsseriar frå dei siste 100-150 åra viser òg langtidstrendar som er ein kombinasjon av naturlege og menneskeskapte klimaendringar. I følgje siste rapporten (IPCC, 2013) frå SN (FN) sitt klimapanel (IPCC), har menneskeleg påverknad ført til endringar i klimaet på jorda. Kwart av dei tre siste tiåra har vorte varmare og har vore dei varmaste sidan 1850.

Fylka Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal har variert topografi med til dels større klimatiske variasjonar innanfor kvart fylke enn fylkesvise variasjonar. Det er lokale skilnader i endringane av sesongverdiene i dei ulike regionane i vestlandsfylka, og vi ser eit avvik mellom stasjonar ytst på kysten og i dei indre fjordbotnane.

2.1.1 Endring i temperatur

Årsmiddeltemperaturen for fastlands-Noreg har auka med ca. 0,08°C pr. tiår dei siste 100 åra og mest om våren. Dei siste 100 åra har det vore periodar med både stigande og fallande temperatur. Ein mild periode på 1930-talet er ein av årsakene til at den lineære temperaturauken sidan 1900 har vore så låg. Sidan 1965 har temperaturen auka med 0,4°C pr. tiår.



Figur 2.1.1: Utvikling i årsmiddeltemperaturen for Vestlandet 1900-2012. Figuren viser avvik (°C) fra middelverdien for normalperioden 1961-1990. (met.no)

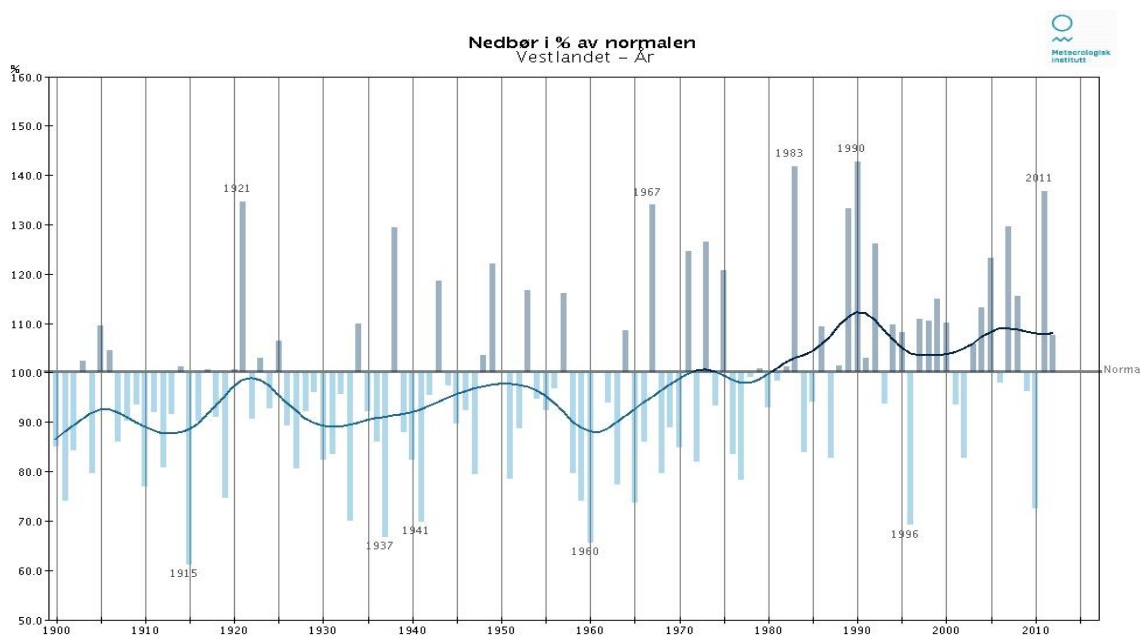
Frå år 1900 og fram til slutten av 1980-talet låg temperaturen nær normalen med unntak av ein varm periode på 30-talet. Nokre år har skilt seg ut med lægre årsmiddeltemperatur, m.a. 1941, 1979-1981, og seinast 2010 og 2013. Frå slutten av 1980-talet og fram til i dag har temperaturen

vore jamt over normalen og med ein tendens til framleis oppvarming. Observert middeltemperatur er for Vestlandet 0,47°C høgare i perioden 1979-2008 enn for perioden 1961-1990.

2.1.2 Særskilde situasjonar med kalde vintrar

På Vestlandet, og i Norden, var vintrane 2010 og 2011 kaldare og med mindre nedbør enn normalt over lang tid. Særs låge temperaturar over lang tid, skuldast eit klimatisk fenomen kalla nord-atlantisk oscillasjon (NAO). NAO gjev austaver og verkar til høgtrykk i havet vest for Noreg, og hindrar lågtrykka som vanlegvis kjem inn over Vest-Noreg og medfører regnver. I staden får ein kalde vindar frå Sibir og Arktis (Yr.no 15.01.11).

Årsakssamanhengen til dei særskilde situasjonane med kalde vintrar er ikkje fastlagt, men hypotesane er at mindre sjøis i Barentshavet gjev varmare luft og kan endra luftstraumane over havet i vest. At nord-atlantisk oscillasjon oppstår, vert sett i samanheng med klimaendringane. Mildare klima i Sibir gjer at det kjem meir snø der, og som medverkar til kaldare vintrar i Europa. I miljøa som driv klimaforskning er det ulike syn på om det er sannsyn for at dei kalde vintrane er noko som det må reknast med vil førekoma vanlegare framover, eller om dei berre vil førekoma i meir sjeldne tilfelle.



Figur 2.1.2: Utvikling i årsnedbør for Vestlandet 1900-2008. Figuren viser nedbør i % av middelveiden for normalperioden 1961-1990. (met.no)

2.1.3 Endring i nedbørsmengd

For fastlands-Noreg har årsnedbøren auka med nesten 20% sidan år 1900. Størst har auken vore om vinteren og minst om sommaren. Årsnedbøren har auka mest på Vestlandet. I den nyaste Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer et al., 2015) er perioden 1971-2000 nytta som referanseperiode for atmosfæriske og hydrologiske variablar. For fleire av variablane har det vore omfattande endringar i tida etter denne perioden. Det er difor berekna verdiar for den ferskaste

30-års perioden (1985-2014), og det vert tilrådd at denne vert lagt til grunn for planleggingsformål dei næraste 10-20 åra.

Trenden er at det har vorte våtare på Vestlandet dei siste 100 åra. Dette er ein gjennomgåande trend for heile perioden, men spesielt tydeleg er det for dei litt meir enn 20 siste åra. Nedbøren i dei tre nordlegaste vestlandsfylka har auka med 5–10% for perioden 1979–2008 samanlikna med perioden 1961–1990. I denne perioden har vinternedbøren auka med 25%, medan haustnedbøren har minka med 3% (met.no).

2.1.4 Andre endringar

Som følge av auka temperatur har snøsesongen vorte kortare dei fleste stader og etter omkring årtusenskiiftet har dei vestlege, meir maritime breane minka, og det har vore påvist ein konsistent auke i avrenning i brevassdraga med auka avrenning i alle sesongar. Auken i avrenninga i breområder skuldast truleg auka bresmelting i kombinasjon med endring i nedbør i den brefrie delen av nedbørsfeltet. Auka nedbørsmengd og auka temperatur har og utanom breområda ført til auka vassføring om vinteren og våren og tidlegare snøsmelting. Det er ein tendens til at flaumhendingar av ein viss storleik har auka langs kysten i desse tre fylka. I den siste oppdateringa for klima i Norge 2100, oppdatert 2015, er det samanfatta at i vassdrag som i dag er dominert av regnflaum, er det venta auke i flaumstørrelsane. Det vert vist til at fleire og kraftige lokale regneepisodar er venta å medføra særlege utfordringar i små og mellomstore elvar der det er bratt og vatnet fort finn vegen til bekkar og elvar. Denne situasjonen vedkjem så vel indre som ytre strok, og skuldast samverknad av nedbørsintensitet og terrengform. Det same er tilfelle i urbane strok.

Det er få lange homogene seriar av vindhastigheit i Noreg. Dette skuldast at små endringar i instrumenttypar, målestad og omgjevnader (tre, bygningar) kan føra til store endringar i vindseriane. Det ser ikkje ut til å ha vore nokon klar endring i talet på stormar i hav og kystområda, men ny pågåande forskning kan tyda på at frekvens, intensitet og styrke kan vera i ferd med å auka. På kort sikt (næraste 10-20 år) er det berekna berre små endringar i både middelvind og i store vindhastigheiter. Analyse gjort m.o.t. førekomst av sterk vind målt ved utval av vêrstasjonar (1957-2014), konkluderte med at tal hendingar med middelvind over 90-persentilverdi er aukande, medan det er negativ eller ingen trend for 90-persentilen for vindkast (Tveito, 2014). Det er ikkje målt auke i havnivået langs norskekysten. Dette skuldast at landhevinga etter siste istid opphevar auken i havnivået.

2.2 Klimascenario for Vestlandet på lang sikt (fram til år 2100).

2.2.1 Modellgrunnlag

SN sitt klimapanel har konkludert med at framleis utslepp av drivhusgassar på eller over dagens nivå, vil føra til global oppvarming og andre endringar i det globale klimasystemet gjennom det 21. århundret. Desse vert etter alt å døma større enn dei endringane som har vore i det 20. århundret. Konklusjonane om desse framtidige endringane byggjer på resultat frå globale kopla klimamodellar (Atmosphere-Ocean General Circulation Models, AOGCM). Desse modellane vert nytta til å rekna ut straummønster, temperatur og andre variablar i hav og atmosfære, basert på veletablerte naturlover og ut frå forenkla skildringar av m.a. varmestråling, skydekke, havis, jordfukt og utbreiing av snø.

Klimaframskrivingar er usikre på grunn av forenklingar og manglar i modellane og det at ein ikkje veit kva nivåa på utslepp av klimagassar og partiklar vil verta framover. I modellane har ein difor sett opp fleire ulike utsleppssenario. Vi vil ikkje gå nærare inn på desse her, men berre grovt seia at vi legg til grunn tre ulike utsleppssenario; låg (reduksjon i framtidige utslepp), middels (svak reduksjon i framtidige utslepp), høg (utslepp som i dag). Klimaframskrivingane for Noreg byggjer på nedskalerte resultat frå desse klimamodellane med dei tre ovannemnde utsleppssenarioa. Når ein går frå global til regional skala, vil både midlare klimautvikling og uvissa vera annleis enn for global utvikling. Den kan vera både større og mindre, men sikkerheitsintervallet aukar som regel når ein ser på eit lite geografisk område. Dette skuldast at den naturlege klimavariasjonen gjev størst utslag på liten geografisk skala. I tillegg aukar skilnaden mellom dei ulike modellane når vi ser på eit avgrensa geografisk område. Men sjølv med den uvissa ein har, vil slik modellering gje indikasjonar på kva slags endringar vi kan venta oss i det 21. århundret som følgje av den menneskeskapte påverknaden av klimasystemet.

2.2.2 Innleiing

Resultata for Noreg byggjer på klimasimuleringar frå ei rekkje nasjonale og internasjonale forskingsprosjekt (RegClim, GeoExtreme, NorACIA, NorClim og PRUDENCE). Ei samanstilling av 22 ulike temperatur- og nedbørfamskrivingar basert på dynamiske metodar («dynamiske ensemble»), er samla av Sorteberg og Haugen (2009). Ensemblet omfattar både framskrivingar produsert med regional klimamodell og framskrivingar basert på global modell med strekte koordinatar. Ei tilsvarande samanstilling av 50 ulike framskrivingar basert på statistiske metodar («statistisk ensemble») er laga av Benestad (2009). Alle framskrivingane er skalerte slik at dei gjeld endringar frå perioden 1961-90 til 2071-2100.

Resultata frå desse ensembla er presenterte som middelverdiar for alle, og 10- og 90-prosentil. 10- og 90-prosentila er definerte slik at 10% av ensemble-medlemene har lågare verdi enn 10-prosentilet og 10% høgare enn 90-prosentilet. 80 prosent av framskrivingane ligg såleis mellom desse verdiane.

2.2.3 Middeltemperatur

Temperaturframskrivingane i dei to ensembla er utrekna på års- og sesongbasis. Vi tek her med tal for heile Noreg og for temperaturregion 2, Vestlandet. Middelverdiane tilseier ein temperaturauke på årsbasis fram til år 2050 på 1,9°C for heile landet og 1,7°C for Vestlandet. På lang sikt fram til 2100 er tilsvarande tal 3,4°C for heile landet og 3,1°C for Vestlandet. Vestlandet ser såleis ut til å få ein litt mindre temperaturauke enn landet elles. Ser ein på fordelinga i året vert det størst oppvarming om vinteren og minst om sommaren.

I dagens normalperiode førekjem dagar med høg temperatur (døgnmiddel over 20°C) stort sett berre i låglandet rundt Oslofjorden, men i følgje framskrivingsmodellane vil ein mot slutten av perioden få slike dagar òg på Sørvestlandet. I motsett ende viser alle framskrivingane at talet på kalde dagar og frostdagar vil minka.

Temperaturauken fører til lenger vekstsesong. Fram til år 2050 viser framskrivingane ein auke i vekstsesongen på opptil ein månad, og mellom ein til to månader mot slutten av hundreåret.

Tabell 2.2.3. Middels (M), låg (L) og høg (H) temperaturframskriving for ulike regionar, sesongar (vinter: desember, januar, februar; vår: mars, april, mars, april; sommar: juni, juli, august; haust: september, oktober, november) og tidsperspektiv. Tala er temperaturendring i høve til normalperioden 1961 – 1990.

Region	Sesong	Temperatúrauke (°C) til 2021-50			Temperatúrauke (°C) til 2071-2100		
		M	L	H	M	L	H
Noreg	År	1,9	1,2	2,5	3,4	2,3	4,6
	Vinter	2,3	1,5	3,3	4,3	2,8	6,0
	Vår	1,9	1,2	2,6	3,5	2,3	4,8
	Sommar	1,3	0,8	1,9	2,4	1,4	3,5
	Haut	1,9	1,3	2,6	3,5	2,4	4,8
TR-2 Vestlandet	År	1,7	1,0	2,3	3,1	1,9	4,2
	Vinter	2,1	1,2	2,9	3,8	2,3	5,4
	Vår	1,7	1,0	2,3	3,1	1,8	4,3
	Sommar	1,3	0,7	1,9	2,3	1,2	3,5
	Haut	1,7	1,2	2,3	3,2	2,2	4,3

2.2.4 Middelnedbør

På årsbasis er middelveirdien for nedbør aukande i alle regionar. Dette er også tilfelle for dei aller fleste sesongmiddelveirdiane.

Framskrivningane viser ein auke på i underkant av 10% på årsmiddelbasis for heile landet fram til år 2050. Tilsvarande tal for Vestlandet er frå 10 til 12%. Fram til år 2100 aukar dette til vel 18% på landsbasis og frå 19 til 22% på Vestlandet. Auken i nedbørsmengd ser ut til å bli noko mindre i Sunnhordland enn i Nordhordland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal. Vidare ser det ut til å bli minst nedbørsauke om sommaren, spesielt i Sunnhordland. Elles i året ser det ut til å bli jamnare fordelt, men med litt meir auke vår og haust enn om vinteren frå Nordhordland og nordover.

Endringane i årsnedbøren er ikkje jamt fordelt over året. Dei tre fylka har for det meste relativt små og gjerne bratte vassdrag med lita bufferevne i høve endringar i nedbørsintensitetane over kort tid. Derfor er det viktig å meir detaljert sjå på framtidig nedbørsfordeling og då med tanke på tal dagar med mykje nedbør og ikkje minst endringar i nedbørsmengda på desse dagane. Tabell 2.2.4.2 syner venta dagar med mykje nedbør gjeldande for same regionane som tabell 2.2.4.1.

For middelveirdiane er det venta svært stor auke i tal dagar med mykje nedbør og nedbørsmengda på desse dagane er venta å auka med frå 11–19%. I Hordaland og Sogn og Fjordane er det om hausten ein får størst auke i talet på dagar med mykje nedbør, medan det i Møre og Romsdal er om våren.

Tabell. 2.2.4.1. Relativ endring (%) i års- og årstidsnedbør i Noreg og tre regionar på Vestlandet frå perioden 1961-90 til periodane 2021-2050 og 2071-2100 ifølgje middels (M), høg (H) og låg (L) framskriving. Vinter: desember, januar, februar; vår: mars, april, mars, april; sommar: juni, juli, august; haust: september, oktober, november.

Region	Sesong	1961-90 til 2021-50:			1961-90 til 2071-2100:		
		Endring (%) i nedbørsum			Endring (%) i nedbørsum		
		M	L	H	M	L	H
Noreg	År	9,6	2,4	14,0	18,3	5,4	30,9
	Vinter	11,1	3,8	18,4	21,4	8,5	39,9
	Vår	10,0	3,7	20,0	19,4	7,2	41,5
	Sommar	5,0	-1,6	9,7	9,2	-3,2	17,4
	Hautst	12,2	2,1	16,1	23,3	4,6	33,4
NR-5 Sunnhordland og Ryfylke	År	10,2	3,3	17,8	18,7	6,1	32,6
	Vinter	12,4	2,3	23,0	22,7	4,2	42,2
	Vår	12,3	3,9	18,3	22,5	7,2	33,6
	Sommar	1,5	-9,8	12,4	2,7	-18,0	22,7
	Hautst	12,9	-0,1	19,6	23,6	-0,1	35,9
NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland	År	12,0	1,5	19,6	22,0	2,7	36,0
	Vinter	12,1	3,6	21,9	22,2	6,6	40,2
	Vår	14,1	4,7	24,8	25,9	8,6	45,4
	Sommar	5,6	-5,8	14,2	10,3	-10,6	26,0
	Hautst	15,4	0,4	24,1	28,2	0,8	44,2
NR-8 Møre og Romsdal	År	12,0	-0,5	23,3	22,0	-1,0	42,7
	Vinter	11,7	-4,0	23,3	21,4	-7,3	42,7
	Vår	13,5	0,5	27,8	24,7	0,9	51,0
	Sommar	9,3	-1,4	16,6	17,0	-2,6	30,4
	Hautst	13,9	-0,8	25,7	25,5	-1,4	47,1

Tabell 2.2.4.2. Relativ endring (%) i tal dagar med mykje nedbør, og relativ endring (%) i nedbørsmengda på dagar med mykje nedbør i Noreg og tre regionar på Vestlandet frå perioden 1961-90 til perioden 2071-2100 ifølgje middels (M), høg (H) og låg (L) framskriving. «Dagar med mykje nedbør» er her definert som dagar med nedbørsmengder som i normalperioden 1961 – 90 vart overskridne i 0,5 % av dagane. Vinter: desember, januar, februar; vår: mars, april, mars, april; sommar: juni, juli, august; haust: september, oktober, november.

Region	Sesong	1961-90 til 2071-2100: Endring (%) i tal dagar med mykje nedbør			1961-90 til 2071-2100: Endring (%) i nedbørs- mengde på dagar med mykje nedbør		
		M	L	H	M	L	H
Noreg	År	75,7	40,6	139,9	15,6	7,2	23,1
	Vinter	126,5	80,0	250,9	16,5	1,9	32,3
	Vår	88,3	41,6	193,1	15,5	5,9	29,1
	Sommar	71,4	30,0	86,9	16,5	6,4	21,5
	Hhaust	110,3	55,9	192,5	17,5	9,7	26,4
NR-5 Sunnhordland og Ryfylke	År	79,9	24,3	175,7	14,2	3,2	26,1
	Vinter	89,8	24,9	204,9	11,9	-1,4	28,2
	Vår	81,0	5,4	186,8	14,1	-0,4	31,4
	Sommar	47,3	-5,8	93,5	10,8	-2,4	22,3
	Hhaust	117,2	36,3	231,9	18,5	5,3	34,3
NR-6 Sogn og Fjordane og Nordhordland	År	75,6	-5,7	180,5	13,1	-3,2	28,0
	Vinter	77,3	-25,4	171,3	13,6	-7,6	27,2
	Vår	88,9	2,7	196,5	13,5	-1,0	32,6
	Sommar	72,7	-14,2	161,9	15,5	-5,3	30,0
	Hhaust	112,7	24	217,5	15,4	2,9	27,9
NR-8 Møre og Romsdal	År	70,2	7,1	201,1	13,8	0,6	31,0
	Vinter	76,0	-38,9	176,5	13,4	-11,9	33,6
	Vår	111,0	11,8	269,0	18,0	1,8	39,7
	Sommar	78,6	6,9	132,1	18,2	0,4	30,3
	Hhaust	83,1	23,0	213,6	14,4	3,3	34,4

2.2.5. Vekstsesong

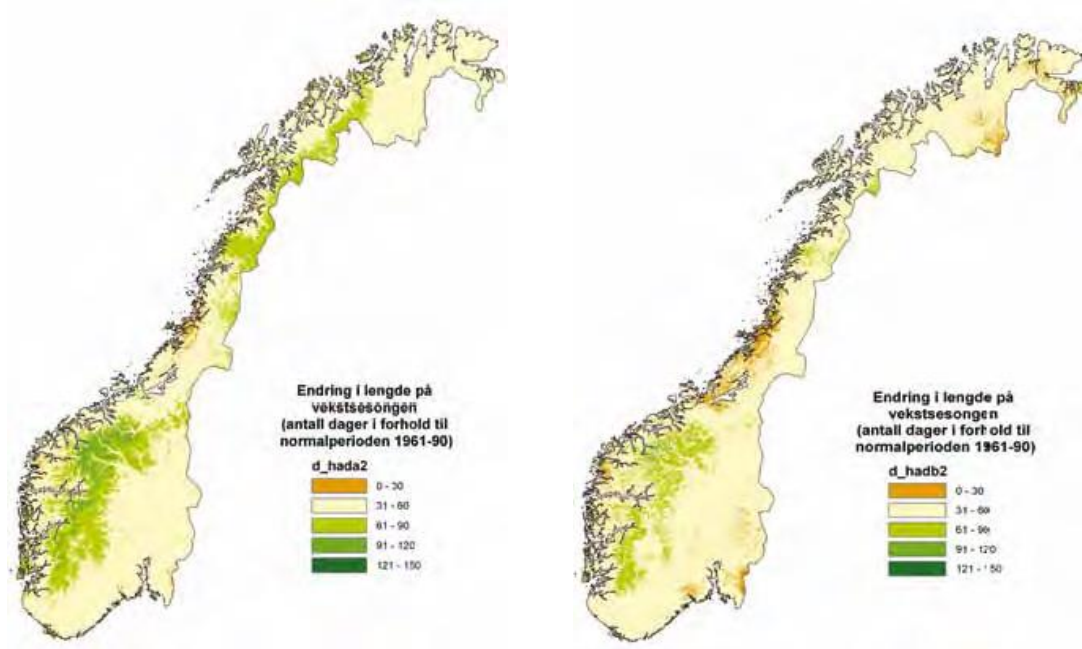
Auka temperatur gjev lenger temperaturbasert vekstsesong. Den konservative framskrivinga M92 gjev auke i vekstsesongen på inntil ein måned i mesteparten av landet fram mot 2050. Fram mot slutten av århundret gjev alle framskrivingane store område med auke på mellom ein og to månader.

HA2 er den framskrivinga som på årsbasis ligg nærast M-framskrivinga når det gjeld temperatúrauke, men den ligg nærare H-framskrivinga om hausten, som er ei avgjerande tid for lengda på vekstsesongen. HB2 kan nok difor vere meir representativ for M-framskrivinga når det gjeld lengda på vekstsesongen, medan HA2 ligg mellom M og H. Når det gjeld lengde på veksetid må det gjerast avvegingar mellom teoretisk nyttbar veksetid og praktisk nyttbar veksetid. Når det gjeld praktisk nyttbar veksetid tek ein med i vurderingane tilhøve som m.a. nedbør, og dermed jordfukt, og om den teoretiske veksetida kan nyttast i landbruksproduksjon. Dette vert nærare omtala i seinare avsnitt.

2.2.6 Vind

Det har ikkje vorte gjort analyser av vind på same måte som for temperatur og nedbør. Dette skuldast dels at det ikkje ser ut til å vera klare signal i klimamodellane når det gjeld våre område og at vind nær bakken ikkje er godt nok modellert i klimamodellane.

Haugen og Iversen (2008) analyserte imidlertid eit ensemble med åtte framskrivingar med omsyn til mellom anna vind. Dei såg på endringar fram mot midten av århundret og konkluderte at endringane i midlare vindtilhøve vert små, men at endringane ser ut til å bli større for sterke vindar.



Figur 2.2.5. Kart over lengda på vekstsesongen i 2071 – 2100 i forhold til perioden 1961-90 ut frå dømeframskrivingane HA2 (til venstre) og HB2 (til høgre). (Kjelde: Klima i Norge 2100).

3 JORDBRUKET PÅ VESTLANDET

Tabell 3.1. Jordbruksareal (daa) i drift, totalt og fordelt på dei ulike vekstgruppene ved søknadsomgang 31. juli 2014 (SLF, 2014).

	Totalt	Grovfôr	Korn	Potet	Grøn- saker	Frukt og bær
Hordaland	399 845	391 262	179	108	36	7 611
Sogn og Fjordane	429 811	421 178	115	1 052	437	5 780
Møre og Romsdal	542 623	523 674	14 081	1 790	390	1 542
Heile landet	9 839 699	6 622 242	2 941 780	126 278	64 516	44 536

Tabell 3.2. Jordbruksareal (daa) fordelt på fulldyrka, overflatedyrka og innmarksbeite 31. juli 2014 (SLF, 2014).

	Totalt	Fulldyrka	Overflatedyrka	Innmarksbeite
Hordaland	399 845	197 501	48 237	154 107
Sogn og Fjordane	429 811	252 410	30 358	147 043
Møre og Romsdal	542 623	445 025	9 520	88 078
Heile landet	9 839 699	8 080 971	196 061	1 562 667

Tabell 3.3. Tal husdyr på Vestlandet pr 01.01.2014 (SLF 2014).

	Mjølke- ku	Amme- ku	Mjølke- geiter	Vaksne sauer	Ute- gåande sau	Avls- purker	Høner
Hordaland	11 346	2 511	2 051	67 802	9 132	873	111 806
Sogn og Fjordane	16 207	1 722	4 033	62 781	2 655	814	83 786
Møre og Romsdal	21 427	3 299	3 859	43 365	2 774	1 187	136 759
Heile landet	229 414	68 580	30 211	727 357	32 177	52 230	4 257 951

Det er Møre og Romsdal som har mest jordbruksareal av dei tre nordlegaste vestlandfylka. Sogn og Fjordane har litt meir jordbruksareal enn Hordaland. Hordaland har noko meir innmarksbeite og overflatedyrka areal enn Sogn og Fjordane og dermed tilsvarande mindre fulldyrka areal. Endringar i jordbruksareal i drift i fylka på Vestlandet i perioden 1989–2011, og endringane i grovfôrbasert husdyrhald, er omtala i ein tidlegare Bioforsk-rapport (Øvreås, 2012). Det er grovfôrdyrking og husdyrhald som dominerer i desse fylka, med unntak av nokre område som er

store på frukt og bær dyrking i Hordaland og Sogn og Fjordane, og noko meir geografisk avgrensa i mindre omfang i Møre og Romsdal. I Møre og Romsdal er det og litt korndyrking.

3.1 Utfordringar vedrørande produksjon og arealbruk på Vestlandet

Det vert ofte framstilt at Vestlandet er viktig i småskalaproduksjon, og i form av samfunnsgoder som landbruket bidreg med. Det er rett, men det er også ein annan dimensjon; Vestlandet har stor produksjon innanfor grovfôrbasert husdyrhald:

- 320 mill. liter kumjølke (21% av produksjonen i Noreg). Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal med høvesvis 73, 102 og 144 mill. liter kvar i 2014.
- 6,4 mill. liter geitemjølke (34% av produksjonen i Noreg).
- Grovfôrbasert kjøttproduksjon (storfe og sau) er omfattande. Minkande kjøttproduksjon på storfe.
- Grovfôrarealet utgjer 20% av grovfôrarealet i landet.
- Grovfôrarealet utgjer 95% av jordbruksarealet i dei tre fylka.
- Hagebruksarealet utgjer viktige «lommer» og står for viktig del av verdiskapinga i deler av midtre- og indre strok.

Målet for Vestlandsjordbruket er å oppretthalda sin del av produksjonsvolumet, og å auka produksjonen i samsvar med målsetjinga i vedteken norsk landbrukspolitik. Det er utfordringar knytt til å halda mjølkeproduksjonen på det nivå som no er, og utfordringane kan synast å vera større i Hordaland enn i dei to nordlegaste vestlandsfylka. Mange bruk på Vestlandet har eit knapt grovfôrgrunnlag i høve til husdyrproduksjonen, og kostnaden pr. fôreining grovfôr produsert er høg. Det kan trekkjast fram to punkt som er medverkande til høg grovfôrkostnad:

- Grovfôravlingane pr. dekar er ofte lægre enn dei burde vera, noko det er fleire årsaker som medverkar til.
- Maskinkostnadane vedkomande grovfôrdyrking er for høge i høve til tal fôreiningar som vert hausta.

3.2 Arealdisponering og klimatilpassing, eit spenningsfelt

Landbruk er ei næring som er tilpassa naturgrunnlaget, det vil seia tilpassa jordsmonn og klima over lang tid. Ein tok fyrst i bruk den næringsrike mineraljorda på klimatisk gunstige veksestader. Slik næringsrik mineraljord gjev grunnlag for høg arealproduktivitet og produksjon på ein miljøvenleg måte med høg utnyttingsgrad av næringsstoff, og lite tap av næring som avrenning og frigjeving av klimagassar. Produktiviteten til jorda har samanheng med så vel næringsinnhald i mineralmaterialet, innhald og kvalitet av organisk materiale, jordfysisk tilstand som innverkar på vilkår for rotutvikling, næringsopptak, luftveksling og vasshushald. Den gode mineraljorda i gunstige klimasoner er mange stader under sterkt press frå andre interesser enn landbruk og matproduksjon. Dette går fram av kva areal som er frigjeve til andre føremål. I dag kan vi nytta KOSTRA-statistikken til å få eit inntrykk av kva jord, i kva omfang og kvar i landet omdisponering føregår.

Stortingsmelding nr. 39 (2008-2009): *Klimautfordringane: landbruket en del av løsningen* uttrykkjer at for å møte ein situasjon med auka folketal og auka trong for mat, er det avgjerande å forvalta jordbruksarealet og grunnlaget for norsk matproduksjon på ein god måte. Det er vedteke

at det skal førast ein restriktiv jordvernpolitikk, der ein skal stimulera kommunane til aktiv planlegging for å redusera tap av dyrka areal og areal som kan dyrkast, og å ivareta naturmangfaldet. Det syner seg ikkje sjeldan at press på areal med omsyn til utbyggingsinteresser har negativ effekt på heilskapleg planlegging. Landbruksareal, areal med naturverdiar og areal som vedkjem samfunnstryggleik (m.a. grunna flaumfare) vert prioritert ned til fordel for utbyggingstiltak og samferdsel. Konsekvensane av klimaendringane er at det i praktisk politikk kan føra til forsterka press på landbruksareal. Ut frå målsetjinga gjeven av Storting og Regjering om å ta vare på dyrka jord for å tryggja framtidig matproduksjon, er det her openberre spenningsfelt.



4 KONSEKVENSAAR AV KLIMAENDRINGANE FOR GROVFÔRDYR KINGA PÅ VESTLANDET OG GROVFÔRBASERT HUSDYRHOLD

4.1 Auka temperatur/ lenger vekstsesong

Det er venta temperaturauke på Vestlandet, størst i indre strok og minst i ytre strok. Dette vil forlengja den temperaturbaserte vekstsesongen kanskje med om lag ein månad i høve til normalperioden frå 1961-90 ved den korte framskrivingsperioden i modellen. Kombinert med rikeleg tilgang på vatn vil dette kunna gje potensial for auka avlingar. Spørsmålet er om auka lengde på veksetida om hausten kan koma praktisk til nytte ved grasdyrking til slått, grunna mykje nedbør og våt jord. Tidlegare vekststart om våren kan derimot koma til praktisk nytte. Husdyrhald med grovfôrdyrking er som vi såg framfor, hovudproduksjonen i regionen. I dag vert graset i det alt vesentlege hausta to gonger. I gode år vert det i dei tidlegaste områda på areal med eigna jordsmonn, i tillegg teke ein tredjeslått. Omfanget av å hausta tre gonger har vorte større, særleg i søre del av Hordaland der det vert drive intensiv mjølkeproduksjon. På bruk med sau vert mykje av slåtteareala haustbeita og i nokon grad også beita om våren. Kontrollert beiting med sau på eng om hausten kan vera ei god løysing for å beita av mykje av bladmassen. Det er viktig at sauen ikkje vert gåande for lenge og snaugneg enga, då vil det kunna verka negativt inn på overvintringa og avlingsmengda etterfølgjande år. For bladgras kan det vera uheldig at det er mykje avling/bladmasse om hausten, overvintringssopp kan då verka meir uheldig inn på overvintringa under visse klimasituasjonar. Ein sein slått om hausten er gjerne meir uheldig for overvintringa enn ei kontrollert beiting med sau, eventuelt også beiting med ungdyr av storfe.

På myrjord, og under areal der jorda har høgt innhald av organisk materiale (mineralblanda moldjord), må ein vera meir påpasseleg og ikkje gjødsla (sterkt) seint i veksetida, då jorda frigjev nitrogen ved mineralisering attåt mineralisering av organisk nitrogen i husdyrgjødsel som gjev næring til framhaldande grasvekst. Desse jordartane toler mindre både maskinell hausting og beiting ved høgt vassinnhald i jorda, og opptørkinga på slik jord går seint om hausten når jorda er vorten vassmetta. Ein må vurdera kva areal, ut frå jordart og dreneringsgrad, som kan vera aktuell å planleggja m.o.t. sein sisteslått.

Jordartar dominert av grushaldig sandjord, sandjord (særleg fraksjonane grovsand og mellomsand) og som har eit moderat til middels høgt moldinnhald, er jordartar som drenerer godt og tørkar bra opp om seinsommaren/hausten. Morenejord med god jordstruktur, og med eit moderat innhald av fraksjonane leire og silt, er og jord som kan tørka bra opp, sjølv etter mykje regn, der jorda har hatt høgt vassinnhald/vore vassmetta. Det avgjerande er at jorda har ei bra metta vassleiingsevne, og at grøftesystem og avlaup fungerer godt.

Auka temperatur og lenger vekstsesong, og haustar med mykje nedbør og relativ høg temperatur, gjev kortare og dårlegare herdingsperiode som kan gjera plantene mindre frosttolerante og meir utsette for vinterskade. Uttynning av plantesetnaden er den vanlegaste forma for vinterskade.

4.1.1 Nye artar

Lengre vestsesong og mildare vintrar kan opna for nyare og meir yterike grasartar. I dei beste klimaområda på Sør- og Vestlandet har fleirårig raigras vore nytta med godt resultat dei fleste år. Endring mot eit varmare klima kan auka utbreiingsområdet til slike artar, men likevel med ein viss risiko. Nye artar som t. d. raisvingel er og kome på marknaden og i praktisk dyrking. Her er det viktig framover med forskning og utvikling som kan gje bonden plantemateriale som kan utnytta fordelane med klimaendringane og samstundes vera robuste nok i forhold til overvintring og sjukdomar. Høglind et al. (2013) har i simuleringsforsøk vurdert utbreiingsområde for dyrking av fleirårig raigras og timotei/timoteibasert frøblanding. Ulike omsyn lagt til grunn, m.a. risiko for skade grunna frost om vinteren og tidleg vår, og skiftande vinterver og medfylgjande is- og vasskadar, gjer at utbreiingsområdet for raigrasdyrking ikkje kan tøyast «ukritisk» langt i høve til timotei/timoteibasert frøblanding.

4.1.2 Klimaendringar – skadegjerarar på planter

Auka nedbør og temperatur kan føra til ein meir fuktprega situasjon for plantene i periodar. Skadegjerarar på planter trivst med auka temperatur og fukt, og det vil medføre auka fare for skadegjerande åtak av insekt og sopp- og bakteriesjukdomar på planter. Dette er utfordringar som ein må venta å møte i større omfang ved dyrking av m.a. potet, og potettørrote (*Phytophthora infestans*) er venta å vera ei større utfordring ved varmare og fuktigare klima. Potettørrote er den soppjukdomen som verkar til størst bruk av soppmiddel i norsk landbruk.

Bær dyrking på friland, m.a. jordbær, vil også møte auka utfordringar med sjukdom. Ei særleg utfordring er sopp som årsak til gråskimmel i vått/fuktig ver. Gråskimmel (*Botrytis cinera*) er ein sopp som gjer åtak på fleire ulike bær- og grønsakslag. Soppen trivst ved høg luftfukt/mykje nedbør over tid. Kombinasjonen høg luftfukt og bra temperatur fremjar soppåtak, men soppen er ikkje avhengig av høg temperatur for å utviklast og føra til åtak. Rasar av gråskimmel har evne til og har utvikla, resistens mot nytta plantevernmidde. Klimatilhøve gjer at ein synest vera mest utsett for sterke åtak på Sør- og Vestlandet. Smitten overlever mange år i jord. Det er fleire fellestrekk mellom soppjukdomane gråskimmel og tørrote.

Åtak av insekt kan valda skade på mange kulturvokstrar. For mange insekt som valdar skade, er ein generasjon pr. sesong, det vanlege. I eit endra klima, varmare og lengre vekstsesong, kan det for fleire insekt verta vilkår for to generasjonar pr. vekstsesong, slik det er i Europa.

For meir informasjon om plantevern, skadegjerarar og tiltak: NIBIO Plantevernleksikonet (<http://leksikon.nibio.no>).

4.1.3 Kronrust

Gras er normalt lite utsett for sjukdomar, men kronrust er ein sjukdom som kan verta problematisk. Kronrust er ein soppjukdom på havre og gras. Årsaka er rustsoppen (*Puccinia coronata*).

Soppen viser seg hovudsakleg på blada utover sommaren. Han førekjem i ulike spesialiserte rasar. Felles for dei alle er at dei har geitved eller trollhegg som mellomvert i tillegg til havre eller gras. Fram til 1990 vart det med heimel i plantesjukdomslova forbod mot å plante geitved i Noreg. Størst økonomisk betydning i Noreg har rasen som skiftar mellom havre og geitved hatt. På gras kan

soppen gå på mellom anna hundegras, kvein, raigras og timotei. Varmt vêr gjev gode vilkår for oppformeiring. Soppen har optimale vilkår ved høg lufråme og 20-25°C. I Danmark kan kronrust på raigras vere eit problem. Med varmare klima og meir raigrasdyrking er dette ein sjukdom ein må ta meir omsyn til i grasdyrkinga framover. Ulike sortar er ulikt mottakelege for sjukdomen. Vert sjukdomen eit problem må ein satsa på dei sortane som er mest motstandsdyktige og ein må prøva å utvikla sortar som er resistente mot soppen.



Kronrust i raigras.

Foto: Landbruksinfo 12/09/2005.

4.1.4 Klimaendringar – skadegjerarar på dyr

Flått og flåttborne sjukdomar på folk og dyr har lokalt og regionalt på Sør- og Vestlandet vore kjent over lang tid. Tidleg på 1960-talet vart det gjort ei undersøkjing i Sunnhordland og Midthordland over utbreiing og omfang, og sjukdomsførekost på fe og folk. Klimaendringar og andre tilhøve har gjort at utbreiingsområdet til flått har utvida seg mykje dei siste 10-åra, både i høgdegradient, nordover og innover i landet. Andre tilhøve enn klimaendringar som verkar inn på flåtten si utbreiing, er endra arealbruk og vegetasjon, og auka omfang og utbreiing av hjortedyr, som er vertedyr for flått. I eit nyleg publisert forsøksmateriale (Mysterud et al., 2016) er det funne at auken i tal hjortedyr ikkje er nok til å forklara auken av sjukdomen borreliose hjå folk. Borreliose skuldast infeksjonar av bakterien *Borrelia burgdorferi*, som vert overført av skogflått.

Flått overfører annan sjukdom som sjodogg hjå lam på beite. **Sjodogg** skuldast infeksjon av bakterien *Anaplasma phagocytophilum*. Sjodogg hjå lam er vanleg førekomande, særleg i ytre og midtre strok av Sør- og Vestlandet og vidare nordover. Hovudproblemet med sjodogg er at motstandsevna hjå dyra vert sett ned, slik at dyra lett får andre infeksjonar i tillegg (leddbetennelse, lungebetennelse, blodforgifting). Smitteoverføring til lam kan koma straks dyra kjem ut på heimebeite om våren, og vidare når dei kjem på heimenært utmarksbeite. Det kan førebyggjast mot sjodogg ved å tilføra dyr førebyggjande middel. På innmarksbeite og heimenære beite i låglandet, der ein veit av erfaring at det er flått som medfører sjukdomssmitte og sjukdom, kan det vera naudsynt med førebyggjande tiltak med ny behandling i beitetida mot utvortes parasittar som flått. I område med mykje flått kan ny førebyggjande behandling vera aktuelt 3-4 veker etter beiteslepp (Vatn et al., 2009). Sjodogg på lam (også kalla fotasykja) er i utsette område årsak til ein god del sjukdomstilfelle og tap av lam på beite. Oppdagar ein lam med sjukdomen sjodogg tidleg, kan dei behandlast av veterinær, og med gode utsikter til å verta friske. Omfanget av sjodogg er omfattande, men er usikkert talfesta. Lokalt og regionvis er sjodogg aukande, og førebyggjande tiltak vert sett på som naudsynt.

Flått overfører sjukdomen **babesiose**, eller **hagasott** (også kalla blodpiss), hjå storfe på beite. Hagasott skuldast infeksjon av den eincella organismen *Babesia divergens*. Denne flåttborne sjukdomen har og si hovudutbreiing i ytre og midtre strok av Sør- og Vestlandet, og vidare nordover. Hagesott førekjem gjerne meir geografisk sprangvis. Sjukdomen må behandlast av veterinær på eit tidleg stadium. Går det ei tid før det vert oppdaga at dyr på beite har hagasott, kan blodtapet gjennom urin ha medført sterk svekking, slik at behandling ikkje reddar dyret. Aukande framvekst av kratt og skog, og eit fuktig og varmt klima, synest å auka faren for utbrot av hagasott. Dyr innkjøpt frå område der ein ikkje har flåttoverført *Babesia divergens*, er utsette for smitte og sjukdomsutbrot i område der hagasott førekjem. Kalvar bør i utsette område koma på beite første sommaren, symtoma er då mildare enn på vaksne dyr, og dei opparbeider immunitet (Grønstøl & Gjerde, 2003). Lokalt på Vestlandet er hagasott kjend langt tilbake.

Utvortes parasittar som **flugelarvar**, må reknast som eit aukande problem langs kysten og i midtre fjordstrok. Attgroing med tettare vegetasjon, mildare klima og fuktig verlag/høg luftråme er tilhøve som aukar faren for egglegging og åtak av flugelarvar. Faren for åtak er størst på lam og sau som går på låglandsbeite. Spyflugene legg egg direkte på dyret, ikkje minst i hale- og akterpartiet på dyr med diaré. Våt ull over tid er åleine risikofaktor for egglegging. Ubehandla vil ein stor del av angrepne dyr daua av ammoniakk- og blodforgifting (Vatn et al., 2009).

Utviklinga i eit åtak med flugelarvar går fort. Åtak av flugelarvar er ei underestimert årsak til lammetap på låglandsbeite. Hyppig tilsyn for å oppdaga åtak tidleg, slik at ein kan rå bot med det tidsnok; føreta klipping så ein avdekkar omfang, reingjering og sikra at ein har fått vekk alle larver både på skinn og i sår, vasking med grønnsåpevatn, og føreta medikamentell behandling av veterinær mot blodforgifting om larvene har ete seg gjennom huda og danna sår eller sårflater. Førebyggjande behandling med middel mot utvortes parasittar er tilrådd der problemet er vanleg. Verknaden er avgrensa i tid, gjerne 3-4 veker avhengig av nedbør, og førebyggjande behandling må difor gjentakast.

Ved eit mildare klima er det auka utfordringar med sjukdomar på dyr der smitteoverføringa skjer med flått, mygg og sviknott. Blåtunge er ein frykta insektoverført (sviknott) virussjukdom hjå drøvtyggjarar (sau, geit og storfe) og hjortevilt. I 2009 vart fire storfebesetningar på Sørlandet smitta med blåtunge, men ein unngjeikk vidare smittespreiing. Blåtunge er A-sjukdom med meldeplikt til Mattilsynet ved mistanke om sjukdomstilfelle.

Generelt kan uttrykkjast at situasjonar med milde vintrar, varme/varmare somrar og meir nedbør/fuktigare verlag vil kunne endra vilkåra til gunst for flåtten si utbreiing. Flåtten vil kunne verta vanlegare i dei indre stroka på Vestlandet og i større høgd over havet, og flåttborne sjukdomar vil fylgja med.

4.1.5 Brysme ugras – kan klimaendring medverka til auka omfang for einskilde?

Sivartane lyssiv og knappsiv er ugras som seinaste 10-åra har vorte eit aukande problem i eng og beite på Sør-Vestlandet og Vestlandet. Størst problem valdar sivartane langs kysten og i ytre- og midtre strok. I indre strok synest dei så langt ikkje å vera noko stort problem. NIBIO (Fureneset og Plantehelse Ås) har i samarbeid med NLR på Vestlandet granska mogelege årsakssamanhengar til auka omfang og utbreiing. Hypoteser før start av prosjektet var m.a. om mildare og fuktigare vintrar er medverkande årsaker til at siv er eit aukande problem. Det er undersøkt fysiologi hjå siv, under kva vilkår dei vert eit problem og tiltak for å redusera/bekjempe siv mekanisk og kjemisk.

Lyssiv og knappsiv er eit problem i område med stor årleg nedbør, særleg på organisk jord (myr) og anna jord med høgt innhald av organisk materiale, men etablerer seg også på mineraljord med moderat innhald av organisk materiale. Høgt innhald av vatn i jorda, at grunnvatnet står høgt og lite innhald av luftfylte porer i jorda, er tilhøve som fremjar vilkåra for sivartane i konkurranse med gras. Frå praksis er registrert at sivartane får rask og omfattande utbreiing på myrjord som er dårleg drenert og har tett struktur og er ekstensivt driven/svakt gjødsla. Resultata frå forsøka syner at tiltak som god dreneringstilstand og god jordfysisk tilstand er positivt, unngå høgtstående grunnvatn og sikra at luftporevolumet og luftvekslinga i jorda er tilstrekkeleg (Kaczmarek Derda et al., under arbeid). I gjødslingsforsøk utført på eng der siv er eit problem vart det undersøkt om næringstilførsel verka inn på utbreinga av siv. Utan N-tilførsel auka siv i omfang, med 6 kg N tilført pr. daa var det svak tilbakegang og med 22 kg N tilført var det markert tilbakegang (Folkestad et al., 2010). Ved største mengde N tilført auka mengda av høymole. Høymole er ei ugrasplante som likar rikeleg N-tilførsel, og det er kjend frå sveitsiske forsøk med gylle at innslaget av høymole aukar med rikeleg tilførsel av gylle («gylleflora»). Høymole er ugras som det må prioriterast tidleg å ta opp kampen mot.

Mot siv kan ein nytta det kjemiske middelet MCPA 750. Tek ein tak i problemet tidleg kan det nyttast ei ryggsprøyta og punktsprøyta sivplantene, har siv teke overhand må traktorsprøyte nyttast. Aktuelt sprøytetidspunkt er siste halvdel av juli-månadsskiftet juli-august. Lyssiv og knappsiv er fleirårige rotugras. Dei formeirar seg både med frø og med skot frå etablerte jordstenglar. Siv kan fjernast mekanisk ved hjelp av ryddesag seint i sesongen. For å oppnå effekt må sivplanta kuttast om lag 2 cm under jordyta, slik at ein kuttar i underkant for vekstpunktet for lysskota. Det må kuttast så langt ned at ein ikkje lenger ser horisontale jordstenglar (Arstein & Folkestad, 2010).

Andre ugras i eng og beite som reagerer med å auka i omfang når jorda er våt, er krypsoleie og engsoleie. Krypsoleie i eng aukar utbreiinga ved å auka jordpakking, noko som er registrert i fleire forsøk på Vestlandet med ulik jordpakking.

4.1.6 Driftsform og slåttetidspunkt

Ein naturleg verknad av lenger vekstsesong vil vera at ein større del av grasareala enn i dag vert hausta tre gonger for å ta ut den potensielle avlingsauken som lenger vekstsesong gjev, men og for å oppnå eit kvalitativt betre grovfôr. Parallelt med lenger vekstsesong vil meir nedbør gjera innhaustinga vanskelegare, ei innhausting som alt i dag ofte kan vera vanskeleg i mange område på Vestlandet. Spesielt om hausten kan vassmetta jord skapa problem for innhaustinga, og hausting under slike vilkår medfører køyreskade og jordpakking som medfører avlingsreduksjon og fare for uttynna plantesetnad etterfylgjande år (Myhr & Njøs, 1983; Øpstad, 1991). Vanskane er størst på torvjord (myr) og jord med høgt innhald av organisk materiale i øvre jordsjikt og tett mineraljord under (morenejord eller sedimentær avsetjing med mykje finmateriale).

I tillegg til dette kjem strukturendringane mot færre bønder og meir areal per bonde. Dette resulterer i bruk av større og meir effektivt utstyr, men diverre også som oftast tyngre utstyr. Ein må difor skilja mellom lenger vekstsesong om våren og lenger vekstsesong om hausten. Det at graset kjem tidlegare om våren får ein som regel nytte av, men det som veks lenger utover hausten er ikkje alltid råd å få utnytta. Ei lett hausbeiting kan difor vera eit like godt eller jamvel betre alternativ som ein ekstra slått for å unngå køyreskadar på jorda. Ein kan t.d. leggja opp til tre slåttar på mineraljord av god kvalitet, som er godt drenert og ligg i gode klimasoner. Elles kan ein

leggja til rette for ei lett beiting med sau på hausten på areal ein ikkje får hausta ved slått seinhaustes. Nyttan med beitinga av sau må vegast opp mot kostnaden med gjerdehald.

Høgland et al. (2013) har i simuleringsforsøk undersøkt klimaendringar til eit nært framtidsscenario (2040-2065) i jamføring med normalperioden 1960-1990. Av dette kan ein mellom anna trekkja ut at grunna auka temperatur og varmesum og tidlegare vekststart, vil førsteslått kunna haustast tidlegare enn ved utgangsklimaet (1960-1990). For tidlege område på Vestlandet kan førsteslått ta til sist i mai (20. mai og utover), medan det i dei indre og meir høgareliggjande område vil verta mindre framskunding av tidspunkt for førsteslått. I dei tidlegaste områda, og der det er jordvilkår for det, kan ein ved dyrking av fleirårig raigras ta fire slåttar om ikkje hausten vert våtsam. Tre haustingar vil verta vanleg i større område enn i dag. Nedbørmengda seint i veksetida/tidleg haust (september-oktober) vil dels verka til å setja praktiske hindringar for å ta ein sisteslått noko ut i september eller i oktober. Auka temperatur i veksetida vil verka til at gjenveksten kjem raskare, slik at det er rett å rekna med at andreslått og eventuelt tredjeslått vert framskunda. I mange område på Vestlandet kan det då vera aktuelt at ein tredjeslått kan takast i månadsskiftet august/september eller tidleg i september.

4.1.7 Vinterskade

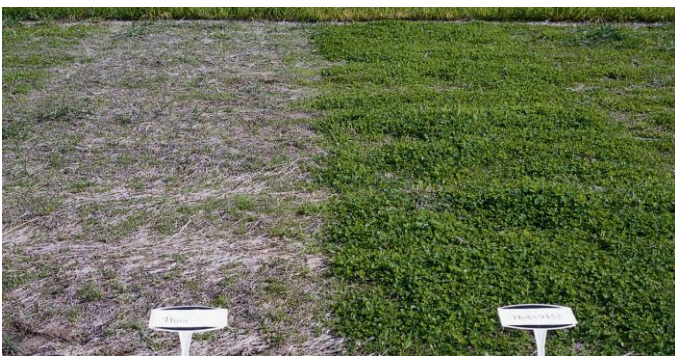
Med dei klimaendringane som ligg til grunn for det som er peika på som sannsynleg venta utvikling framover, publisert av DNMI (<http://noserc.met.no/effect/dynamic/stasjoner/index.html>), er det usikkert i kva grad den kortare herdingsperioden og dei mildare haustane vil påverka frosttoleransen til plantene. Høgland et al. (2008) peika i ein artikkel i Bondevennen på at i ei lengre framskrivning vil risikoen for frostskeidar etter vekststart auka noko. Det vert peika på at ein langstrakt vår med vekslende temperatur einskilde år kan gje vekststart etterfølgd av ein kuldeperiode. Det er og slik at dei grasartane som kan nytta seg av ein lenger vekstsesong, som til dømes fleirårig raigras, manglar vekstavslutning og er særleg utsette for vinterskade. Her trengst det forskning og utvikling av plantemateriale som kan utnytta den lange veksetida og på same tid overleva vinteren.

Vêrtilhøve og driftsmåte påverkar herding og overvintring

Meir venta regn i haustmånadane kan gjera innhaustinga vanskelegare, og ei godt drenert jord vil letta arbeidet. Ei godt drenert jord er også gunstig for plantene, både i vekstsesongen for å gje luft til røtene, og om hausten når plantene skal herdast før vinteren. Ei god herding krev tørt og kaldt vêr, og i vårt våte klima gjev god drenering ei god hjelp til plantene. Vêrtilhøva vinterstid og dreneringstilstanden og pakkingsgraden til jorda, har innverknad på overvintringa i eng. Høg temperatur er ein viktig tilleggsfaktor attåt vassinnhald i jorda både om haust og vinter som kan svekka grasplantene si overvintringsevne (Østrem et al. 2009). Evna til å overleva under isdekke er vesentleg dårlegare for raigras enn for timotei, raigras toler vesentleg færre dagar under isdekke (Jørgensen et al. 2009).



Ved overgang frå kulde og snø til mildver og regn kjem det tydeleg fram kor vatnet samlar seg og vert ståande. Her ligg deler av engarealet lågare enn elvekanten, og det er ikkje drenering for overflatevatn. Ved tilfrysing med iskappe i overflata er det utsett for vinterutgang grunna is og vasskade. Foto: Lars SørDAL



Genetisk tilpassing av sortar er viktig for overvintring, noko dei to kvitkløver-sortane på biletet viser

Lengre vekstsesong krev endra vanar

Når vekstsesongen blir lengre vil det totale produksjonspotensialet frå eng og beite auka, noko som krev at ein tek stilling til korleis ein utnyttar denne auka produksjonen på eigen gard med tal slåttar og eventuelt beitingar som høver for kvar gard for heile vekstsesongen under eitt og ikkje kvar slått for seg.

Ta våren på alvor

Temperaturauke tidleg på året gjer til at planteveksten startar tidlegare enn før. Vekststart reknar ein når gjennomsnittstemperaturen er over 5°C fem dagar på rad. Vekststarten på Vestlandet / Sør-Vestlandet varierer mykje, frå mars på dei tidlegaste stadene til seint i april mange stader, og også inn i mai månad der snøen ligg lengst. Planteveksten er på det høgste i denne perioden tidleg i vekstsesongen, der plantene har rikeleg med lys og frå våren av også nok vasstfang, og desse vekstfaktorane må utnyttast. Det er viktig å få ut husdyrgjødsel før "vårtørken" slår til. April og mai har i snitt minst nedbør, og både husdyr- og mineralgjødsel må ut slik at ho får nok nedbør på seg fram mot førsteslått. Tidspunkt for førsteslått og fôr kvaliteten vil i stor grad vera påverka av vekststart og vêrtilhøva i april og mai.

Vekstsesongen blir lengre, men veksten avtek uansett mykje om hausten samanlikna med om våren og sommaren, og det er difor viktig å utnytte perioden med sterkast vekst best mogleg. Tidspunkt for sisteslått varierer mykje, men dersom ein legg opp til sisteslått tidleg i september, vil ein lettare unngå å koma borti den våtaste perioden om hausten. Meir regn om hausten kan føra til auka innhaustingsproblem, og ein bør unngå tilførsel av gjødsel som fremjar plantevekst i denne perioden sjølv om det betyr at ein då ikkje utnyttar den lengre vekstsesongen om hausten.

Planteveksten regulerer seg til dels sjølv. I år med milde haustar med mykje mineralisering av nitrogen i jorda og god plantevekst, vil oftast innhaustingstilhøva også vera brukbare. I år med låg hausttemperatur er grasveksten generelt låg. Problemet oppstår når det står mykje gras att som skal haustast når haustregnet alt har starta, og jorda er vassmetta. Det tek lengre tid før jorda tørkar om hausten enn på forsommaren (Østrem & Øpstad 2013).

Vassmetta jord om hausten

Med auka nedbørsmengder vil jorda verta vassmetta om hausten og vinteren. Dette gjev anaerobe forhold, dvs. at det ikkje er oksygen tilgjengeleg for planterøtene, noko som gjev energi- og næringsmangel i planta. Dersom denne tilstanden varer, gjev det dårlegare overvintring. Grasartane toler vassmetting i ulik grad. Is og vasskader er viktige årsaker til vinterskader i Noreg med store avlingstap som resultat. Det er framover venta eit sterkt vekslende haust- og vintervêr. Dersom temperaturen er høg om hausten slik at veksten blir fremja, vil denne veksten også krevja vasstilgang. I ein kaldare haust med liten plantevekst, kan vassmetta jord verka negativt.

Herding av engplantene, og korleis ulike grasartar nyttar karbohydratreservane gjennom vinteren

Ei god grasavling krev god overvintring og dette startar hausten før. Herdinga av graset startar om hausten når temperaturen fell. Klarvêr og nattefrost gjev dei beste herdingsforholda då låg temperatur og kort dag gjer til at veksten stansar, og planta lagrar karbohydrat frå fotosyntesen i stubb og røter. Desse karbohydrata nyttar plantene direkte i herdinga, men i hovudsak skal dette vera ei "niste" som plantene tærer av fram til våren. Dei ideelle herdingsvilkåra med tørt og kaldt vêr med temperaturar under 5°C, er oftast mangelvare på Vestlandet om hausten. Høge temperaturar fremjar plantevekst og gjer til at herdinga skjer seinare på hausten då innstrålinga er mindre, og herdinga blir dårlegare. For å hjelpa plantene til ei betre herding må ein unngå vekstfremjande tiltak som gjødsling, og ei godt drenert jord vil verka positivt for å avslutta planteveksten.

Eit forsøk på NIBIO Fureneset kan illustrera korleis artar som timotei og fleirårig raigras reagerer ulikt på temperatur om haust-førejulsvinter og etterjulsvinter-tidleg vår, og konsekvensar det bør ha for driftsmåten. Fylgjande omtale er eit utdrag frå ein fagartikkel i Bondevennen (Høgland et al., 2008):

Timotei og fleirårig raigras toler låge temperaturar ulikt, men kva er det som gjer denne skilnaden? Noko av forklaringa kan knytast til korleis dei veks og hushalderar karbohydrata gjennom vinteren. I eit forsøk på Fureneset hadde planter av fleirårig raigras høgare innhald av karbohydrat og dobbelt så mange skot som timotei i slutten av oktober 2005. Raigraset heldt fram med å setja nye skot også i desember. I begge artane auka karbohydratmengda utover vinteren grunna fotosyntese. Talet på skot i raigras vart halvert frå oktober til april, og dermed forsvann mykje av tilgjengeleg karbohydrat, og raigraset hadde lite næring att til vårveksten. I timotei var veksten etter oktober svært liten, og med lite svinn gjennom vinteren var tilgjengeleg karbohydratmengde om våren faktisk litt større enn om hausten. Dette viser m.a. kor viktig det er å ikkje fremja veksten i fleirårig raigras seint på hausten.

Meir vekslende ver på før- og etterjulsvinteren

Is og vasskader er viktige årsaker til vinterskader, særleg i ein del område i midtre- og indre strom av Vestlandet, og med store avlingstap som resultat. Det er framover venta eit sterkt vekslende haust- og vintervêr. Om vinteren kan truleg plantene klara vassmetting åleine så lenge

temperaturen er låg (under 5°C), men ved høgre temperatur vil mangel på oksygen fort verka hemmande. Det mest utfordrande for plantene er nok kombinasjon av vassmetta jord frå hausten av og frost i løpet av vinteren, spesielt om det vert danna eit tett isdekke, og då trengst det tiltak på førehand.

Vekslande vinterver mellom frost og mildver kan føra til at det særleg i forseinkingar og på flat mark samlar seg overflatevatn i periodar med mildver og nedbør. Engplantene kan då verta dekkja av eit islag når det fryser til. Jamvel i hallande terreng kan det verta isdekke når snø demmer opp for vatnet, og vassmetta snø- og issørpe fryser til. Ved fleire slike vekslingar i vinterveret kan det på utsette stader byggja seg opp eit isdekke som det kan ta lang tid om våren å smelta bort. Ein kan då få opphoping av CO₂, som gjev giftverknad, og i tillegg kjem aukande konsentrasjon av andre giftige andingsprodukt som etanol, mjølkesyre og epleysyre. Bredalføra i midtre- og indre strok av Vestlandet vil vera dei områda der ein kan rekna med oftast å vera utsett for slike tilhøve. Også i ytre strok kan dette førekoma, men langt meir sjeldan.

Tiltak mot overflatevatn, og is- og vasskade

Viktige tiltak mot is- og vasskade er at vatnet kan renna av på overflata. Forseinkingar må drenerast, det må lagast nedlaup i form av kummar eller steinsiloar, og ein må fjerna tersklar og stengsler som har eit lag til å byggja seg opp mot grøftekantar og kanalar. Ein må hindra tilsig frå kringliggjande areal ved at ein har gode kantgrøfter som fangar tilsig både av overflatevatn og sigevatn og som leier det bort.



Vatn kryr opp i foten av hellande terreng. Når jorda er frosen vil dette saman med smeltevatn og nedbør frysa til isdekke når det vert kaldt. Biletet er teke 16. januar 2003. Foto: Arve Arstein.

På stader der ein er utsett for at vatn vert ståande på overflata, og ein er utsett for vinterskade, bør ein gjera profileringstiltak så ein formar overflata slik at overflatevatn renn av og vert leia bort. Uheldig driftsmåte kan forsterka omfanget av overvintringsskade i eng. Tilhøve som gjeld gjødselstyrke, tidspunkt for gjødsling, haustetid og jordpakking må reknast som medverkande årsaker til overvintringsskader i eng. Samspelet mellom dei nemnde driftsfaktorane, og jord- og vêrparameterane, er av stor praktisk verdi. Med mykje nedbør om seinsommar og haust, har jordart og dreneringstilstand sterk innverknad på driftsmessige forhold som påverkar overvintringa.



Vatn som kryr opp frå ei stikkrenne under veg og breier seg ut over engareal, danna vinteren 2003 eit samanhengande isdekke og var årsak til vinterutgang. Offentlege etatar har ikkje alltid gjort godt nok arbeid med planleggjing og anlegg av stikkrenner og avlaup under vegar og gang- og sykkelstiar, slik at det førekjem oppdemming på oversida eller er mangelfullt avlaup på nedsida. Foto: Arve Arstein

4.2 Auka nedbørsmengd

4.2.1 Drenering

Grøfte- og dreneringsaktiviteten på Vestlandet har vore liten i mange år. Årsakene til dette er mellom anna at det er dyrt, og at mykje jord er leigejord der det vert grøfta mindre enn på jord ein eig sjølv. Dette har resultert i eit oppsamla behov for drenering. I snitt gjev bøndene sjølv opp at 7% av jordbruksarealet er dårleg drenert. Dårleg drenert areal fører i første omgang til lågare avlingar, dårlegare utnytting av tilført gjødsel, køyreskadar ved hausting, auka vinterskadar og vanskar med å få fornya enga. Til slutt vil det verta vanskeleg å få driva arealet, og då må bonden gjera noko om han skal ha nytte av arealet vidare. Med auka nedbørsmengde totalt og auka nedbørsintensitet som fylgje av klimaendringane, vil problema med drenering berre verta endå meir forsterka. Tungt utstyr og det at gardbrukarane skal hausta større areal, ofte med innleigd entreprenør, gjer at tidspresset vert sterkare og omsynet til at jorda er tilstrekkeleg tørr ikkje vert ivareteke. Situasjonen tilseier at det må stillast strengare krav til dreneringstilstand framover.

Omfang av vedlikehald på eksisterande dreneringssystem og oppattgrøfting vil variera frå areal til areal. Punktvis drenering kan i mange tilfelle vera nok. Andre måtar er å ta djupe opne avskjæringsgrøfter / kantgrøfter, seinka djupna på hovudavløp, omgraving, usystematisk eller systematisk grøfting. Kostnadane vil variera mykje etter kva måte ein vel. Kva tiltak som er best kan bonden få hjelp til å vurdere.

På fylkesnivå vil 10,1% av det fulldyrka arealet som er dårleg drenert utgjera 26 700 daa i Hordaland, 8,8% utgjær 26 750 daa i Sogn og Fjordane og 9,7% utgjær 46 000 daa i Møre og Romsdal. Dette er det bøndene sjølve gjev opp som dårleg drenert areal. Ved systematisk drenering

kan ein rekna ein kostnad på 8000–10000 kr /daa. Men om ein del av dette dreneringsbehovet kan utførast som punktdrenering og usystematisk grøfting, vil kostnaden per da gå ned. Samstundes vil aukande nedbørsmengder framover medføra ytterlegare behov for drenering i framtida, både fordi samla nedbørsmengde går opp, men også at auka nedbør over kortare tidsrom set større krav til dreneringssystema. Større nedbørsmengder over kort tid gjer at dimensjonane på røyra må aukast, spesielt i samlegrøfter og kanalar. Drenering er eit svært viktig tiltak i jordbruket for tilpassing til eit endra klima. I tillegg til det oppsamla behovet for drenering av dårleg drenert areal, kjem årleg drenering som må gjerast for å halda tilstanden på dyrka areal ved like. Levetida til dreneringsystem/-grøfter er kortare på Vestlandet grunna jord og klima enn kva som er tilfelle på Austlandet.

4.2.2 Avlaup og stikkrenner.

Klimaprognosene syner at det er viktigare enn nokon gong med god planlegging av tiltak for å unngå skadar som skuldast flaum. I høve skogsveggar kan vi oppleve at vegen fungerer som ei "takrenne" i lia slik at vatnet samlast i bekkefar som ikkje er tilpassa slike vassmengder. Dette kan utløysa jord- og sørpeskred. Til dømes vil både dimensjoneringa av og tal stikkrenner og plassering av desse på ein skogsveg, vera viktig. Ved planlegging av eit slikt anlegg, bør ein finna storleiken på nedbørsfeltet på den einskilde bekken og sjå dette i samanheng med nedbør. Vidare må ein vurdera vegetasjonen i området. Lite vegetasjon gjev raskare avrenning og meir intense avrenningar enn i område med mykje vegetasjon. Ut i frå erfaringstal vil ein etter dette kunna dimensjonera storleiken på kulvertar. NVE rår til at ein aukar storleiken på kulverten med 20% for å sikra seg mot venta nedbørsauke. Utforming av stikkrenner er òg viktig for å unngå skader. Ofte vert kulvertinntak tetta av kvist og anna rask, og ein monterer rister for å unngå dette. Rister framom kulvertinntak bør utformast med overløp, sjå fig. 4.2.2.1, slik at vatnet kan renna over rista og koma ned til kulverten om rista vert tetta.

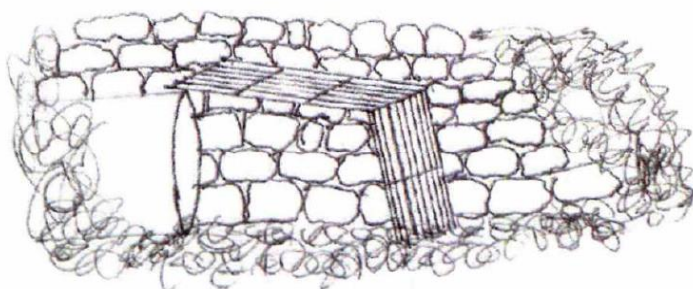


Fig. 4.2.2.1. Rist med overløp mot kulvert. NVE

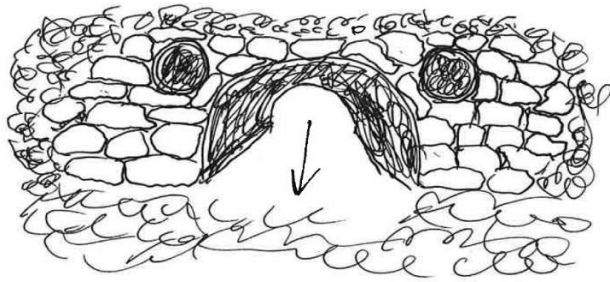


Fig. 4.2.2.2. Kulvert med to overløp. NVE.

Store nedbørmengder i form av regn om vinteren med kalde periodar innimellom kan føra til atffrysing av kulvertar. Dette kan øydeleggja kapasiteten til kulverten totalt. Som avbøtande tiltak kan ein leggja ned eit til to mindre røyr parallelt med kulverten og med ei slik høgde at vatnet normalt ikkje renn i dei, sjå fig. 4.2.2.2. For små kulvertar kan ein òg leggja inn ein $\frac{3}{4}$ - 1' slange der endane vert hengt opp og tetta. Denne slangen kan ein fylla med kokande vatn når ein treng tina kulverten.

Like viktig som god planlegging og utføring av eit veganlegg er vedlikehald av stikkrennene og kulvertane. Stundom ser ein at vedlikehaldet sviktar. Tette stikkrenner/kulvertar fører vatnet vidare nedover langs vegen og samlar såleis vatnet til større bekkar som renn nedover i terreng som ikkje taklar vassmengda. I slike tilfelle har vegeigar eit ansvar for skadar som eventuelt kan oppstå i samband med manglande vedlikehald.

4.2.3 Kanalar og forbyggingar, tiltak mot erosjon

Auka nedbør gjev større vassmengder i vassdrag. Dette vil utsetja elvekantane for auka påkjenning. Vassdrag der kantane er forbygd/kanalisert kan såleis få skadar då dei ikkje er dimensjonerte for slike vassmengder. Ofte vil steinlaga verta undergrevne ved at vasstraumen vaskar ut finstoff slik at dei større steinane kjem i rørsle. Slik utvasking kan òg skje i bakkant av steinlaga. Aktuelle åtgjerder vil vera å byggja "energidreparar". Det kan vera tersklar eller større steinar plassert ut i elveløpet. Tersklar (eventuelt steinband) vil kunne hindra at djupna på elvebotnen endrar seg. Større steinar i elveløpet kan òg ha ein positiv effekt for fisk då dei får fleire gøymestadar. Også utviding av elveløpet kan vera effektivt for å minska trykket mot elvesidene/botnen. Kva tiltak som høver best, må vurderast i kvart einskilt tilfelle. For nye forbyggingar er det særskild viktig med god fundamentering av nedste steinlaget, og laget bør plasserast minst 1 m under elvebotnen eller boltast fast om ein når fast fjell. Det er òg viktig med eit lag god drenerande masse i bakkant av steinlaget. Figur 4.2.3 syner prinsippa for slik forbygging med ein liten voll.

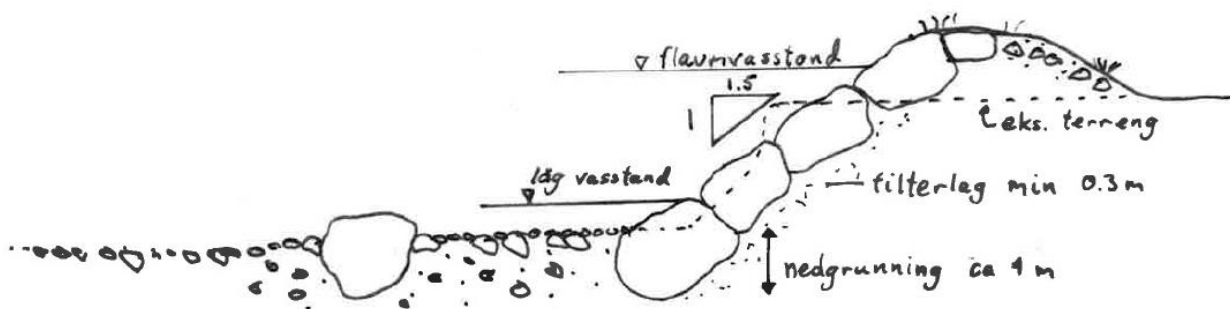


Fig. 4.2.3. Plastring med liten voll. NVE.

Vêrprognosane tilseier meir vind i framtida. Dette vil påverka kantvegetasjonen langs vassdrag. I tillegg til positiv effekt på biologisk mangfald som auka mattilgang for fisk og skjul for både vass- og landlevande dyr, vil kantvegetasjon vera med på å halda elvesidene på plass. Men dette gjeld berre fram til ein viss grad. Store tre kan lett rotvelta og såleis riva opp elvekantane slik at vasskreftene får betre vilkår for graving. Vidare vil trea i seg sjølv utgjera ein fare om dei vert ført med vasstraumen og legg seg framom ei bru eller liknande. Ein bør fjerna tre som har ein stammediameter over 10 cm (noko avhengig av situasjon), verkar rotne eller heng utover elva, men late mindre tre og kratt stå att. Røtene på store tre på forbygde/kanaliserte elvekantar kan sprengja ut steinar og såleis skada kanalen/forbygginga. Vidare vil røtene tilhøyrande daude tre rotne over tid. Dette gjev holrom som kan auka utvasking av finstoff i bakkant av steinlaga slik at desse vert skipla. Auka nedbør vil òg kunna gje auka avrenning. Eit lag av naturleg vegetasjon er såleis viktig langs vassdrag. Vassressurslova §11 (kantvegetasjon) legg opp til at det skal oppretthaldast eit naturleg vegetasjonsbelte som motverkar avrenning og gjev levestad for planter og dyr. Det er i utgangspunktet kommunen som skal fastsetja krav om og breidda på slikt vegetasjonsbelte.

Auka nedbør og fleire intense nedbørsperiodar kombinert med redusert snødekke og kortare periodar med frosen mark, vil forsterka erosjon og avrenning. Dette fører til både tap av verdifullt jordsmonn og redusert vasskvalitet som følgje av auka avrenning av partiklar og næringsstoff frå jordbruksareala. Normalt er ikkje dette noko problem på varig eng og beite, men i attlegg og på bratte beite kan dette vera noko ein må ta meir omsyn til og ta førehandsreglar for å unngå.

4.2.4 Sikring av bekkeløp, kulvertar og elve- og bekkesider.

Sikring av elve- og bekkesider

Elve- og bekkesider kan sikrast slik som figur 4.2.4.1 syner. Det er viktig med god nedgrunning, gjerne 1 m under elvebotnen, av neste steinlaget i fotgrøfta. Dette vil hindra undergraving av forbygginga om t.d. elvebotnen skulle senka seg. Det bør nyttast kanta stein der største steinane vert plasserte i nedste steinlag. Bak og under steinlaga må det vera eit lag med drenerande masse (minst 0,3 m tjukt), noko som vil hindra utvasking av finstoff. Eit slikt filterlag vil òg redusera faren for at frysing/tining av vatn i bakkant av steinane, kan skipla steinlaga. Det bør nyttast kanta, skoten stein, og dei største steinane bør plasserast i nedste steinlaget. Ein bør unngå «bandtjuvar» det vil sei at mellomrommet mellom steinane i eit steinlag ikkje må treffa mellomrommet mellom steinane i steinlaget ovanfor. Av fleire grunnar er det føremun med slak sidehelling av ei

førebygging. Bruk gjerne helling 1:1,5 som utgangspunkt. Slak helling krev meir areal, men aukar kapasiteten i elve-/bekkefaret m.o.t. å ta flaumtoppar. Med slak helling får ein også ei meir stødig forbygging. Stor stein, og gjerne noko flat i form, vert vurdert som naudsynt der det er stor eroderande kraft i vatnet. Storleiken på steinane bør sjølvsagt tilpassast vassføringa, men prinsippa er dei same.

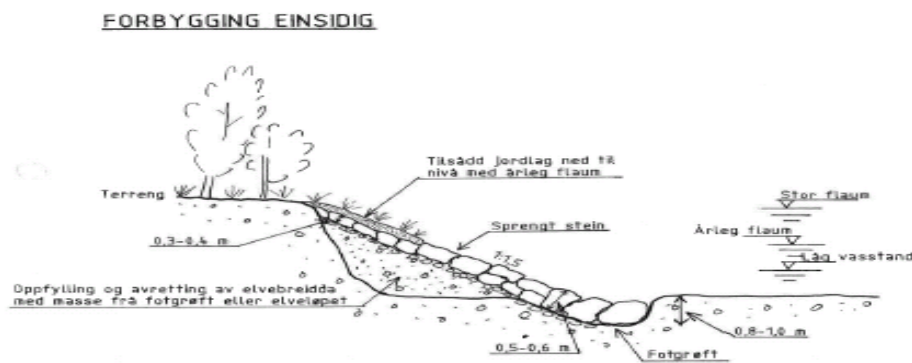


Fig.4.2.4.1. Sikring av elve-og bekkesider. NVE.

I mindre elvar og bekkefar kan det vera turvande å plastra både sidene og bekkebotnen. Figur 4.2.4.2 skisserer korleis dette kan utførast, men prinsippa i figur 4.2.4.1 gjeld også i slike små bekkeløp.

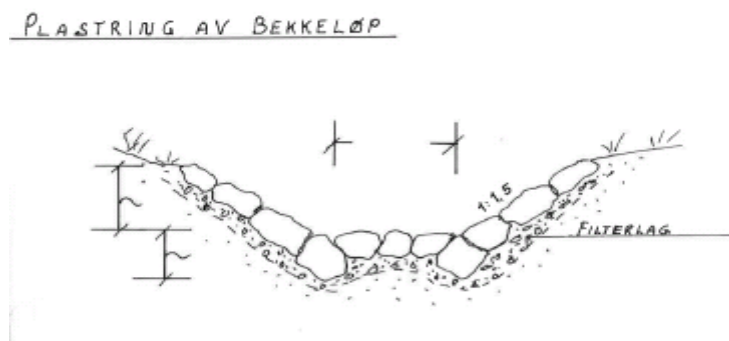


Fig. 4.2.4.2. Plastring av bekkeløp. NVE.



Elvelaupet under bruer må dimensjoneres tilstrekkeleg sjølv i mindre elvefar. Steinsetjing i sider og botn hindrar graving. Foto: Kjersti Søvik

Sikring av kulvertutløp

I utløpet av kulvertar og stikkrenner har vatnet ofte høg fart etter å ha runne gjennom eit glatt, hallande røyr. Det gjev vatnet stor energi og såleis stor eroderande kraft. For å sikra skadar ved utløpet, bør bekkeløpet i utløpsområdet forsterkast slik det syner i fig. 4.2.4.3. Ved å leggja større steinar som vatnet råkar ved kulvertutløpet, vil ein redusera farten på og dermed energien i vatnet. Dette reduserer faren for skadar på bekkbotnen og -sidene nedstraums kulvertutløpet. Også her er det viktig å leggja eit lag drenerande masse slik at ein unngår utvasking av finstoff. Er det erosjonsutsett materiale i den opphavelige bekkbotnen og/eller bekkssidene og der kulverten har utlaup, kan det vera naudsynt å leggja duk underst og så drenerande masse oppå duken før plastring med stor stein, for å unngå utvasking/erosjon av finstoff. Som fig. 4.2.4.3 syner, bør avslutninga leggjast noko ned i elvebotnen. Dette vil hindra at vatnet grev seg under steinlaget i nedkant av dette.

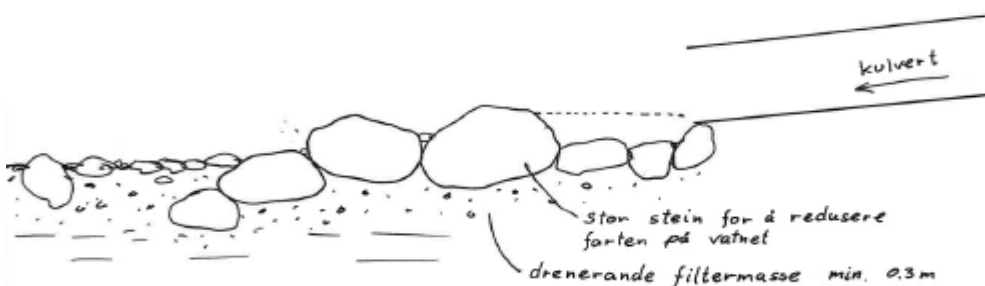


Fig.4.2.4.3. Lengdeprofil sikring av kulvertutløp.



Oppreinsking gjort i elv i Hausdalen i Fana etter flaumen 14.09.05. Stor flaumvassføring førde med seg lausmassar nedover i elva, der dei vart avsett i slakare parti. Elvelaupet var i fleire flate parti grunt, og vatnet fløynde utover tilliggjande areal og tok med seg jord og finare lausmassar. Her er det gjort oppreinsking i elvelaupet og bygd opp høgare elvekantar for å sikra mot ny flaumskade. Foto: Kjersti Søvik

Førebygging m.o.t springflo og stormflo med stor erosjonskraft

På utsette stader ved sjø kan kombinasjon stormflo og storm/orkan føra til at sjøen slår inn over land med ei sterk eroderande kraft på stranda og arealet innanfor, om der er lausmassar utan stein eller opplagt vern. På utsette stader må det vurderast om det skal etablerast vern mot slike sterke naturkrefter.

4.2.5 Konsekvensar av klimaendringar

Avrenninga frå eit område i vinterhalvåret har auka over tid, og vil auka framover. Avrenninga om sommaren vil derimot som hovudmønster minka eller ta ei anna form, prega av at nedbøren dels kan koma som meir intens nedbør over kort tid. Avrenninga er som overflateavrenning og som grunnvassavrenning. Det vert sett som sannsynleg at faren for markvassunderskot om sommaren kan auka framover, slik at sommartørke i landbruket kan verta meir vanleg førekomande utover i framskrivingsperioden. I eksisterande grøftesystem og lukka kanalar er dimensjoneringa hovudsakleg gjort etter tabellar/dimensjoneringsnorm utarbeidd før 1980. Ved reparasjon eller oppgradering bør ein plussa på anslagsvis 20% i dimensjonering.

Fleire og større flaumar vert vurdert som sannsynleg framover, noko avhengig av tilstanden i vassdraget er m.a.:

- Korleis er grunnvatn/markvassinnhaldet, er det turt/vassmetta i utgangspunktet, er det snø og/eller tele, er det flaumdempande eigenskapar, terrengform/høgdeskilnad/lengde på vassdraget/vatn, myrområde, magasineringsrom som verkar seinkande/dempande?
- Snøsmelting og verknad av temperatur, kva tilstand snøen har (fukttilstand), verknad av vind og luftfukt
- Nedbørsmengde, nedbørsintensitet, kor lenge nedbørsperioden/-ane varer

Det vert skilt mellom to hovudformer for flaum; regnflaum og snøsmelteflaum, men kombinasjon mellom desse flaumformene førekjem også. Kombinasjon regnflaum og snøsmelteflaum på Vestlandet er mest vanleg i dei indre strok med større fjellmassiv/evt. breområde, og lengre elvestrekningar. Regnflaum er meir vanleg i kystnære vassdrag på Vestlandet. Mykje fjell og tronge dalbotnar gjer at vatnet fort finn veg og samlar seg i hovudlaup, der vassføringa veks svært fort. Flaumane som var i Odda, Voss, Aurland og Lærdal 28.-29.10.2014 er flaumar som valda stor skade, særleg i Odda, Aurland/Flåm og Lærdal. Skadane var store m.o.t. infrastruktur og busetnad i Odda og Flåm, og mot landbruk, særleg i Lærdal, men også i Flåm. Det vert gjerne skilt mellom raske og trege flaumar. Trege flaumar, som ofte har sitt opphav i fjellheimen, med mykje snø og/eller kombinert med situasjon med veromslag til mildver og mykje regn, kan NVE og Meteorologisk institutt rekna seg fram til ved hjelp av målingar og modellar, og dermed varsle føreåt. Raske flaumar, som skuldast store nedbørsmengder på kort tid og topografi med bratt terreng, kjem ofte overraskande på/er verre å varsle presist, då nedbørintensiteten kan vera nokså lokal.

Det er sannsynleg at vi vil få fleire skred, særleg jord- og steinscred, og at dei også vil koma på fleire og andre stader enn til det som har vore utsett tidlegare. Dette er noko både landbruket og samfunnet elles må ta omsyn til i si drift og planlegging. På Vestlandet er det særleg store nedbørsmengder på kort tid som utløyser jord- og steinscred, flaumskred og snøskred. Då Vestlandet har mange bratte li- og fjellsider med lausmassar, fører auka nedbørsmengder og større nedbørsintensitet til at det vert meir utsett for lausmasseskred. NVE rår til i retningslinjene sine (NVE 2-2011) at det bør takast omsyn til og nyttast skog som eit tiltak for å motverka skred, då skog verkar til å binda jord, held på snødekke og verkar til å ta av for steinsprang. Det kan såleis vera positivt med skog i bratte lesider, men det krev omsynstaking når skogen skal fellast og takast ut, for å unngå uheldige situasjonar og inngrep som aukar faren for lausmasseskred og erosjon ved uttak i etterkant.

4.2.6 Tiltak for å betra dreneringstilstanden

Det vert her berre gjeve ein kort omtale av drenering. Drenering er eit vidt fagområde som omfattar kjennskap til jord og eigenskapane til ulike jordartar, hydrologi og eit visst kjennskap til kartbruk, nivellering og oppmåling. I 2013 vart heftet *Drenering – teori og praksis* skriva. Det byggjer på ei samling fagartiklar som var i Bondevennen frå september 2012 til februar 2013. For å søkja meir innsyn i fagemnet drenering vert det vist til *Drenering – teori og praksis*.

Grøfting i ulike jordartar

Kornstorleik og porevolum er avgjerande for kor fort vatn sig ned i jorda etter nedbør. Sandjord, morenejord i dei øvre sjikt og lite omdanna myrjord, har høgt innhald av store luftfylte porer som i nedbørsperiodar vil gje raskt nedsig av vatn i jorda. Finpartikla jord (leire- og siltjord) og sterkt omdanna myrjord, treng lenger tid på å tømme seg for overskotsvatn etter nedbørsperiodar. Dette må ein ta omsyn til når ein skal grøfta eit skifte med godt resultat. For stor grøfteavstand på finpartikla jord vil gje for lang opptørkingstid, og det tek for lang tid før drenevatnet kjem inn i grøfterøyret og vert leia vekk.

Tabell 4.2.5 viser tilrådd grøfteavstand på ulike jordartar og med ulik årsnedbør. Tettast må ein grøfta på vanskeleg myrjord og leirhaldige jordtypar. Ein avstand på 4-5 m mellom grøftene vil vera nødvendig på slik jord i område med mykje nedbør. Ved systematisk grøfting vil dette bety 200-250

m grøft pr. dekar. Ei sandjord vil vera mykje billegare å grøfta sidan grøfteavstanden kan aukast mykje. Ifylgje Anders Hovde er vanleg grøfteavstand på Vestlandet 4-8 m.

Tabell 4.2.5. Grøfteavstand (m) etter varierende nedbørsforhold og jordart:

Nedbør mm pr. år	Leirhaldig jord	Middels omdanna myr	Morene og silthaldig sand	Lite omdanna jord	Sandjord
<1000	6-8	8-10	8-12	10-12	Sjølvdren.
1000-1500	6-8	6-8	8-10	8-10	10-12
>1500	4-6	4-6	6-8	6-10	8-10

* På grunn og middels djup myr (inntil 1,5 m) som er middels til sterkt omdanna (von Post's skala 4-7), med veileigna mineraljord som undergrunn vurdert ut frå dreneringskriterie m.o.t. vassleiingsevne, må det vurderast om omgraving med skråstilte lag kan vera ein meir aktuell dreneringsmåte enn tradisjonell grøfting.

Areal med grovsand og mellomsand er vanlegvis sjølvdrenerert ved moderate nedbørsmengder. Ved aukande innslag av finsand aukar dreneringsbehovet. Likeeins vil aukande siltinnhald i sandjorda gjera det nødvendig å leggja grøftene tettare. Trongen for drenering av morenejord er avhengig av kornfordelinga. Med aukande innslag av finsand og silt, dels leire, som fyller rommet mellom grovare partiklar, vert det ei tettare jord med større trong for drenering. Moderat moldinnhald er gunstig for jordstruktur og dreneringsbehov. Jord i moldklasse «svært moldrik» (12-20%) og «mineralhaldig moldjord» (20-40%) krev tettare grøfting. Vanskeleg myrjord er svært krevjande å drenera med grøfting åleine. Moderne teknikkar som omgraving og profilering må til.



Grøftegraving med profilsuffe gjer at ein ikkje får rasing frå sideveggene og smalare botn (30 cm). Dette gjer at røyret vert dekkja med meir filtermasse utan at samla mengde filter vert større. Bilete syner organisk jord øst og silthalding lettleire under.

Foto: Leif Trygve Berge

Grøftedjup og fall

Ved omattgrøfting og/eller tilleggsgrøfting må det vurderast om samlegrøfta kan nyttast. Ligg samlegrøfta djupt nok? Er den tilstrekkeleg dimensjonert ut frå vassmengda den skal føra bort?

Det er vanleg å tilrå 1,0-1,2 m djupne på grøftene. På lite omdanna myrjord, der ein forventar synking og svinn, kan det vera på sin plass å leggja røyra heilt ned på 1,3-1,5 m. På flate areal er alltid fallet i grøfta ei utfordring. Anders Hovde skriv at 0,8 m grøftedjup i øvre enden av ei grøft på flat mineraljord kan gå fint. Då har ein 0,5 m fall til enden av grøfta på 1,3 m djup. Med 100 m lengde vil dette gje eit fall på 0,5% (1:200). Dette går dersom det er fast botn i grøfta. På myrbotn bør ein ikkje leggja grøfterøyr med fall mindre enn 1 %, helst bør fallet vera på 2-3% for å unngå vasslås og motfall. Ved ustødig botn i myrjord bør det leggjast hundbord i botn på grøfta for å minska faren for setningar. Lite fall kan ein kompensera med større røyrdimensjon.

Lengda på lukka grøfter bør helst ikkje vera over 100 m. Særleg der fallet er dårleg eller der det kan bli aktuelt med spyling, er det viktig at grøftene ikkje er for lange (Hovde, 2001).

Røyrtype og dimensjon

Dobbeltvegga plastrøyr i 6 m lengde er i dag det dominerande grøfterøyrret i landbruket på Vestlandet. Dette er robuste røyr som ligg jamnare i grøfta enn korrugerte røyr i kveil. Den glatte innsida gjer at vassføringseigenskapane er gode, og dei er lette å spyle. Ved godt fall og stabil grøftebotn kan ein nytta korrugerte røyr i kveil. Det er i dag vanleg å gå opp i røyrdimensjon i høve til tidlegare. 75 mm røyr er meir robust mot vasslås og tetting av slam enn 50 mm. Dobbeltvegga røyr som er glatte innvendig er mest aktuelle.

Legging av røyr

Det er viktig å grava slik at ein får jamt underlag i grøftebotnen. Ein gravemaskinkøyrar med god røynsle frå grøftegraving, ordnar dette. Best resultat av grøftearbeidet får ein om det vert grøfta i tørrversperiodar. Arbeidsmessig vil ein oppnå god kapasitetsutnytting om det heile tida er med ein person, i periodar to, slik at ein får lagt røyr, ordna med tilkoplingar og ha på filtermasse. Ved grøfting i vått vêr bør hovudregel vera at ein legg grøfterøyr, har på filter og omsnudd grastorv oppå for å stabilisera. Grøftefyllet har ein først på når det har tørka, slik at ein unngår kleimen og tett jord i grøfta. Utføringa av arbeidet har stor verdi for resultatet av grøftinga. Ein liten detalj er at rillene på røyra skal vere på oppsida.

Filtermateriale

Val av eigna filter og i rett mengde er viktig for at grøftearbeidet skal gje eit godt sluttresultat. Filteret skal hindra at finpartiklar i sigevatnet kjem inn i røyrret, det skal letta vasstilstrøyminga og det skal verna røyrret mot ytre påkjenningar. Val av filter er noko av det som er mest diskutert i høve grøfting i landbruket. Undersøking av eldre grøfter syner at manglande eller dårleg filtermasse ofte er årsaka til at grøftene verkar dårleg. Andre årsaker er mangelfullt utført arbeid og/eller at grøftearbeidet er gjort under for dårlege vêrtilhøve. Sagmo frå kløyvingsag/grov skurtømmersag er veileigna som filtermateriale og er lett å handtera. Sagmo er å føretrekkja som filtermateriale der det er fare for rustutfelling. Der grøfterøyra vil liggja under vatn under lengre tid er sand/grushaldig sand å føretrekkja grunna fare for slimdanning i sagmo under slike vilkår. Ein bør rekna at det går om lag 3 m³ sagmo pr. 100 m grøft. Grov sand/grushaldig sand er godt filtermateriale når den er fri for finstoff og ikkje inneheld jarn. Fraksjon 0,6-2 mm er tilrådd. Ein bør rekna at det går om lag 1,5-2 m³ grovsand/grushaldig sand pr. 100 m grøft. Singel, fraksjon 2-8 mm, kan vera veileigna som filtermateriale på mange jordartar, men kan vera utsett for tilslamming

der silt, silthaldig finsand og finsand dominerer. Ein bør rekna at det går om lag 1,5-2 m³ singel pr. 100 m grøft. Singelfraksjon 2-8 mm er veileigna ved koplingspunkt mellom gamle og nye grøfter.

Kopling til eldre dreneringssystem

Ved graving av ny hovudgrøft må alle gamle sidegrøfter som ein vel å lata liggja koplast til den nye hovudgrøfta. Vert ikkje dette gjort kan det lett oppstå fuktpunkt som kan breia seg. Gamle grøfter bør spylast før tilkopling for å betra effekten av dei, sjølv om dei ligg grunt. Nye sidegrøfter kan leggest mellom dei gamle der det er trong for det. Ved djupneskilnad mellom gamle sidegrøfter og ny hovudgrøft må det lagast tilkoplingspunkt med ein røyrstump. Som ei sikring er det fornuftig å dekkja godt med singel (2-8 mm) på slike tilkoplingspunkt. Dette gjeld særleg i dei tilfelle at det er gamle steingrøfter og teglrøyr som skal koplast til. Gamle steingrøfter kan ha noko vassføring sjølv om det ikkje ser slik ut på det tidspunktet ein driv med grøftearbeidet.

Kanalar og opne grøfter

Kanalane må leggjast der mineralbotn under torvlaget ligg lågast. Dette er eit viktig prinsipp og er retningsgjevande for utforming av dreneringssystemet der det er tilnærma flatt. Når det er lite fall kan det vera naudsynt å rekna ut botnhøgden systematisk og så leggja kanalar og grøfter etter botnkotane. Senking av kanal/hovudavlaup kan vera omfattande, då det kan femna om ein lengre avstand og omfatta nabobruk, og som tilseier nabosamarbeid. Dette kan vera kostnadskrevjande, men med nabosamarbeid kan ein både oppnå betre resultat og reduserte utgifter for den einskilde. Senking av kanalar/avlaup kan føra til at dei gamle dreneringssystema fungerer betre, og at ein såleis kan redusera trongen for ei meir omfattande drenering. Her ser ein klårt nytten av å ta arbeidet i rett rekkjefølgje.



*Her er det ei opa samlegrøft som er grodd att. Første del av arbeidet er oppreinsking av samlegrøfta og utbetring og senking av utlaup. Sidegrøftene som har direkte utlaup i samlegrøfta, må deretter spylast og vurderast m.o.t tilstand før ein planlegg og tek i ferd med å grava nye sidegrøfter mellom grøftene som er på feltet. Sidegrøftene ligg synleg i overflata.
Foto: Lars Sjørdal*

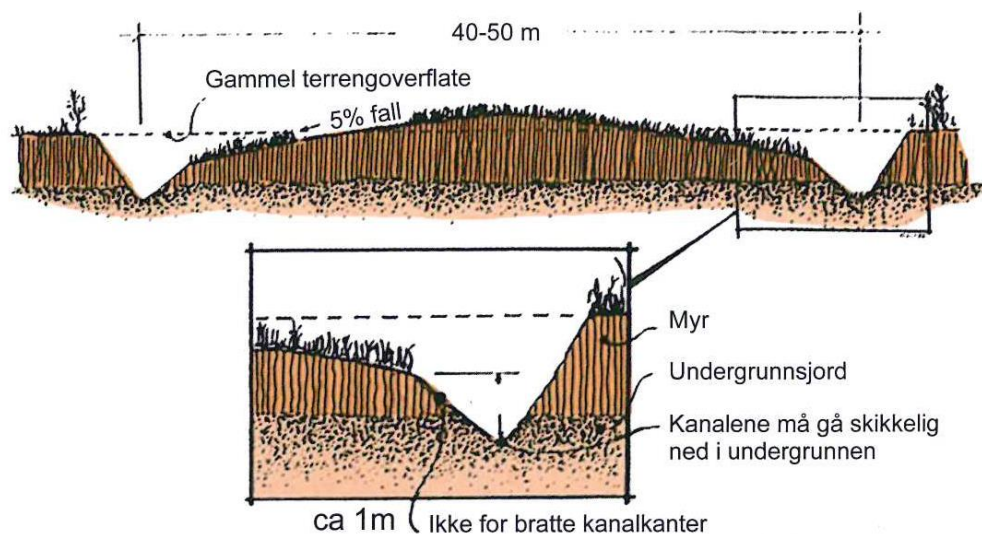
Kanalar og opne grøfter krev eit visst jamleg vedlikehald m.o.t. å halda reint laup og å sjå etter at det ikkje byggjer seg opp tersklar etter utrasing og/eller sedimentoppbyggjing. Siltrik undergrunn gjev stor erosjonsfare, slik at det kan vera naudsynt med sikring mot erosjon. Ein viktig detalj i vedlikehaldet av opne grøfter og kanalar er kanten ut mot kanalen/grøfta. Her må det ikkje få byggja seg opp med vegetasjon og jord som gjer at det vert ein kant og stengsel for avrenning av overflatevatn. Eit slikt hinder vil gjera at opptørkinga går seinare, og at ein i gjevne situasjonar kan få auka vinterskade i enga grunna vass- og isskadar.

Grøfting

Grøftene bør leggjast direkte ut i open kanal utan samlegrøfter. Det kan då kontrollerast om grøftene verkar, og ein kjem lett til med å spyla grøftene. Frå kanalen og 15-20 m inn på teigen bør fallet på grøfta om mogeleg vera litt større enn lenger frå kanalen. Tilrådd grøftedjup er 1,0-1,3 m. Grøfteavstand vil på Vestlandet, avhengig av omdanningsgraden til torva og nedbørsmengda, liggja i området 4-6 m. Dreneringsproblema på myrjord er knytt til eigenskapane ved jorda, og at ho er tett. Det er røynsle for, og dokumentert i forsøk, at grøftefyllet bør ha tørka før ein fyller att grøftene. Grøfterøyra vert lagde straks grøfta er grave, saman med filter, og deretter påfylt 20-30 cm omsnudd grastorv og jord til dekking og stabilisering av filteret. Det er også dokumentert positiv verknad av å kalka grøftefyllet før attfylling av grøfta. Tørt grøftefyll, det vil seia det har lege og tørka og vorte påverka av det, eventuelt også av frost, og at det er kalka godt på grøftefyllet, verkar til å auka infiltrasjonen i grøfta, og det er registrert både raskare og større grøfteavrenning.

Overflateforming og profilering

Overflateforming er mindre tiltak i overflata for å endra falltilhøva, slik at vatnet kan renna fritt til nedlaupskummar, steinsilar og opne vasslaup (kanalar, opne grøfter og bekkar). Med meir omtanke og flid på dette punktet, og meir jamleg ettersyn og vedlikehald, slik at tiltaka fungerer ved episodar med intense nedbørstoppar både i veksetid og vinterstid, kan dette ha stor verdi. Overflateforming kan redusera erosjon, særleg i attleggsår, og kan minska faren for vinterutgang i eng. Profilering er omfattande overflateforming der ein byggjer opp terrenget i ei bogeform mellom to opne kanalar/grøfter. Profilering er mest vanleg på myrjord, men kan òg gjerast på andre jordartar. Vanleg tilrådd avstand mellom kanalane har vore 40-50 m, og fallet mot kanalane 2-5%, sjå fig. 4.2.5.1. Profilering kan kombinerast med jordforbetring i overflata i form av tilførsel av eigna mineraljord, eller omgraving der ein både har mineraljord på overflata og har skrånstille lag med mineraljord, helst sand eller grushaldig sand, mellom "stabbane" med torvjord. Ein bør vera noko meir tilbakehalden med jordforbetring på torvjord om mineraljorda er silt eller silthaldig finsand, sameleis ved profilering kombinert med omgraving. Eit råd er at ein ikkje skal blanda silt, silthaldig finsand eller silthaldig leire med torvjord, då det kan gje ein tett og vanskeleg struktur. Ein er tilbakehalden med å tilrå profilering av myrjord som ligg rett på fjellgrunn, når det ikkje er tilgang på noko mineraljord på staden. Ein må vera merksam på omfanget av myrsøkking og myrsvinn ved profilering. Arbeid som profilering og kombinerings av omgraving og profilering bør utførast av gravemaskinførar som har røynsle frå slikt arbeid.



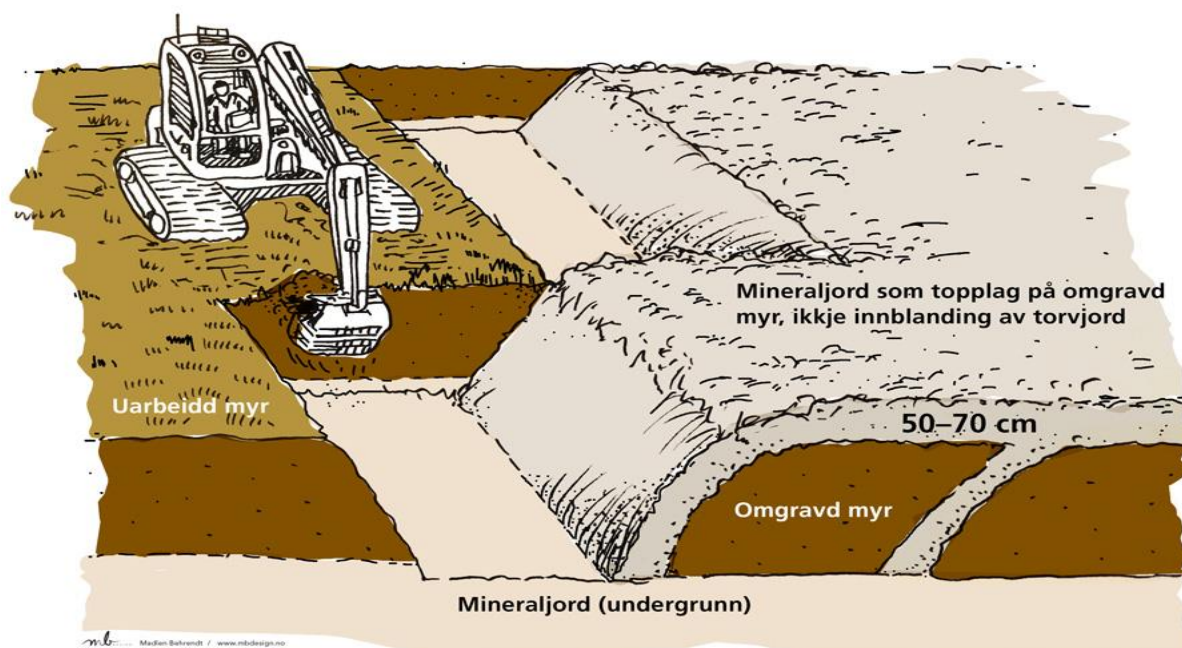
Figur 4.2.5.1. Profilering av myrjord kan med føremon kombinert med omgraving. Etter småskrift 4/90. Drenering III. (Aamodt 1990)

Omgraving

Middels til sterkt omdanna torvjord er vanskeleg å drenera i område med mykje nedbør. Infiltrasjonen av vatn er liten, og det går lang tid før torvjorda tørkar opp. Torvjorda er difor utsett for pakking, og luftinnhaldet i jorda vert lægre enn kritisk luftinnhald for god grasvekst. Om vinteren er plantesetnaden utsett for vass- og isskader ved vekslande ver.

Ligg myra på drenerande mineraljord med lite stein, og torvlaget er mindre enn 1,5 m djupt, er det eit godt grunnlag for å vurdera fullstendig gjennomgraving av dei tette laga, undergrunnen medrekna, og oppstilling av skråstilte lag av torv og mineraljord og med mineraljord lagt som topplag (50-100 cm). Omgraving er særleg aktuell å nytta på tidlegare grøfta myr der drenerings-tilstanden ikkje er god nok. Omgraving av myr med større djupne enn 1,5 m og god drenerande masse under, har vore gjennomført med godt resultat, men er arbeidskrevjande og dyrt. For grunn myr vert dette sett på som ein interessant dyrkings- og dreneringsmåte. Omgraving som dyrkings- og dreneringsmåte har vore ein god del nytta i Møre og Romsdal, dels òg i Trøndelag, Nordland og i Solør. Elles har metoden vore meir sporadisk nytta. Frå praksis er tilbakemeldingane at der det er gjort grundig arbeid, er resultatet godt. Best er resultatet der undergrunnsmassen er sand. I nokre område har ein i etterkant gått inn og vurdert røynslene meir systematisk med metoden, og funne at det var bra (Aandahl, 2001). Omgraving har vore nytta med godt resultat på fleire område som tidlegare har vore grøfta på tradisjonell måte, men der resultatet har vore vekslande til dårleg etter noko tids bruk (Hovde, 1986). Arbeidsforbruket aukar sterkt etter kvart som myra vert djupare. Det er viktig å grava godt gjennom mineraljordlaget under torvjorda, då det ofte er tette lag av uorganisk eller organisk slam og/eller aurhellelag øvst i mineraljordlaget. Det vil ofte vera naudsynt å kombinera omgraving med profilering og evt. noko grøfting. Slår grunnvatnet ut i botnen av "arbeidsgrøfta" ved omgravingsarbeidet, bør det leggjast drengroft på fast botn. Det vert rådd til å leggja minimum 75 mm drengroft, og at desse vert ført direkte ut i open kanal/grøft, eventuelt kopla til ei samlegroft. Er det ein del stein i undergrunnen, tek ein steinen med seg og brukar steinen til å laga ei steinsett grøft med eigna overdekke (småstein, deretter fiberduk) for å hindra finmateriale å rausa ned i steingrofta. Omgraving av areal bør om mogeleg ordnast slik at

overflatevatn vert sikra avrenning. I svakt hellande område er dette lett å ordna, i flatt område må ein ordna med naudsynleg overflateforming.



Figur 4.2.5.2. Vanleg metode for djuparbeiding av myr over mineraljord. Aktuell på grunn myr og inntil 1,5 m djupne. Torva vert lagt i botnen, mineraljord vert lagd på toppen og i skråstilte lag mellom torva, slik at den drenerer. Om naudsynt kan drenerør leggjast samstundes med djuparbeidinga. Omarbeidd etter småskrift 4/90. Drenering III. (Aamodt 1990)

Ved omgraving er det organiske materialet i myra betre verna mot nedbryting. Innleiande undersøkingar tyder på at omgraving kan redusera emisjonen av klimagassar (lystgass, metan, karbondioksyd) i høve til tradisjonell dyrking og drenering med røyrgrøfter (Grønlund et al., 2013). Drenering av myr/organisk jord vert sett på som utfordrande i klimasamheng, då myr bind store mengder karbon (C), og drenering medfører mineralisering og frigjeving av CO₂. Innleiande undersøking viste at omgraven myr kan gje vesentleg lågare CO₂-utslepp enn vanleg dyrka myr. Effekten synest vera avhengig av at det ikkje vert blanda inn torv i mineraljordlaget, og av tjukna på overliggjande mineraljordlag (Grønlund et al., 2013). Framhaldande undersøkingar trengst for å kunna gje betre forklaring av tilhøva med omgraving som dreneringsmåte.

4.2.7 Juridiske sider

Sentralt i lovreguleringa av tilhøve/tiltak kring vatn og vassdrag står vassressurslova. Føremålet med lova er å sikra ein samfunnsmessig forsvarleg bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvatn (§1). Med omgrepet samfunnsmessig tenkjer vi på natur- og kulturverdiar og vidare omsyn til bruksføremål og økonomi. Forvaltning vil i denne samheng sei korleis vi utnyttar vassressursane, vern og oppretthald av naturlege prosessar og biologisk mangfald. Forvaltar er offentleg mynde og den einskilde tiltakshavar.

Med vassdrag meinast alt stillestående eller rennande vatn med årssikker vassføring, også om delar av vassdraget renn under jorda. Vassdrag kan vera utan årssikker vassføring om det tydeleg skil seg frå omgjevningane (§2).

Når det gjeld grunneigarar eller andre rettshavarar sitt ansvarstilhøve i høve skadar, skil lova mellom naturlege årsaker og menneskeskapte tiltak som er gjort i vassdraget. Til dømes er grunneigar utan skuld om stormfelt skog legg seg i eit elveløp. Dette kan føra til fare for oppdemming med påfølgjande flaum, slik at areal nedstraums området kan få skadar. Det er ikkje heimel for å påleggja opprydding i vassressurslova. Om grunneigar derimot har gjort fysiske tiltak i eller kring elveløpet som påviseleg medfører skadar på areal, bygningar eller set liv i fare, vil vedkomande kunna stillast til ansvar. Dette går fram av vassressurslova §5 (sjå òg grannelova §2) som tek føre seg tiltakshavar sitt forvaltaransvar og plikt til aktsemd. Verdt å merka seg er at §5 gjeld både ålmenne og private interesser i motsetnad til §8 (konesjonspliktige tiltak) som berre gjeld ålmenne interesser. Ålmenne interesser er t.d. fiskeinteresser, ålmenn ferdsel og omsyn til flaum. Er summen av private interesser stor nok, kan det reknast som ei ålmenn interesse. Forvaltningsmessig kan ein ikkje gjera vedtak etter §5, men paragrafen kan nyttast innan rettsvesenet. Derimot kan forvaltninga gjera vedtak etter §8. Men det vert sjeldan fatta vedtak om konsesjonsplikt etter § 8 for mindre fysiske inngrep i vassdrag. Konsesjonshandsaminga er forvaltningsmessig omfattande og lite eigna til slike saker som dette, men meir tilpassa større inngrep som kraftverk og andre vassuttak. Forvaltningsmessig er det derfor kommunane som må vurdera mindre inngrep i eller kring vassdrag etter plan- og bygningslova, eventuelt etter anna regelverk som landbruksforskrifter (forskrift om nydyrking, bygging av landbruksveg etc.). Etter § 47 kan tiltakshavar koma i eit erstatningsansvar utan omsyn til skyld, og vedkomande har bevisbyrden for tilstanden før skaden om det er uråd å sjå denne. Også ansvarleg utførande (normalt entreprenør), grunneigar og kommunen som godkjenningssmynde, kan koma i eit erstatningsansvar. Om ein skade skuldast manglande vedlikehald av eksisterande anlegg, kan den ansvarlege verta stilt til ansvar (§37).

Etter § 12 følgjer det at ved skade som t.d. når vassdraget finn seg nytt løp, vert oppgrunna eller utdjupa, kan det gamle løpet utan konsesjon etter §8 a) oppattrettast innan 3 år dersom dette skuldast ei einskild hending eller b) oppattrettast til slik det var for 5 år sidan dersom skaden har skjedd over tid. Dette gjeld ikkje for verna vassdrag jfr. §35, 3. ledd.

Forvaltninga skal vurdera tiltak i og kring vassdrag etter naturmangfaldslova. Særleg viktig er den generelle aktsemdplikta i §6, kunnskapsgrunnlaget i §8 og føre-var-prinsippet i §9. Vidare skal tiltakshavar bera kostnadane ved hindra eller avgrensa skadar på naturmangfaldet som skuldast tiltaket (§11) og sikre miljøforsvarlege driftsteknikkar (§12).

4.3 Meir variabelt klima, verknad for drift av engareal

Når veret vert meir variabelt med omsyn til nedbørsmengde og intensitet, temperatur, temperatursvingingar og vind, må landbruket gjera tilpassingar i driftsmåte som tek omsyn til dette. I eit stort forskingsprosjekt, NorClim, vert det arbeidd med å ta fram nye detaljerte senario av veret sin variabilitet. Om veret vert meir variabelt, vil ein kunna få situasjonar som gjer at det kan verta større risiko for vinterskadar enn ved ei «meir generell» framskriving av klimaet. Omfanget av isdekkeskadar på Vestlandet er av det som det knyter seg uvisse til, jamfør at det er store regionale skilnader lokalklimatisk, m.a. frå indre til ytre strok på Vestlandet. Andre spørsmål knytt til kor variabelt veret vil vera, sett frå landbrukssynstad, er korleis haustveret vil verta. Med utsikter til større mengder regn, særleg om hausten, vurderer Høglind et al. (2009) problemstillinga om det vil vera lange nok finversperiodar til at jorda tørkar opp, og at ein kan få innhausting av grovfôr under akseptable vilkår. I regnrrike område på Vestlandet, og med jord som

tek tid for å tørke opp til tilfredsstillande nivå sjølv ved god drenering, kan resultatet verta at teoretisk veksetid om hausten ikkje praktisk let seg nytta til å basera seg på å ta ein slått til. God dreneringstilstand av jordbruksareal er viktig for å leggja til rette for å oppnå gode og stabile avlingar, og samstundes vita at det ikkje alltid er mogleg.

4.3.1 Kostnad med grøfting/drenering

Vedlikehald av jordkapital

I fleire 10-år no har vedlikehald av jordkapital slik som drenerings- og jordfysisk tilstand vore lite påakta. I realiteten har det difor vore ei tæring på jordkapitalen, og dette gjer at betydelege areal har dårleg dreneringstilstand. Bøndene på Vestlandet gjev sjølve opp at om lag 8 % av dyrka areal er dårleg drenert og treng betra drenering (SSB 2010). Tæring på jordkapitalen i form av manglande vedlikehald og oppattdrenering av tidlegare grøfta areal, er dertil ei av årsakene til at jordbruksareal på Vestlandet er gått ut av bruk som dyrka areal, og er gjenstand for attgroing og andre tilhøve. Det er grunn til å rekna med at det også framover vil skje avgang av dyrka areal grunna dårleg dreneringstilstand. Det ligg ein stor kostnad i å setja dårleg drenert areal i tilfredsstillande dreneringstilstand. Det er truleg grunn til å rekna med at utfordringar med dreneringstilstand er større på areal som vert leigd enn på eige areal. Taloppgåver for dette føreligg ikkje. Grøfting er kostbart. Å ta att og retta opp i det som vert rekna som dårleg drenert areal vil utgjera ein stor kostnad for vestlandsjordbruket.

Gravekapasiteten pr. time påverkar kostnaden med drenering mykje. Reknar ein 40 m pr. time (graving og to personar til røyr- og filterlegging), filter og 75 mm røyr, vert kostnaden ca. 4500-5500 kr pr. 100 m grøft. Ved systematisk grøfting med 6 m avstand vert det om lag 170 m grøft per dekar. Totalkostnaden vil då verta 7500-8500 kr per dekar, og ikkje sjeldan høgare enn dette, då det kan vera tilhøve som reduserer kapasiteten.

Ein må difor vurdera nøye kor omfattande grøftarbeidet må vera. Ha alltid i tankane at mykje kan oppnåast med tilstrekkeleg djupe avskjeringsgrøfter kring feltet, som fangar opp både overflatevatn og sigevatt i jorda, dertil grøfter som drenerer fuktpunkt på arealet, og strategisk plasserte grøfter ut frå terreng og fuktsig. Tilstrekkeleg dimensjonert hovudavlaup, og at det ligg djupt nok, slik at grunnvasstanden ikkje står for høgt, er eit anna hovudpunkt.

Lønsemda ved drenering vert bestemt av kor stor meiravling dette vil gje, verdien av betra «lagelegheitsfaktor», mindre tidsbruk ved drift av arealet, levetida til grøftetiltaket og kva rente det må reknast med.

Tilhøve som påverkar lønsemda av dreneringstiltaket

Kva pris ein kan setja på avlinga har innverknad på økonomien. Kulturar med høg verdi, som hagebruksvekstar, forsvarar ein langt større dreneringsinnsats og dreneringskostnad enn grovfôr. Hagebrukskulturar stiller også langt større krav til jord, både jordfysisk tilstand og dreneringstilstand. For grovfôr må ein også ta med i vurderinga nokre andre tilhøve som verkar inn på pris/verdivurderinga; korn- og kraftfôrpolitikken som til ei kvar tid vert ført, landbrukspolitisk vektlegging av inntekter via produktpris i forhold til produksjonsnøytrale tilskot, herunder areal- og kulturlandskapstilskot og tilgang, omfang og pris på jordleige. I tillegg er det vanskeleg å fastsetja pris ved sal av grovfôr, då det er store svingingar mellom år i marknadspris grunna verknad av avlingsvariasjon. For mange bruk på Vestlandet er situasjonen at dei har for lite

grovfôr, og at det også må kjøpast grovfôr. Å auka avlinga av eigenprodusert grovfôr ved auka arealproduktivitet bør vera eit mål.

Dreneringstiltaket si forventa levetid og rentenivå betyr mykje for lønsemda ved drenering

I tabell 4.3.1.1, som er eit utdrag av berekningar gjort av Hovland (2013), er det lagt til grunn at det vert gjeve eit tilskot til drenering på 1000 kr pr. dekar, som vert trekt frå kostnaden til dreneringa. Vidare vert det lagt til grunn ein såkalla høg pris på grovfôr (2,80 kr/FEm), og det vert rekna med to ulike levetider på dreneringstiltaket, høvesvis 50 år og 30 år. 50 år er realistisk på god mineraljord i område med moderate nedbørsmengder, liten risiko for erosjon og tilslamming. 30 års levetid kan vera rett å kalkulera med på meir moldrike jordartar, i område med store årlege nedbørsmengder og jordartar meir utsette for tilslamming og/eller jordartar med mindre evne til jordfysisk sjølvlækjing av pakking/strukturskader. I oppsettet vert det nytta tre ulike nivå på realrente. Realrente er nominell rente minus prisstigning.

Tabell 4.3.1.1. Naudsynleg meiravling av grovfôr (FEm/daa) ved ulike realrentenivå, levetid for grøftene/dreneringstiltaket og anleggskostnader pr. dekar (etter Hovland, 2013).

Kostnader kr/daa⇒	5000	6000	7000
2,80 kr/FEm, rente 2%, 50 års levetid	62	74	87
2,80 kr/FEm, rente 3%, 50 års levetid	75	90	104
2,80 kr/FEm, rente 5%, 50 års levetid	103	124	144
2,80 kr/FEm, rente 2%, 30 års levetid	80	96	112
2,80 kr/FEm, rente 3%, 30 års levetid	91	109	128
2,80 kr/FEm, rente 5%, 30 års levetid	116	139	162

I perioden 2000-2008 var realrenta i gjennomsnitt 3,41 prosent pr. år, i perioden 2009-2014 i gjennomsnitt 2,29 prosent pr. år. Ved lågt realrentenivå (2%) og 30 års levetid på dreneringstiltaket, er kravet til avlingsauke om lag 110 FEm/da og år ved 7000 kr/da i anleggskostnader. Banksparing gjev knapt positivt realrente etter skatt, medan grøfting gjev ei positiv realrente på knapt 2% ved ein avlingsauke på 100 FEm/daa. Det er vanskeleg å seia med visse at ei slik avlingsauke er mogeleg å oppnå som eit snitt over år for alt vassjukt areal. Her må den einskilde gjera eigne vurderingar og prioriteringar. Grøfting/dreneringstiltak er gunstig skattemessig ved at investeringar kan utgiftsførast direkte, i motsetnad til investeringar i maskiner. Grøfting / dreneringstiltak kan takast som ei puljevis fordeling over fleire år, noko som kan vera arbeidsmessig og likviditetsmessig gunstig.

Med sterkt varierende nedbør over år, vil dårleg drenering kunna gje stor avlingssvikt og store arbeidsmessige utfordringar einskilde år. Dette kan omfatta våronnsituasjon med gjødselspreiing, innhausting av så vel første- og andreslått, og særleg innhausting av ein mogeleg tredjeslått, som må vurderast som eit meir vanleg driftsregime over eit større område ved forlenga veksetid/auka varmesum som ligg i klimaendringane. For eng er uttynning og vinterutgang grunna is- og vasskadar eit større problem på dårleg drenert jord, men grunnane er her samansette og også knytte opp mot vekslingar i haust- og vinterver og vilkår for herding av grasplantene.

Kostnad med drenering av dårleg drenert dyrka areal

I tilknytning til fullstendig jordbruksteljing i 2009 vart det av SSB stilt ein del tilleggsspørsmål om dreneringstilstand (SSB 2010). Areal dyrka jord (fulldyrka og overflatedyrka) i kvart av fylka Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal som av brukarane er gjeve opp som dårleg drenert, kjem fram i tabell 4.3.1.2. Det er grunn til å rekna med at størstedelen av det brukarane sjølve har gjeve opplysningar om er dårleg drenert, er på fulldyrka og overflatedyrka areal, noko det vert gått ut frå i dei vidare estimata. Å setja den dårleg drenerte dyrka jorda i Hordaland i god dreneringstilstand vil kosta om lag 187 mill. kr. med grunnlag i eit grovt estimat, om lag same sum i Sogn og Fjordane, og om lag 322 mill. kr. i Møre og Romsdal.

Tabell 4.3.1.2. Stipulert kostnad med å drenera dyrka areal som er definert som dårleg drenert på Vestlandet i spørjeundersøking (med grunnlag i oppgåver frå SSB 2010).

	Dårleg drenert dyrka areal i da	% dårleg drenert av dyrka areal	Stipulert kostnad, mill. kr.
Hordaland	26722	10,1	187
Sogn og Fjordane	26750	8,8	187
Møre og Romsdal	46033	9,7	322

Årleg estimert kostnad til vedlikehaldsdrenering i Hordaland

Etter jordsmonnkartlegginga til Skog og Landskap (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2013) er 31% av den dyrka jorda (fulldyrka og overflatedyrka) og 14% av innmarksbeite organisk jord. AR5-systemet, nytta i utvalskartlegginga av Skog og Landskap i gjennomgangen, har med eit dyrka areal for Hordaland som er 42.600 dekar større enn det som er registrert som jordbruksareal i søknad om produksjonstilskot i 2014. Medrekna innmarksbeite er skilnaden 113.300 dekar. Det er grunn til å rekna med at mykje av dette arealet er gått ut av jordbruksproduksjon. Ein mindre del vert nok drive framleis som einingar med eit lite produksjonsvolum i form av sauehald, og i einskilde tilfelle litt frukt, bær og/eller grønsaker til eige bruk. Noko areal vert også stelt med beitepussar, utan at det føregår noko reell hausting. Nedgangen i jordbruksareal i drift har vore vesentleg større i kyststrok/ytre strok av Hordaland enn i midtre og indre område når talmaterialet vert gruppert på kommunenivå (Øvreås, 2012). Dette samanhalde med tal flater med jordsmonndata (AR5-systemet) tyder på at det er i overkant med registreringsflater i ytre strok, sett i forhold til kommunar/område i midtre og indre strok med mykje dyrka areal i drift (Etne, Kvinnherad, Voss, Kvam, Jondal). Dei nemnde tilhøve tilseier at estimatet for andelen dyrka organisk jord i drift i Hordaland sannsynleg er kring 25% enn 31% som estimert i rapporten etter utvalskartleggingar gjort etter AR5-systemet (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2013). Dette med grunnlag i nedgangen i dyrka areal i drift, skjønsmessig vurdering attåt opplysningane frå registreringsarbeidet. Det er lagt til grunn ved estimering av kostnaden med drenering av vassjuk jord, og elles for vedlikehaldsgrøfting. Det vert lagt til grunn at all dyrka organisk jord, myrjord*¹ og mineralblanda moldjord*² treng drenering ut frå jordsmonnet sine dreneringsegenskapar. I jordsmonnstatistikk Hordaland (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2013) er det ikkje gjort inndeling i høvesvis myrjord / organisk jord og mineralblanda moldjord kvar for seg, slik det er gjort i Jordsmonnstatistikk Møre og Romsdal (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2016). Levetida for utført vedlikehaldsdrenering på organisk jord er lagt til grunn å vera 30 år. Av mineraljord er det lagt til grunn at om lag 45% må

drenerast, og her er det kalkulert med at levetida er 50 år for 50% av det arealet som må drenerast, og 30 år for resterande halvdel. Grunna dreneringsarbeid og jordforbetringstiltak med tilførsel / innblanding av mineraljord, mineralisering av organisk jord kombinert med jordarbeiding, som medfører innblanding av mineraljord frå underliggjande lag, vil det over tid føregå ei endring, slik at det vert mindre av organisk jord; myrjord og mineralblanda moldjord, der det opphavelg var grunn organisk jord, og meir av jord i grupperinga mineraljord med humusrikt overflatesjikt (6-20% organisk materiale).

Tabell 4.3.1.3. Stipulert kostnad pr. år med vedlikehaldsdrenering av fulldyrka og overflate-dyrka areal i Hordaland. Statistikkgrunnlag SSB 2010, og at 25% er organisk jord og 75% mineraljord.

	Dyrka areal, daa	Mineraljord, daa	Organisk jord, daa	Årleg vedlikehaldskostnad drenering		
				Mineraljord	Organisk jord	Sum årleg vedl.kostn.
Hordaland	265.546	199.000	66.500			
Treng dren. 30-års levetid	111.000	44.500	66.500	10.383.000	15.517.000	25.900.000
Treng dren. 50-års levetid	44.500	44.500		6.230.000		6.230.000
Sum vedl. drenering	155.500	89.000	66.500	16.613.000	15.517.000	32.130.000

*¹ Myrjord/torvjord / *² Mineralblanda moldjord – inneheld 20-40% organisk materiale

Årleg kostnad med drenering for å fornya og vedlikehalda dreneringstilstanden i Hordaland, vil vera om lag 32 mill. kr ut frå føresetnader gjevne framanfor. I tillegg til dette kjem kostnad med drenering av innmarksbeite. Omfanget av dette er vanskeleg å estimera, då det er lite eksakt grunnlagsmateriale om tilstand. Ein kan leggja til grunn at arealet med innmarksbeite i Hordaland er om lag 150.000 dekar, og at det kan vera trong for dreneringstiltak på om lag 1/4 – 1/3 av dette arealet. Avgrensande faktor for ein stor del av arealet er at det er grunnlendt. Ofte vil tiltaka vera å avskjera for overflatevatn og sigevatt, og å ordna avlaup for vatn på strategiske plassar. Innsatsen og kostnaden med tiltaka må stå i høve til kva som kan oppnåast med auka beiteavling og kvalitet. Omfanget og kostnaden med dreneringstiltak på innmarksbeite vert sett vesentleg lågare, anslagsvis til om lag kr. 2.000-3.000 pr. dekar. Tilskot til drenering til innmarksbeite vert ikkje ytt. Årleg kostnad til drenering av innmarksbeite i Hordaland kan då svært omtrentleg vurderast til 3-4 mill. kr. pr. år.

Årleg estimert kostnad til vedlikehaldsdrenering i Møre og Romsdal

Estimert areal av myrjord/torvjord utgjer om lag 13% av dyrka areal i Møre og Romsdal, og om lag tilsvarende areal med mineralblanda moldjord, med grunnlag i utvalskartlegging etter AR5-systemet (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2016). Det er lagt til grunn at all organisk jord, myrjord og

mineralblanda moldjord, treng drenering vurdert ut frå jordsmonnet sine dreneringsegenskapar. Av mineraljorda er det vurdert at om lag 20% av dyrka areal frå naturen si side er ufullstendig drenert og treng dreneringstiltak. I praksis ut frå krav til moderne jordbruksdrift med tungt utstyr der ein skal drifta store areal, set ein krav om betre dreneringstilstand og raskare opptørring. Eit overslag på at 35-40% av dyrka areal med mineraljord treng dreneringstiltak, synest difor sannsynleg. Det er også i Møre og Romsdal større sannsyn for at det har gått forholdsvis meir organisk jord ut av drift enn mineraljord, jfr. differanse mellom oversikt over dyrka mark frå AR5 og dyrka mark frå søknad om produksjonstilskot (Landbruksdirektoratet). Det er såleis truleg grunnlag for å redusera svakt den delen som er organisk jord av jordbruksarealet. Del organisk jord er skjønsmessig sett til 23% av dyrka areal i drift.

Tabell 4.3.1.4. Stipulert kostnad pr. år med vedlikehaldsdrenering av fulldyrka- og overflatedyrka areal i Møre og Romsdal. Statistikkgrunnlag SSB 2010, SLF 2014.

	Dyrka areal, daa	Mineraljord, daa	Organisk jord, daa	Årleg vedlikehaldskostnad drenering		
				Mineraljord	Organisk jord	Sum årleg vedl.kostn.
Møre og Romsdal	454.545	350.000	104.500			
Treng dren. 30-års levetid	174.500	70.000	104.500	16.333.000	24.383.000	40.716.000
Treng dren. 50-års levetid	70.000	70.000		9.800.000		9.800.000
Sum vedl. drenering	244.500	140.000	104.500	26.133.000	24.383.000	50.516.000

For Møre og Romsdal er årleg kostnad med drenering for å fornya og vedlikehalda dreneringstilstanden estimert til å vera om lag 50 mill. kr ut frå gjevne føresetnader. I tillegg kjem kostnad med vedlikehald av dreneringstilstanden av innmarksbeite. Registrert innmarksbeite i Møre og Romsdal er vel halvparten av det som er i kvart av fylka Hordaland og Sogn og Fjordane. Årleg kostnad til vedlikehald av dreneringstilstand på innmarksbeite kan svært grovt vurderast til å vera om lag 2-2,5 mill. kr årleg.

Årleg estimert kostnad til vedlikehaldsdrenering i Sogn og Fjordane

For Sogn og Fjordane føreligg det enno ikkje Jordsmonnstatistikk utarbeidd med grunnlag i utvalskartlegging på AR5-flater etter same opplegg som i Hordaland og Møre og Romsdal. Det er gjort feltarbeid, og rapport er venta å føreliggja snart. Det er berre små areal i Sogn og Fjordane at det er gjort fullstendig jordsmonnkartlegging av. Det føreligg difor ikkje noko grunnlag for å estimera kor stort arealet av organisk jord og mineralblanda moldjord utgjer av dyrka areal i drift. Grønlund et al. (2008) føretok ei fylkesvis estimering av myrjord som del av dyrka areal med grunnlag i jordanalysetal. Estimateret for Sogn og Fjordane var om lag 8% myrjord, omtrent som estimert i Møre og Romsdal, og kring halvparten av det ein estimerte for Hordaland. Samanhelde med grupperingsarbeid gjort av FMLA Sogn og Fjordane m.o.t. arealkvalitet, klimasoner m.m., der

m.a. lausmassekart frå NGO er nytta som grunnlagsmateriale, er det sannsynleg grunnlag for at organisk jord og mineralblanda moldjord tilsaman utgjer om lag 15-20% av dyrka areal. I mangel av sikrere estimat vert det i berekningane for kva kostnaden er med vedlikehald av drenerings-tilstanden på dyrka areal lagt til grunn at organisk jord og moldblanda mineraljord utgjer 17% av dyrka areal. Det er lagt til grunn at all organisk jord treng drenerast ut frå gjevne dreneringskriterium, og at levetida for drenering er sett til 30 år. For mineraljord er det lagt til grunn at om lag 50% må drenerast, og at halvparten har levetid høvesvis 30 år og 50 år.

Tabell 4.3.1.5. Stipulert kostnad pr. år med vedlikehaldsdrenering av fulldyrka og overflatedyrka areal i Sogn og Fjordane. Statistikkgrunnlag SSB 2010, SLF 2014, Grønlund et al. (2008). Estimert 17% organisk jord og 83% mineraljord.

	Dyrka areal, daa	Mineraljord, daa	Organisk jord, daa	Årleg vedlikehaldskostnad drenering		
				Mineraljord	Organisk jord	Sum årleg vedl.kostn.
Sogn og Fjordane	282.768	234.700	48.000			
Treng dren. 30-års levetid	106.700	58.700	48.000	13.700.000	11.200.000	24.900.000
Treng dren. 50-års levetid	58.700	58.700		8.200.000		8.200.000
Sum vedl. drenering	165.400	117.400	48.000	21.900.000	11.200.000	33.100.000

For Sogn og Fjordane er årleg kostnad med å vedlikehalda dreneringstilstanden estimert til å vera om lag 31 mill. kr ut frå det som er lagt til grunn som føresetnader. I tillegg kjem kostnad til vedlikehald av dreneringstilstanden på innmarksbeite. Årleg kostnad til vedlikehald av dreneringstilstanden på innmarksbeite kan svært grovt vurderast til 3-4 mill. kr. pr. år, jfr. omtalen av innmarksbeite i Hordaland.

4.4 Husdyrgjødsellager

Nytteverknaden av nitrogen i husdyrgjødsel er sterkt avhengig av tidspunktet for spreining. Skal ein kunna spreia husdyrgjødsel på laglege og utnyttingsmessige gode tidspunkt, er ein avhengig av stor nok lagerkapasitet.

Ei feltundersøking i fire utvalde kommunar i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal med omfattande storfehold/mjølkeproduksjon, gjort i 2012-2013 (Fagrapport: Betre utnyttelse av husdyrgjødsel fra storfe), synte at mange gardbrukarar ikkje får utnytta husdyrgjødsel optimalt på grunn av avgrensa/for liten lagerkapasitet. Dei fleste i undersøkinga såg på utviding av lagerkapasiteten for husdyrgjødsel som den mest aktuelle investeringa på garden.

I underkant av 60% av dei som var med i denne undersøkinga spreidde husdyrgjødsel etter 1. september. Likevel seier nær 40% av desse at dei ikkje har problem med spreie- eller lagerkapasiteten. Lokal forskrift med generell utvida spreiefrist til etter 1. september i desse kommunane, kan vera årsak til dette.

Bygging av ekstra lagerkapasitet for husdyrgjødsel er dyrt. Den einskilde bonde må vega dette opp mot betra utnytting av husdyrgjødsla og dermed redusert behov for kunstgjødsel, mindre næringsstofftap og auka vinterskade på eng som følgje av husdyrgjødsel spreidd seint i vekstsesongen. I reknestykket må ein også ta med nytten av eventuelt ekstra husdyrrom oppå gjødsellageret. Ein må og sjå om det er råd å redusera lagerbehovet gjennom å ha dyra på beite/lenger tid på beite.

Det er ulike måtar å skaffa seg auka lagerkapasitet på. Det enklaste og billegaste som mange allereie nyttar seg av, er å leia avløpsvatn i mjølkeproduksjon utanom gjødselkjellaren. Men dette kan i neste omgang føra til at ein må tilsetja vatn ved spreieing noko som kan verta vanskeleg og tidkrevjande om lageret er fullt. I opne gjødselkummar vil ein auka lagringskapasiteten mykje ved å byggja tett tak, då nedbør kan «stela» mykje lagerkapasitet i slike lager. I lys av klimaendringane og auka nedbør framover, vert dette endå viktigare enn før. Det finst og løysingar med flytedekke på opne lager som gjer det mogleg å avgrensa nedbørsinnblandinga.

Alternativt kan ein nytta ledige lager i området som mellomlager. Då slepp ein investeringskostnadane, men ein må rekna med leigekostnader samt tid til lessing/lossing og transport. I den grad mellomlageret ligg nærare jordbruksarealet der gjødsla skal spreieast enn husdyrfjøsen, kan dette spara ein for noko tid i ein hektisk onneperiode. I staden kan noko av transporten gjerast i rolegare periodar av året. Laguner med duk er eit rimeleg lagringsalternativ, men det krev stor plass og det eignar seg best på flat mark. Kor eigneleg dette er i praksis er det fleire grunnar til å stilla spørsmål ved.

Dersom eksisterande fjøs og tomt eignar seg, kan utviding av eksisterande gjødselkjellar vera eit godt alternativ. Med eit slikt alternativ kan ein òg byggja husdyrrom oppå gjødselkjellaren som kan vera med på å forsvara ei slik investering bedriftsøkonomisk. Alternativt kan ein byggja nytt frittstående lager i betong eller stål. Desse kan anten byggjast nær driftsbygningen eller som satelittlager plassert der gjødsla skal nyttast. Stålkummar er billegare enn betongkummar, men dette må òg vurderast ut frå levetid og soliditet.

Kostnadane varierer mykje mellom dei ulike byggjealternativa. Generelt er små lager dyrare per m³ enn store lager, og tilsvarande er låge lager dyrare per m³ enn høgare lager. Lønsemda for den einskilde bonden i å utvida lagerkapasiteten vil variere både ut frå behovet for meir lagerkapasitet og kva type nytt lager som er aktuelt.

Kor godt ein alt no utnyttar husdyrgjødsla vil påverka lønsemda i eit eventuelt nytt lager. Til meir ein spreier seint i veksetida og seinhaustes, til større er potensialet for auka utnytting. Dersom ein ligg på grensa til å klara å spreie innan lovlege spreietidspunkt, må ein gjerne auka lagerkapasiteten uansett.

4.4.1 Vurdering av lagerkapasitet og kostnader til husdyrgjødsellager

I oppstillinga nedanfor har ein sett på lønsemda i ulike investeringsalternativ for auka lagerkapasitet. Det er teke utgangspunkt i undersøkinga «Bedre utnyttelse av husdyrgjødsel fra storfe» i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane og har nytta tal herifrå på kor stort behovet for auka lagerkapasitet er.

«Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav» har krav til husdyrgjødsellager og regulerer spreietidene for husdyrgjødsel. Det er eit krav at lagringskapasiteten skal vera minimum 8 månaders produksjon. Om våren er spreieing tillate etter 15. februar om marka ikkje er snødekt eller frosen. Om hausten bør spreieing gjerast så tidleg i vekstsesongen at det kan bli betydeleg gjenvekst som vert hausta eller beita, og spreieing seinast innan 1. september. Den einskilde kommunen kan på vilkår av at kommunen sine klimatiske tilhøve, og at vasskvaliteten i kommunen sine vassdrag tillèt det, setja ein seinare frist for spreieing utan nedmolding/nedfelling enn 1. september, men ikkje seinare enn 1. oktober. Ved nedfelling eller nedmolding (straks eller seinast 18 t etter spreieing) er siste spreiefrist 1. november etter gjeldande forskrift. Det vert arbeidd med å revidera forskrifta, og det er faglege grunnar, både agronomiske og miljømessige, som talar for at det bør verta strengare krav i den nye forskrifta. I dei tre vestlandsfylka denne rapporten omhandlar vert det meste av gjødsla spreidd på eng utan nedmolding/nedfelling.

Tek ein utgangspunkt i spreiefristen 1. september, treng ein 8 månaders lagerkapasitet ved lagring fram til slutten av april. Kor tid ein kan starta spreieinga om våren, varierer ein del i desse fylka og sjølvsagt mellom år, men det vanlege dei fleste stadene er at ein får spreidd husdyrgjødsla i løpet av april og byrjinga av mai. Med endring mot eit mildare klima kan tidlegare spreieing verta aktuelt. I forskrifta står det at lageret må ha kapasitet til å oppbevare eventuell gjødsel som måtte liggja att i lageret etter siste utkøyring. Kor stor slik rest som vert liggjande att er, vil variere ut frå utforming av lageret og kva utstyr som vert nytta, men heilt tømt vert lageret normalt ikkje. Ein må difor rekna litt ekstra lagerplass til dette. Vidare må ein og rekna litt ekstra å gå på på toppen av lagera i samband med omrøring. I praksis køyrer ein ofte ut noko gjødsel før ein startar omrøringa dersom lageret er fullt.

Å spreia mest mogeleg av husdyrgjødsla om våren og etter førsteslått medfører høgare nytteverknad, då ein får både ein direkte nytteverknad og ein etterverknad i andre- og eventuelt tredjeslått. Endra klima med meir nedbør, særleg seinsommar/haust og førjulsvinter kombinert med høgare temperatur i den same tida, gjer utfordringane med å redusere N-tapet ved avrenning større. I eit 2-slåttssystem gjødslar ein normalt andreslått sist i juni og tidleg i juli månad. Skal ein få til å spreia all gjødsla før slått i eit 2-slåttssystem, må ein difor ha minimum 9 månaders lagringskapasitet.

Det å spreia husdyrgjødsel etter 1. september er uheldig både frå agronomi- og miljøomsyn. Når så mange likevel gjer det, viser det at mange har for liten lagerkapasitet. Kor mykje det dreiar seg om er ikkje lett å fastsetja, men ut frå fastsette premisser med bakgrunn i ovannemnde undersøking kan vi rekna på kva volum det inneber og sjå kva kostnader ein har på fylkesplan i desse tre fylka.

I undersøkinga «Bedre utnyttelse av husdyrgjødsel fra storfe» spreier knapt 60% av driftseiningane husdyrgjødsel etter 1. september. Det utgjer knapt 1/6 av gjødselvolumet deira og inneber at 10% av gjødsla vert spreidd etter 1. september. Storfe og sau er dei største husdyrproduksjonane i desse fylka. I sauehald er det krav om 6 månaders lagringskapasitet og

noko meir er sjeldan aktuelt då sauene er ute på beite den resterande tida. Vi vil difor konsentrera oss om lagringsbehovet for storfegjødsel.

Husdyrgjødselproduksjonen frå mjølkeku varierer etter ytinga. Vidare vil vassforbruket i mjølkeproduksjonen variera ein del per dyr alt etter kor stor besetninga er og etter kva mjølkeutstyr ein har. I mjølkestall brukar ein normalt meir vatn enn i båsfjøs. For mjølkerobot varierer det etter type. For den typen som brukar mest vatn går det med meir vatn enn i ein mjølkestall, medan det for den som brukar minst går med mindre vatn enn i ein mjølkestall. Vassforbruket per dyr går ned ved aukande besetningsstorleik. I tillegg må ein gjera påslag for diverse vassforbruk og strø. Alt dette må det takast omsyn til ved utrekning av lagerbehov.

Tabell 4.4.1.1. Tal storfe og gjødselproduksjon per måned i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal per 01.01.2014 (Kjelde: SLF)

Fylke	Dyreslag	Tal dyr	Gjødselprod. per dyr i ein måned (tonn)	Gjødselprod. i ein måned (tonn)
Hordaland				
	Mjølkekyr	11 346	2,0	22 692
	Ammekyr	2 511	1,25	3 139
	Andre storfe	23 324	0,625	14 578
	<i>Samla</i>			40 409
Sogn og Fjordane				
	Mjølkekyr	16 207	2,0	32 414
	Ammekyr	1 722	1,25	2 153
	Andre storfe	31 240	0,625	19 525
	<i>Samla</i>			54 092
Møre og Romsdal				
	Mjølkekyr	21 427	2,0	42 854
	Ammekyr	3 299	1,25	4 124
	Andre storfe	45 408	0,625	28 380
	<i>Samla</i>			75 358

I tabell 4.4.1.1 ser ein at det på ein måned vert produsert 40 000 tonn storfegjødsel i Hordaland, omlag 55 000 tonn i Sogn og Fjordane og 75 000 tonn i Møre og Romsdal. Ut frå gjennomsnittleg bruksstorleik på mjølkebruk i desse fylka gjev det eit lagerbehov per bruk per måned på vel 50 m³ i Hordaland og Sogn og Fjordane og på vel 70 m³ i Møre og Romsdal.

Tabell 4.4.1.2. Gjennomsnittleg tal mjølkekyr og andre storfe per bruk, samt gjødselproduksjon per måned for Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal per 01.01.14 (Kjelde: Landbruksdirektoratet)

Fylke	Dyreslag	Tal dyr	Gjødselproduksjon per dyr i ein måned (kg)	Gjødselproduksjon i ein måned (kg)
Hordaland				
	Mjølkekyr	19	2 000	38 000
	Andre storfe	23	625	14 375
	<i>Samla</i>			<i>52 375</i>
Sogn og Fjordane				
	Mjølkekyr	18	2000	36 000
	Andre storfe	25	625	15 625
	<i>Samla</i>			<i>51 625</i>
Møre og Romsdal				
	Mjølkekyr	25	2000	50 000
	Andre storfe	35	625	21 875
	<i>Samla</i>			<i>71 875</i>

Dette er gjennomsnittstal og variasjonane på dei einskilde bruka vil vera store. Vel ein å byggja nytt gjødsellager vil nok dei fleste byggja ein god del større enn dette og gjerne kombinera det med utviding av buskapen. Tek en utgangspunkt i eit nytt betongkumlager på 250 m³ med ein kostnad på 175 000 kr gjev det ein pris på 700 kr/m³. Ved 4% rente og 30 års avdrag (annuitet) gjev dette ein årleg kostnad på 41 kr/tonn. Med ein gjødselverknad på 1,5 kg N, 0,7 kg P og 3 kg K per tonn, gjev dette ein pris på 27 kr per kg N. Ved kjøp av fullgjødsel 22-2-12 er prisen 18 kr per kg N, per nov 2015. (Felleskjøpet). Verdien av gjødselverknaden åleine kan såleis ikkje vega opp for kostnadane med bygginga. Her har ein då sett vekk frå kostnader til utstyr for spreing då ein reknar med at dette er utstyr som bonden allereie har. I reknestykket for betongkum har ein ikkje teke inn eventuelt tilskot og mulegheit for husdyrrom oppå. Tek ein med dette, kan reknestykket sjå annleis ut. Tilstrekkeleg lagerkapasitet for husdyrgjødsel slik at husdyrgjødsel kan spreist til rett tid ut frå nytteverknad-tapsomsyn, er både eit kostnads- og miljøspørsmål. Det må vurderast å sjå på ei ordning med tilskot til husdyrgjødsellager på same måte som tilskot til miljøvenleg spreing.

4.5 Handtering av husdyrgjødsel og tap av nitrogen

Potensialet for å redusera tapet av nitrogen i engdyrkinga på Vestlandet er stort. Det er både eit potensial for å redusera ammoniakktapet ved spreing av husdyrgjødsel og eit potensial for å redusera avrenninga på overflata og i grøfter. Rett tidspunkt for spreing av husdyrgjødsel er avgjerande for verknadsgraden av nitrogenet. At mest mogleg av husdyrgjødsel vert spreidd om våren og etter førsteslått medfører høgare nytteverknad, då ein får både ein direkte nytteverknad

og ein etterverknad i andre- og eventuelt tredjeslått. Endra klima med meir nedbør, særleg om seinsommar/haust og førjulsvinter og høgare temperatur i den same tida, gjer utfordringane med å redusera N-tapet som avrenning større. Ein bør i driftsopplegget og gjødselplanlegginga i dei nordlege Vestlandsfylka (Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal) ut frå omsyn til nedbørsmengde og jordfukt, leggja til grunn at siste grasavling vanlegvis bør vera hausta tidleg i september. I dei mest nedbørsrike områda, og på jord som tørkar seint opp når den er vorten vassmetta om seinsommaren, bør det ikkje planleggjast slått seinare enn i august. Det er også eit potensiale for å redusera den totale N-gjødslinga per dekar, ved at N i husdyrgjødsla vert betre utnytta og at trongen for tilførsel av N i handelsgjødsel dermed kan reduserast. Proteininnhaldet i fôret til drøvtyggjarar kan i mange høve reduserast noko utan at det går ut over produksjonen. Det vil redusera mengda av N i sirkulasjon og redusera miljøbelastninga.

Verknadane på miljø av spreining av husdyrgjødsel på Vestlandet er vurdert i forhold til tapa ved breispreiing, og der det meste vert tilført eng, då det er den heilt dominerande kulturen. Ammoniaktapet er nokolunde kartlagt i dei ulike lekkane/stadium (fjøs, lagerrom, spreining/areal). Det er likevel viktig å få fram at ammoniaktapet kan vera moderat ved spreining i låg temperatur, litt nedbør/høg luftfukt og lite vind. Då vert ammoniakktrykket lægre. Vasstilsetjing til blautgjødsel verkar også til vesentleg mindre tap, og ein oppnår god verknad av nitrogen i husdyrgjødsel tilført eng. Rivedal (2016) har synleggjort kva god og dårleg handtering av husdyrgjødsel i dei ulike lekkane/stadium har å bety for kor mykje nitrogen som kan koma plantene til nytte, og kor mykje som vert tapt til luft. Skilnaden mellom god og dårleg handtering gjev store skilnader i plantetilgjengeleg N pr. tonn gylle (0,4-1,5 kg N), og som innverkar på kor mykje handelsgjødsel det trengst å supplerast med.

For lystgass ligg det så langt føre lite måleresultat, men det ein har, saman med den meir generelle kjennskapen til vilkåra for danning av lystgass, gjer at vi kan seia noko om lystgasstap. Det som kan seiast med stor visse er at tapet av lystgass frå dyrka areal har samanheng med dreneringstilstand. Frå dårleg drenert jord med høg konsentrasjon av plantetilgjengeleg nitrogen, er tapet av lystgass vesentleg større enn frå godt drenert jord som er tilsvarande gjødsla. Jordfysisk tilstand, som har samanheng med jordart, driftsmåte (jordpakking, gjødsling) og klima (jordfukt og dels temperatur), påverkar også tapet av lystgass. Jordpakking på tette jordartar reduserer luftvekslinga og verkar uheldig. Tap av lystgass er påverka av dreneringsgrad og jordfysiske tilhøve. Hansen et al. (2013) har undersøkt og samanstillt innleiande granskingar av kva dreneringsgrad har å seia for omfanget av lystgasstap, og som viser svært store utslag. God drenering og låg grunnvasstand verkar til mindre tap av lystgass.

Innanfor dette emnet/fagfeltet vil det koma meir forskingsresultat og vera ei breiare kunnskapsplattform om nokre år. Granskingar gjorde i andre land har synt at det er større fare for lystgassutslepp ved nedfelling av husdyrgjødsel i område med jord utsett for pakkingskade, og jord med dreneringstrong/høg grunnvasstand, enn i tørre område.

4.5.1 Spreietidspunkt, utfordringar i høve til knapp lagerkapasitet og miljø

Nytteverknaden av nitrogen i husdyrgjødsla er sterkt avhengig av tidpunktet for spreining. I ei gransking utført på Fureneset, der ein såg nærare på kva forklaringsvariablar som verka sterkt inn på nyttegraden av N, fann Ringstad (1993) at tidleg vårspreiing hadde langt høgare nytteverknad av N enn spreining etter førsteslått. For å fanga opp langtidverknad, granska ein også verknaden i

det etterfølgjande året. Denne granskinga underbyggjer andre granskingar på Vestlandet, der det er sett på kva spreietidspunktet har å seia for verknadsgraden.

Spreiing seint i veksetida og om hausten har gjeve låg verknadsgrad av N, og jamvel negativt resultat (Tveitnes, 1985), då det verka til å svekka overvintringsevna i enga, slik at det vart større vinteruttynning/vinterutgang.

Ei feltundersøking i fire utvalde kommunar i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal med omfattande storfehold/mjølkeproduksjon gjort i 2012-2013 (Fagrapport: Betre utnyttelse av husdyrgjødsel frå storfe), synte at mange gardbrukarar ikkje får utnytta husdyrgjødsla optimalt grunna avgrensa/for liten lagerkapasitet. Utviding av lagerkapasiteten vert sett på som den mest aktuelle investeringa for dei fleste i undersøkinga.

I dei tre fylka på Nord-Vestlandet får eng tilført det meste av husdyrgjødsla, og noko vert tilført beite. Overflatespreiing med breispreiar eller kanonvogn er framleis vanlegast. Berre eit mindretal nyttar stripespreiing eller injisering, i nemnde undersøking var det høvesvis ein og to av 66 som svara.

Mest husdyrgjødsel vart spreidd om våren, noko mindre om sommaren (og då hovudsakleg etter førsteslått). Knappt 60% av driftseiningane opplyser at dei spreier husdyrgjødsel etter 1. september. Dette utgjer om lag 17% av volumet av husdyrgjødsel.

Sjølv om det er mange som spreier husdyrgjødsel etter den generelle fristen 1. september, opplyser «berre» 1/3 at dei har vanskar med spreie- og lagerkapasitet. At husdyrgjødselspreiing om hausten ikkje vert oppfatta som problematisk, kan mogelegvis ha samanheng med at mange kommunar i lokal forskrift gjev generell dispensasjon m.o.t. å ha fastsett seinare frist. Alle dei fire kommunane i undersøkinga hadde seinare frist (midt eller sist i september). Denne undersøkinga viser, saman med at mange kommunar på Nord-Vestlandet lagar lokal forskrift med frist for spreiing midt eller seint i september, at ein i realiteten får ei forskyving mot at meir husdyrgjødsel vert spreidd seinare enn det som er bra agronomisk og ut frå miljøomsyn. Tunge landbrukskommunar endrar forskrifta, med utsetjing av spreiefristen frå tidleg i september til sist i september.

4.5.2 Mengde spreidd pr. arealeining

Ein faktor ved vurdering av tapspostar og nyttegrad av N i husdyrgjødsel og handelsgjødsel er mengda spreidd per arealeining. I fleire forsøk med husdyrgjødsel er det registrert høgare nyttegrad av N ved moderate mengder gylle spreidd på eng enn noko større mengder tilført i åker/attlegg og arbeid inn i jorda ved harving eller pløying. Her vart det registrert skilnader mellom landsdeler, og dei to prøvde bruksmåtane relatert til klima der gylle til eng kom best ut på Vestlandet (Tveitnes, 1979; Aase 1981).

4.5.3 Geografiske skilnader

Som vist til i avsnittet framanfor er det geografiske skilnader i nytteverknad av nitrogen i husdyrgjødsel og skilnader i effekten av spreimetodar m.o.t. ammoniakktap. Dette skuldast nok noko ulike vêr- og klimatilhøve og som fører til ulik grad av fordamping. Ut frå ei generell vurdering kan det ventast større prosentvis reduksjon i ammoniakktap ved nedfelling og stripespreiing i regionar med tørre og varme vekstsesongar.

4.5.4 Samanheng mellom gjødsling, nedbør, temperatur, jordart og næringstap

I kontrollerte avrenningsforsøk kan ein granska korleis ulik gjødsling og ulike driftsopplegg verkar på tap av næringsstoff med grøfte- og overflateavrenning. Ein må likevel vera noko varsam med å tolka og generalisera resultata frå einskildforsøk og registreringar for vidt, då jordart, terrengtilhøve, nedbørsmengd og nedbørfordeling, og samspel mellom jord og vêrlag verkar inn.

I dei tidlegare norske avrenningsforsøka og avrenningsregistreringane var fokus mest retta mot erosjons- og næringstap, særleg fosfor, og mest i område av landet med mykje åkerdyrking. Tap av nitrogen har i dei seinare åra vore tillagt større merksemd, og med grunnlag i korleis endra klima med auka nedbørsmengde og auka temperatur verkar inn på utnytting og tap av nitrogen, er dette rettmessig. Nitrogendynamikken i landbruket og samfunnet elles er av det som påverkar mengda av klimagass som vert produsert, og som det er viktig å få redusert snarleg om vedtekne klimamål skal nåast (sjå også Rivedal & Barcena, 2014).

Både i avrenningsforsøk på Fureneset (Sogn og Fjordane), og i langvarige registreringar av avrenning frå eit intensivt drive større jordbruksareal i Time kommune på Jæren, var mengda årsnedbør og nedbørfordeling det som verka sterkt inn på tapet/bortføringa av nitrogen med grøfte- overflatevatn. I år med vesentleg meir nedbør enn normalt, og då i praksis også høgare temperatur haust, førejulsvinter og vinter, var det mykje større avrenningstap enn i tørre år (Sandvik et al., 1997). Normalnedbøren på Fureneset er 2001 mm (1961-1990 normal). I den perioden som ein granska var det to tørre og to våte år. Middelnedbøren i dei tørre åra var 1603 mm og i dei våte åra var middelnedbøren 2507 mm. I dei våte åra var avrenningstapa av nitrogen om lag dobbelt så stort som i tørre år. Andre ting som kan trekkjast fram er at frå torvjord eller jord med høgt organisk innhald er N-tapet litt større enn frå mineraljord. Dei våte åra hadde meir nedbør fordelt over heile året, og det var auka avrenning i alle tre tertiala. Auken i avrenning var størst i haustmånadane i dei våte åra. Torvjord, og anna jord rik på organisk materiale, kan under tørr ettersommar og haust ha relativt stort N-tap om haust og førejulsvinter grunna mineralisering av organisk materiale.

Frå det store registreringsområdet i Time kan det også trekkjast fram at betra husdyrgjødselhandtering og mindre spreieing seint i veksetida, har ført til mindre avrenningstap sist i den mangeårige måleperioden. M.o.t. gjødslingsstyrke og verknad på avrenning, er det slik at det er uheldig både med tilførsel av handelsgjødsel og kunstgjødsel seint i veksetida, slik at plantene ikkje får teke opp næringa i plantene/avlinga som kan haustast ved slått og/eller beiting. Det same gjeld om næringstilførsla, og særleg nitrogen, har vore større enn kva plantene tek opp og bind i avlinga. Næringstilførsla må tilpassast kultur, avlingsmengda og næringstilstand i jorda på veksestaden. Fleire forsøk på Vestlandet har synt at spreieing av gylle og blautgjødsel på eng om hausten gjev liten nitrogenverknad våren etter (Myhr, 1978; Tveitnes, 1985).

Tidspunktet for spreieing av husdyrgjødsel til eng har stor innverknad på den direkte verknaden av N i gjødsla, på etterverknaden og dermed på den samla nytteverknaden. Ringstad (1993) fann store utslag på auka samla nytteverknad av gylle som vart spreidd om våren samanlikna med gylle som vart spreidd etter fyrsteslått. Det var stor verknad målt i andreslått av gylle spreidd om våren. For den seint spreidd husdyrgjødsel vert nytteverknaden liten, og frå andre granskingar er det klart at avrenningstapet av N er stort ved sein spreieing. Avrenningstapet aukar mykje med mykje nedbør om hausten og om vinteren, noko som kom tydeleg fram i avrenningsmålingar på lysimeterfelt på Fureneset der ein hadde med målingar i tørre og våte år (Sandvik et al., 1997).

I fleire forsøk er det også synleggjort at sein tilførsel av husdyrgjødsel til eng, og/eller tilført i store mengder, kan ha negativ verknad ved at rikeleg N-tilgang fremjar vekst lenger utover hausten/førejulsvinteren enn kva som er naturleg, og at innvintringa til graset vert skipla. Med ein vekslende vinter med mildversbolkar innimellom kuldebolkar, kan då graset si overvintringsevne verte såpass svekka at det medfører vinterutgang, vanlegast i form av uttynning, men i særskilde tilfelle i form av total utgang. Det siste førekjem gjerne i samanheng med is- og vasskadar. Ein slik situasjon førekom førejulsvinteren 2012 og vinteren 2013, då store deler av Sør-Vestlandet og Vestlandet opplevde omfattande vinterutgang i eng. Sjeldan har så mykje eng måtta fornyast på Vestlandet som våren 2013. Det særskilte var at mykje eng måtte fornyast i Rogaland. Vanlegvis er bredalføra i midte- og indre strok på Vestlandet mest utsett for vinterutgang, som og var situasjonen i 2013. Høglind et al. (2013) har utført ei modellberekning/modellframskriving av kva endra klima kan bety for lengda på veksetida og varmesum, og for nedbørsmengde og vêrtilhøve i vinterhalvåret.

Samanfatting:

Det har føregått, og føregår ei lokal/regional regelverksendring som gjer at det vert tillate å spreia husdyrgjødsel på eng så seint at det er i motstrid til det som er god agronomisk praksis m.o.t. god utnytting av næringsemna og minst mogleg tap til vatn og luft. Dette er ei agronomisk og miljømessig utfordring som må prioriterast både av forvalting og landbruket om resultat skal oppnåast i praksis.

For liten lagerkapasitet for husdyrgjødsel, spreieing på uheldig tidspunkt, unngå jordpakking, bruk av slangeutstyr kombinert med vassinnblanding og nedlegging var nokre punkt som vart trekt fram i ei evaluering av pilotordninga for miljøvennleg spreieing av husdyrgjødsel (Skøien et al., 2011).

4.6 Beitebruk, utfordringar med bruk av areal og skjøtsel av kulturlandskap

Beitebruk vil vera ei utfordring framover i dei tre fylka på Nord Vestlandet, sett i høve til bruk av det som i dag er jordbruksarealet (fulldyrka og overflatedyrka areal, innmarksbeite) og det som er kulturlandskapet i jordbruket. Utfordringa har samanheng med endring (nedgang) i tal grovføretande dyr og struktur i landbruksdrifta. Det at mykje av overflatedyrka areal og innmarksbeite i Hordaland har grunnlendt jord, høgt innhald av organisk materiale (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2013) og utilfredstillande drenering ved stor- og langvarig nedbør gjer at trakkskader på beiteareal vert omfattande og set ned kvaliteten og produksjonen på beitearealet. Denne situasjonen er mest vanleg førekomande i ytre- og midtre deler av fylket. Ved slik situasjon er det difor at beitearealet/deler av beitearealet vert forsumpa, og at uynskte planter som soleie (engsoleie og krypssoleie), sølvbunke og sivartar kjem inn og etablerer seg i aukande omfang. Slike areal er vanskeleg å drenera på ein tilfredstillande måte. Det er vanskeleg å ha effektiv beitebruk med mjølkekyr på slike areal. Det kan gå betre med ungdyr og sau som valdar mindre trakkskade, men også for ungdyr må det takast omsyn slik at dei ikkje vert gåande på beite med vassmetta jord over tid. Beiting på seinsommar- haust på slike areal er difor ofte vanskeleg då jorda på den tida ikkje tørkar tilstrekkeleg opp når den først er vorten vassmetta og det vedvarer å regna. Situasjonen er mykje godt lik i Sogn og Fjordane, men fylket er ikkje kartlagt ved utvalsbasert jordsmonnkartlegging. I Møre og Romsdal er det mindre omfang av både overflatedyrka areal og innmarksbeite (SLF 2014), og det er mindre omfang av grunn jord på dyrka areal (Lågbu &

Svendgård-Stokke, 2016). «Anslaget» av dyrka areal med jorddjupne til fast fjell mindre enn 1 m er 44600 daa som utgjør 9% av arealet i Møre og Romsdal. I Hordaland er «anslaget» av dyrka jord med jorddjupne til fast fjell mindre enn 1 m, 121700 daa som utgjør 42% av arealet. Grunt areal av innmarksbeite er «anslege» å utgjera heile 76% i Hordaland.

Mjølkekyr på beite, og særleg i større besetningar som etter kvart er det vanlege, krev areal med mineraljord (fastmarksjord) som er godt drenert eller har jord med god naturleg dreneringstilstand, og nærleik til fjøs eller mjølkeinnstallasjon. I regnrrike periodar over lenger tid som gjer at jorda er vassmetta eller svært våt, er beiting med tunge kyr øydeleggjande sjølv på godt drenert mineraljord. Slike periodar kan førekoma om sommaren, og med auka sannsyn på seinsommar og haust. Det må vera rom for alternative løysingar ved slike situasjonar, og det må planleggjast for det.

4.6.1 Utmarksbeite, bruk, kvalitet og utfordringar

Dei tre fylka på Nord Vestlandet er kjenneteikna ved eit stort utmarksareal i høve til dyrka areal og innmarksbeite, men det er store regionale skilnader. Det er vidare stor skilnad m.o.t. del av utmarksarealet som ligg under- og over skoggrensa, frå ytterst ved kysten til innerst i fjord- og dalstroka der skogen strekkjer seg høgare oppover mot fjellområda. Skilnaden i oseanitet (luffukt, temperatur og nedbør) og vind er tilhøve som sterkt verkar inn på nivå for skoggrensa. I kor stor grad areal under klimatisk skoggrense er skogkledd har samanheng med næringsinnhald i berggrunnen og tjukna på lausmasselaga som er avsett, men også av korleis bruken av utmarka har vore tidlegare både med omsyn til beitebruk og førsanking og uttak av ved til brensel. For Hordaland er det kartlagt at det er store skoglause areal som ligg under den klimatiske skoggrensa, noko som er ein arv frå tidlegare hard hausting av utmarka (Hofsten et al., 2015; Rekdal, 2015).

Beiteressursane i utmark er store i Vestlandsfylka, men det er stor variasjon i beitekvaliteten. Beitekvaliteten har nær samanheng med berggrunn, lausmassar, topografi og klimatilhøve. For Hordaland er det gjort ei kartlegging av beitressurs og beitekvalitet i utmark «Arealrekneskap i utmark» (Hofsten et al., 2015). Liknande kartlegging i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal er planlagt utført dei næraste åra (Rekdal, personleg meddeling). I Hordaland er kvaliteten av utmarksbeite litt betre enn landssnittet. Indre deler av fylket, nordsida av Hardangerfjorden mot Voss og deler av Hardangervidda har gode beite (Hofsten et al., 2015). Mange stader er det og gode beiter der det er ras- og skredjord i li- og fjellsider som strekkjer seg opp frå dal og fjordstrok og der beita kjem til ulik tid utover sommaren ettersom snøen smeltar. Frå andre registreringar er det kjend at det er store og gode utmarks- og fjellbeiteareal i midtre- og indre strok både i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal.

Det er grunnlag for å nytta utmarks- og fjellbeita i større omfang enn kva som er tilfelle no. Beitekapasiteten på utmarksbeite vert ikkje utnytta av einast sau. Ungdyr av storfe og sinkyr kan med godt resultat nytta utmarks- og fjellbeite, det same kan ammekyr med kalv og kviger i ammekubesetningar gjera.

Ut frå dyretalet av mjølkekyr, kviger og ungdyr, ammekyr og sauetalet i dei tre fylka på Nord Vestlandet kan det sluttast at beitekapasiteten i utmarka i mange område ikkje vil verta utnytta. I Hordaland og Sogn og Fjordane, der talet på storfe og «vanleg sau» (Norsk kvit sau- NKS og vanleg spel) har gått sterkt ned, særleg i mange kystkommunar og ytre fjordstrok, må ein sannsynleg

konkludera med at det ikkje er realistisk at beitedyra kan oppretthalda eit framleis ope beitelandskap slik det har vore, men at det vil vera attgroingsareal for tilfeldig- og styrt attgroing (tilplanting). Ei framhaldande stor landskapsendring i desse områda er difor sannsynleg, noko som også kjem fram av to område (grendemråde i Lindås og Bremanger) som er granska for å sjå utviklinga (Thorvaldsen, 2014). Rekdal (2010a) summerer opp at attgroing av deler av arealet ikkje kan stoppast. Utgangarsau av gammal norrøn sau (villsau) vil kunna skjøtta kystlynghei i veksling med anna utmark på øyar og deler av arealet elles langs kysten. Dyretalet må vera tilpassa ressursgrunnlaget, og det er viktig at beitpresset ikkje vert for stort. Dyra må byggja opp naudsynleg kroppsreserve i sommarhalvåret, og beitegrunnlaget m.o.t. vinterbeite må vera slik at omsynet til dyrevelferd vert ivareteke.

I Møre og Romsdal er det litt meir skiftande innanfor regionar kvar tilbakegangen i husdyrhaldet har vore sterkast. Situasjonen er der og at det ikkje er realistisk at beitedyra kan oppretthalda eit ope beitelandskap i same grad som tidlegare i store deler av fylket.

4.6.2 Situasjonen med mindre beiting utfordrar val av handlingsmåte

Ei samanfating av stoda vedkomande beitebruk på inn- og utmarksareal, vedlikehald av kulturlandskap, attgroing med skog i gardsnære område og at skoggrensa vil krypa høgare opp er at ein vil sjå eit framhald av den utviklinga som har vore over fleire 10-år.

Det som no ofte vert kalla gardsnære beiteareal har vorte kultivert gjennom lang tids bruk som slåtteareal, utslåttar kombinert med beiting, ulike former for rydding og ei varierende, men ofte ei avgrensa gjødsling (Rekdal 2010b). Gardsnære beiteareal samsvarar ofte med markslaget innmarksbeite i Økonomisk kartverk. Innmarksbeite utgjer ein stor del av jordbruksarealet i Vestland fylka, særleg i Hordaland og Sogn og Fjordane, vesentleg mindre i Møre og Romsdal. I Rogaland, der det har vore moderate endringar i tal grovfôretande husdyr, jamvel auke i sauetalet, vert det søkt om tilskot til om lag like stort areal av innmarksbeite som det er registrert i Økonomisk kartverk. I Hordaland vert det søkt om tilskot til om lag to tredeler av det areal innmarksbeite som er registrert i Jordsmonnstatistikk Hordaland (Lågbu & Svendgård-Stokke, 2013). Tal dyr som beitar i utmark og omfanget av beitinga og anna hausting (ved) og skjøtsel er altfor lite mot den omfattande og mangslungne utmarkshaustinga som var tidlegare. Det kan truleg seiast at det tidlegare i periodar var ei overoptimal utnytting av utmarksressursane. Jamvel om ein ser bort frå verknaden av klimaendring får ein difor ein situasjon der mykje utmarksareal både i låglandet og lisidene gradvis vil gro til med skog, og at treetablering vil strekkja seg høgare opp i det som før var trefritt fjellområde (Bryn et al., 2013).

Det er ei utfordring, men mogeleg, å finna driftsformer som sameinar bruk av utmarksbeite attåt bruk av innmarka i eit moderne og berekraftig landbruk. Beitebruken må organiserast ved at innmarksressursane og utmarksressursane vert sett på samla. Ut frå beiteressursane er det grunnlag for å auka sauehaldet på Vestlandet, sameleis ut frå omsynet til skjøtting av kulturlandskapet både på innmark, heimenær utmark, utmark elles og fjellbeie. Det føreset ein auke i konsumet av lam- og sauekjøt, då det pr. i dag er marknadsdekking med det avgrensa konsumet av sau- og lammekjøt pr. person som er. Det er lite realistisk å rekna med vesentleg auke i samla fôropptak på beite og auka innsats i vedlikehald av kulturlandskapet utan at det også vert ei meir omfattande beiting med storfe.

Det er potensiale for å nytta beita betre om våren, ved å planleggja for tidlegare beiteslepp både for sau, geit og storfe for å nytta næringsrikt vårbeite og redusera trongen for innhausta og innkjøpt fôr då. Tidleg beiteslepp på næringsrikt vårbeite gjev grunnlag for god start med god tilvekst på lam, og med det høg produksjon. Storfe kjem erfaringsmessig ofte for seint ut på beite om våren på Nord Vestlandet, og ein tøyer det derimot gjerne for lenge før ein tek dei av beite om hausten under våte tilhøve der dyra skadar jorda og produksjonsevna til beita etterfylgjande år. Tidlegare beiteslepp om våren verkar til at beita vert betre avbeita og skjøtta, dette gjeld både innmarksbeite og i heimenær utmark som då kan nyttast godt før fjellsending. Om mogeleg bør innmarksbeite og heimenær utmark nyttast av andre dyreslag (storfe, hest) om sommaren. Vaksne sauer kan nytta beita i heimenær utmark igjen om hausten fram til innsetjing, då dei ikkje har så høgt krav til fôrkonsentrasjon om fôrtilgangen/utvalet er tilstrekkeleg.

Situasjonen vil stadvis vera slik at det må gjerast val om å konsentrera innsatsen for å prioritera beiting på ein del område, og akseptera at andre område ikkje vert beita då det ikkje er nok beitedyr til å skjøtta alle område som tidlegare vart beita. I slike situasjonar bør avgjerda, så langt det er råd, byggja på ei fagleg vurdering av kva område som bør prioriterast for beiting og skjøtsel.



Innmarksbeita ligg ofte i librotet ovanfor fulldyrka mark som i Sogndal. Lang tids bruk og noko kultivering gjev innmarksbeita eit sterkt kulturpreg. Legje og jordart gjev grunnlag for verdfull produksjon, og ope landskap med gradvis overgang mot utmark framhevar samanhengen i jordbrukslandskapet. Foto: Yngve Rekdal

5 EFFEK TAR AV EN DRA KLIMA PÅ FRUKT- OG BÆRPRODUKSJON

5.1 Generelt

Mykje av frukt- og bærproduksjonen går føre seg i bratt areal og under fjell. I slikt terreng vil det vera risiko for steinsprang, jord- og snøskred, sørpeskred i elve-/bekkefar og utgliding av jordmassar. Historisk sett har det kome mange skred som har ført til store øydeleggingar på Vestlandet, både slike som har fylgt elve- og bekkefar, men også større steinsprang som har ført til omfattande skadar. Med auka nedbør og nedbørsintensitet, vil sjansane for slike naturskadar auka.



Auka fare for ras. Skreda på Bleie i 27.01.1994. Foto: Lars O. Bleie

Statens landbruksforvaltning har statistikk over kor store areal som er klassifiserte som bratt, men det er ikkje gjort noko generell risikovurdering av naturkatastrofar på grunn av auka nedbør i ulike grender. Ei slik vurdering av lausmassar og hydrotekniske anlegg kunne vore utført av kvartærgeologar saman med jordfysikarar.

5.1.1 Samspel mellom ulike faktorar

Meteorologiske parametrar og deira effektar på frukt og bær kan ikkje sjåast på åleine. Dei verkar saman i eit komplekst samspel med:

1. Jordfysikk
2. Økosystem
3. Teknologi
4. Andre innsatsfaktorar

Bonden må utnytta den teknologi, innsatsfaktorar og kompetanse han har til rådvelde for å produsera årvisse, høge avlingar av god kvalitet innan gjeldande lover og forskrifter. Det er svært komplekse samspel, der effektar av å endra enkeltfaktorar er vanskeleg å estimera. I tillegg til

endringar i meteorologiske forhold har vi også betydelege effektar av liberalisering av handel med biologisk materiale (planter, pollenførande insekt, m.m.) som saman kan gje mange uynskte effektar som vi p.t. ikkje kan sjå rekkevidda av.

Vitskapskomitéen for mattryggleik (VKM) utfører risikovurderingar av ulike skadegjerar, men det er ekstremt komplisert å vurdere den risiko dei gjer ut frå spreining, kvalitetsforringing og verknad i økosystemet, når det samstundes skal takast omsyn til eit endra klima. Norsk klima vil uansett vera heilt ulikt alle andre stader p.g.a. det særeigne lysklimaet så langt mot nord. Det fell utanfor denne rapporten å greia ut dette, men ein finn det rett å påpeika det, og ein ”føre var” – strategi vil vera å føretrekkja. Det har pågått ein vidtfemnande planteimport i mange år, og vi ser alt mange uheldige effektar av dette som brunsniglar, harlekinmarihøne, pærebrann, hekskost i eple, sharka-virus, m.m. Artsdatabanken (www.artsdatabanken.no) fører svarteliste på slike artar, som ledd i arbeidet med å vera ein kunnskapsbank om naturmangfaldet i Noreg. Balansen mellom artsmangfald og frihandel er eit tve-egga sverd.

I det etterfylgjande vil det bli gjort vurderingar av ein del hovudtrekk for verknader av ulike meteorologiske parametrar.

5.2 Temperatureffektar

Plantedelar reagerer ulikt på svært låg og svært høg temperatur, og i tillegg avheng reaksjonen av kva fysiologisk status plantedelane har når temperaturekstremane oppstår, og om det er noko form for fysisk vern som reduserer eksponeringa mot ekstremane. T.d. vil streng frost i desember ikkje skada bringebærplanter, medan det vil bli stor skade med same vilkår om dei oppstår i mars månad. Jordbærplanter som er dekkja med fiberduk om vinteren vil som regel klara seg godt, medan planter utan dekke kan få omfattande skade. Det er slik at endringar i gjennomsnittsverdiar gjer mindre utslag på skadebilete enn maksimum og minimum. Gjennomsnittstemperaturar vil gje utslag på avlingsmengd og kvalitet, medan ekstremar vil føra til meir total svikt.

Endringar i temperatur vil gje endringar i biologiske prosessar, og korleis ulike artar kan utvikla seg i Noreg. For dei artane som er sensitive for lys og fotoperiode vil det vera vanskelegare å seia noko om utviklingsmogelegheiter enn for artar som er mindre sensitive for slik påverknad. Temperatureffektar i frukt og bær kan sjåast på ut frå fire ulike fysiologiske tilstandar: Vinterkvile fram til blomstring, blomstring og fruktsetjing, fruktsetjing til hausting, og blomsterinitiering/ - differensiering.

Høg døgntemperatur i mars månad vil føra til at knoppene vaknar frå vinterkvila. Slik høg temperatur oppstår ofte ved solrike dagar og låg nattetemperatur, med tilhøyrande risiko for frostskaade i knoppene. Om det samstundes er djup tele, vil ikkje plantene kunna ta opp vatn, og knoppene vil tørka ut og bli sterkt svekka eller dauda. Denne situasjonen hadde vi på Vestlandet i 2013. Dekking av fiberduk for å verna mot frost er vanleg i jordbærfelt, og det kan bli nødvendig å bruka dette i enno større grad i framtida. I andre frukt- og bærartar er det vanskelegare å finna gode tiltak mot skadar som oppstår om vinter/ tidleg vår.

Låge minimumstemperaturar i april-mai er kritiske, då det kan gje skade på blomsterorgan, og i verste fall øydeleggja blomsten slik at fruktorganet aborterer. Ved mindre skadar kan deler av blomsterstanden verta skadd, og føra til at berre nokre få blomster i klasen kjem ut. I andre tilfelle vil skaden i blomsterknoppen føra til det som populært vert kalla ”slips” på epla, ei korkstripe frå stilkende til beger. Observasjonar av blomstring og meteorologiske parametrar frå seinare år, syner

tendens til at vekstperioden startar tidlegare og tidlegare. Avslutning av vekstsesongen er meir styrt av fotoperiode, og mindre påverka av temperaturendringar. Dersom utviklinga mot tidlegare vår og tidlegare blomstring held fram, vil ein kunna få auka frekvens av frostskaade i blomstringa, og produsentane må investera i utstyr som kan redusera omfanget av slik skade. I flatt lende er det mogleg å røykleggja område, medan frostvatning kan vera aktuelt i brattare lende. Problemet vil vera størst i steinfrukt, som blømer tidlegast, men vil også merkast i kjernefrukt, og vil kunna medføra betydeleg avlingssvikt og med det gje ubalanse og problem med å kontrollera den vegetative veksten i trea.

Generelt vil auka temperatur i månadane mai-september gje auka avling og betre kvalitet. Høg temperatur i mai-juni gjev god fruktsetjing og store frukter/bær på grunn av auka celletal. I denne perioden vil høgare temperatur gje auka problem med insekt og midd, då dei vil få betre forhold og formeira seg raskare. Insekt som har ein generasjon i året, vil kunna få to generasjonar i året. Insekt som er vektorar for fytoplasma og virus blir meir aktive, og spreinga vil gå raskare frå plante til plante, og frå teig til teig. På grunn av dette, vil det bli trong for fleire tiltak mot skadedyr i frukt- og bærhagen, både førebyggjande, biologiske og kjemiske.

Kalde netter og solrike dagar i september gjev god fargeutvikling på haustepla. I ein situasjon med mykje skyer og høg temperatur, vil ein få raskare fruktmogning og dårleg fargeutvikling, noko som vil bidra til svekka ytre kvalitet og gje dårlegare lønsemd. For blomsterknoppdanning og – differensiering i jordbær derimot, vil auka hausttemperatur vera optimalt.

Elles vil høgare temperaturar på generelt grunnlag vera gunstig i høve til kvalitet og produktivitet, og ein vil anta at produksjonspotensialet vil auka og kvaliteten vil kunna bli minst like god som i dag. Tidleg bløming vil gje auka lengd på vekstsesongen, og potensiale for å dyrka vekstar med krav til lengre vekstsesong enn dei vi dyrkar i dag. Sameleis vil det gje auka marknadsvindauga for norske frukt og bær frå frilandsproduksjon.

I frukt og bær er det særleg problemstillingar knytte til overvintringsskader og verknader av låg temperatur kring blomstringa, som år om anna gjev store utfordringar for produsentar og det offentlege i høve til erstatningar. Endringar i biodiversitet med bakgrunn i transport av biologisk materiale over landegrensene må ha sterkt fokus, då dette kan gje store og uventa utslag under endra temperaturtilhøve.

5.3 Nedbørseffektar

Effektane av nedbør er mangesidige, både fysiske, biologiske og teknologiske. Nedbør gir nedsett lysmengd, regn kjøler ned plantevevet og det blir vanskelegare køyreforhold. Vatn som trengjer inn i frukta p.g.a. osmose, fører til at frukta sprikk (mest vanleg i moreller og plommer), og auka luftråme som fylgje av regn, gir auka infeksjonspress av soppsjukdomar og bakterioser. For å bota på ein del av dei negative effektane av regn, vert det i vekstar som kan bera høge produksjonskostnader (moreller og bær), investert i plasttunnelar eller plasttak som vernar produkta mot skade. Slikt plastdekke reduserer lysmengda, meir med aukande alder av dekkematerialet, og di meir skydekke og regn, di meir vil fotosyntesen under slike anlegg bli redusert. Dette fører til redusert sukkerinnhald og svakare produktkvalitet.

Sopp og bakteriar vil få betre utviklingsmoglegheiter med auka nedbør, særleg om temperaturen aukar samstundes. Saman med at ein får vanskar med å gjennomføra planteverntiltak til optimal tid på grunn av vêt- og køyreforhold, vil det kunna gje særst uheldige effektar. Dette gjeld både på

produkta det same året, men også for planta sin helsestatus som kan svekka den under overvintringa, og dermed gje effektar også for året etter. Dei mest alvorlege effektane ligg på sjukdomar og bakterioser der det er få rådgjerder, slike som frukttrekraft, pærebrann og bakteriekraft i steinfrukt. Saman med høgare temperatur vil desse skadegjerarane få vesentleg betre utviklingstilhøve, og kunna føra til at hagar må ryddast tidleg i omlaupet. Dette vil kunna gje svært store økonomiske tap.

Auka nedbør gjev store utfordringar kring teknologi, i tillegg til dei biologiske effektane. Det vil føra til auka trong for tiltak mot skadegjerarar, samstundes som det vil bli vanskelegare å få gjennomført desse tiltaka sikkert nok, og til rett tid. Generelt vil auka nedbør føra til auka risiko for kvalitetstap og høgare produksjonskostnader. Det vil også føra til auka trong for investeringar i dekkssystem. Dei aller fleste frukt- og bær dyrkarar har tilgang til vatning, så auka nedbør vil ha berre negative effektar, og føra til at avlinga av klasse 1 per dekar vil gå ned der det ikkje er brukt dekke.



Djupe traktorspor etter uttransport av frukt om hausten, stor erosjonsfåre. Slinde 29.10.2013. Foto: S.H.Hjeltnes.

Auka nedbør gjev auka vassmetting i jorda, og betre forhold for ein del skadelege sjukdomar. I særleg grad gjeld dette *Phytophthora*-arter, som t.d. raud rotråte i bringebær. Ein har sett at vekstproblem som fylje av denne sjukdomen har auka i seinare år, og gjev store avlingsreduksjonar. Slike jordbuande sjukdomar er svært brysame, sidan kvilesporer kan leva i minst 15 år i jorda, og smitten spreier seg både med maskiner og fottøy.

Etter at dei regionale teststasjonane som Landbruksteknisk institutt på Ås hadde, finst det ingen objektive teststasjonar for teknisk utstyr i bratt lende. Det er heller ikkje noko systematisk FoU-arbeid kring slike problemstillingar, og produsentane blir i stor grad overlatt til eigne oppfinningar og løysingar eller maskinfirma sine tilrådingar. Her er viktige problemstillingar knytt til teknologi som gjeld tilførsle av plantevernmiddel og uttransport av frukt om hausten, både m.o.t. HMS og auka fare for erosjon. Det burde vore nytta større ressursar på kompetanseoppbygging kring desse problemstillingane gjennom utviklingsarbeid og studieturar.

Dei biologiske effektane av auka nedbør er komplekse. Tre hovudpunkt må ha fokus framover: Fyrst den auka smitterisikoen for pærebrann, bakteriekraft, frukttrekraft og jordbuande sjukdomar. Dinest dei indirekte effektane av at ein stadig aukande del av produksjonen vil føregå under plastdekke, og til sist teknologi-utvikling. Det er gjennomført fleire FoU-prosjekt kring frukt- og bærproduksjon under plasttak, og innan skadehandtering av tresjukdomar, men det er

trong for meir kunnskapar om lys og temperatur sin samverknad på produksjon og produktkvalitet.

5.4 Effektar av meir vind

Vind kan gjera omfattande skade i frukt og bær, både direkte på produkta, og på tekniske anlegg. I tillegg vil vind føra til at ein ikkje kan tilføra plantevernmiddel på optimalt tidspunkt, og dermed indirekte kunna føra til auka problem med sjukdomar, skadedyr og ugras. På den andre sida vil noko vind vera positivt ved at det turkar opp plantene raskare etter regn, og såleis reduserer åtak av sopp.

Vind som årsak til avlingssvikt på grunn av nedfall, var vanlegare når frukttræa var store og greinene fekk store rørsler, enn det er i dag. Svært kraftig vind om hausten vil framleis gje mykje nedfall og stor avlingsreduksjon, men problema i dag er meir knytte til slagskadar og skadar på skalet som gir nedsett ytre kvalitet. I eple vil dette medføra at frukta berre vil kunna nyttast til press, medan slike skadar i plomme vil vera øydeleggjande, og ein har p.t. ikkje mogeleg utnytting av store volum plommer med slike skadar.

I seinare år har ein sett omfattande skader på tekniske anlegg med bakgrunn i sterk vind. Dette er mest kastevindar og situasjonar i samband med ekstremvêr, som vi må forventa å få meir av i åra som kjem.



Kastevind som har øydelagt bringebærtunnelar. Gjerde, 21.08.2009, Foto: S.H.Hjeltnes.

Utviklinga i frukt- og bærproduksjonen går mot meir bruk av tekniske anlegg som vernar plantene mot regn og vind for å kunna styra produksjonen og sikra leveranse av jamt, god kvalitet. Vidare går utviklinga mot meir intensive dyrkingssystem i frukt, med høgt plantetal per arealeining og høge investeringar til oppstøttingssystem. Dette sikrar at træa kjem raskt i produksjon, og at dei seinare ber rikt og årvisst med redusert arbeidsinnsats jamført dei dyrkingsmodellane som var brukte før. Moderne træ har svakare grunnstammer, og saman med bruk av rotskjering, gjer det at dei er meir avhengige av støttesystem og dermed blir meir sårbare i høve til brekkasje under sterk vind.



*Øydelagd moderne epleplanting med full avling, lagt over ende i kraftig vind. Belgia, 01.09.2011.
Foto: S.H.Hjeltnes*

Kombinasjonen av omfattande skadar og høge investeringar, gjer at vindskade på slike anlegg ofte vert på fleire hundre tusen kroner. Når desse så kjem oftare, blir det høge kostnader for produsenten, og det kan vera fort å mista motet om slike skadar kjem tidleg i omløpet og/eller tidleg i sesongen. Ei viktig problemstilling her er kostnader knytt til forsikring av slike anlegg.

Det er viktig at det i åra framover blir sett meir på dei tekniske installasjonane, korleis dei er konstruerte og dimensjonerte, og korleis dei er tilpassa endra vindtilhøve. Njøs næringsutvikling har utført eit prosjekt for Sognabær med denne problemstillinga, som del av eit Nord-Atlantisk prosjekt i bær, der ein m.a. såg på konstruksjonen av plasttunnellar i ein workshop med SINTEF. Det burde vore gjort meir systematisk tverrfagleg arbeid også på andre konstruksjonar for å gjera dei meir robuste med tanke på framtidig endring i vindforhold.

5.5 Oppsummering

Auka frekvens av sterk vind er den faktoren som vil gje dei største økonomiske tapa i frukt- og bærneringa på Vestlandet, men også effektane av auka nedbør saman med høgare temperatur vil kunna gje store tap. Auka nedbør vil gje auka risiko for fårlege sjukdomar og bakterioser, i tillegg auka kostnader og generelt kvalitetstap. Temperaturendringane vil i hovudsak verka positivt. Dei samla effektane er vanskeleg å sjå føre seg, så det er viktig å få utført plantefysiologiske undersøkingar av ulike scenarier sine verknader i ulike frukt- og bærslag. Då kan produksjonen leggast om til dei arter og sortar som er mest eigna under endra vilkår. Vidare trengs teknologiutvikling både innan driftsteknikk i bratt lende og tekniske konstruksjonar, saman med forsikringsordningar for slike anlegg. Handel med plantemateriale sett i forhold til naturmangfaldslova er også viktig å risikovurdera og kommunisera til nasjonale styresmakter, både politisk og administrativt. I denne samanheng må det vera fokus på handtering av skadegjerarar som får betre vilkår for å utvikla seg i eit endra klima.

6 KLIMAENDRINGAR OG SKOGBRUK

Skog på Vestlandet har potensiale for auka binding av CO₂, fyrst og fremst fordi skogen delvis er glissen, og kan ved treslagskifte og god drift produsera større volum enn det han gjer i dag. Endring i temperaturen vil kunna føra til auka tilvekst og varmekjære treslag vil spreia seg lengre mot nord. Endringar i jordbruksdrifta på Vestlandet, med mindre bruk av heimenær og anna utmark til beite, gjer at store areal er i ein byrjande og suksessiv attgroingsfase. Det må vurderast kva areal som bør prioriterast for skogreising/skogetablering ut frå andre omsyn i ei samla vurdering. Det må også trekkjast inn at grasareal/beitemark med varig vegetasjon kan ha ei ikkje ubetydeleg evne til å binda karbon i jorda. For å få fram og vurdere ulike sider som skogplanting kan ha, vart det frå Landbruks- og matdepartementet og Miljøverndepartementet gjeve eit oppdrag til ulike faglege institusjonar. Dette er lagt fram i rapporten *Planting av skog på nye areal som klimatiltak, egnede arealer og miljøkriterier* (Astrup et al., 2013).

Auka temperatur og endring i nedbøren kan føra til endra samansetjing av ulike plante- og treslag i skogen. Det faktiske skogarealet vert utvida ved at skoggrensa kryp oppover og noverande uproduktiv skog vert delvis til produktiv skog. Ein lengre vekstsesong vil vera positivt for planteveksten men samstundes aukar plantene sin trong for vatn fordi fordampinga aukar. I nedbørsrike vestlandstrok er det særleg lengda på vekstsesongen og ikkje nedbørsmengdene, som set grenser for kor stor vekst skogen har.

Klimaet vil truleg ikkje berre bli varmare og våtare, men kan også bli meir ekstremt med sterkare stormar, men her er framskrivinga meir usikker. Sterk vind kombinert med vassmetta jord aukar faren for vindfall. Varmare vintrar med større svingingar i temperaturen, kan føra til meir frostskeidar på skogen. Tidlegare vår og med tidlegare vekststart aukar faren for frost etter vekststart. Auka vassføring i bekkar og elver vil gjera skogsbilvegar som kryssar desse, meir sårbare. Om nedbørsauken tidvis kjem som snø i vinterhalvåret, vil skogen verta meir snøtyngd, og brotskade kan verta eit problem. Situasjonen med auka vind, både i styrke og frekvens, kan også gje uheldige utslag i ein situasjon med stor hjortebestand og barkgnag på skog, som medfører svekking av brotstyrkje og meir brotskadd skog. Mildare vintrar med lite eller ingen tele gjer driftstilhøva vanskelege, og det kan verta store køyreskeidar i terrenget. Mesteparten av uttaket av tømmer på Vestlandet vert i dag teke ut på tien mark, dels under forhold med stor nedbør. Køyreskeidar skal etter generelle miljøkrav vølast til etter drift. Det må fokuserast meir på samanhengen mellom køyreskeidar og førebyggjande tiltak.

Skogbruket vil kunna få eit auka problem med skadegjerarar i eit varmare og fuktigare klima. Mange insekt kan koma til å auka den nordlege utbreiinga si, og for somme insekt kan ein risikera at dei reproduserer to gonger per år i staden for ein gong. Dei fleste sopporganismar har best utvikling i varmt og fuktig ver. Ved auka sommartemperaturar og meir nedbør kan ein venta at risikoen stig for å få soppskadar på skogen.

Skogbrukaren på Vestlandet kan bli eit viktig verktøy i arbeid med klimautfordringane. Netto opptak av CO₂ i norske skogar har dei siste åra vore på mellom 25-32 millionar tonn kvart år, noko som tilsvarar omtrent halvparten av dei samla norske klimautsleppa (St.meld.nr 39). Så lenge tilveksten er høgare enn hogsten, vil skogen ha eit netto opptak av CO₂, og lageret av karbon vil auka. Opptaket av karbon er i stor grad avhengig av tilveksten (St.meld.nr 39). Her til kjem

opptaket av karbon i skogsjord, endring av situasjon grunna hogst og omsetjing av hogstavfall og frigjering av CO₂. Skogane på Vestlandet har potensial for auka binding av CO₂, fyrst og fremst fordi skogen er delvis glissen og kan med treslagsskifte og god drift produsera større volum enn det han gjer i dag (Bergsvåg et. al., 2008).

6.1 Temperaturendringar

For Vestlandet der ein reknar med det vert varmare og våtare, vil produksjonsgrunnlaget for skogane styrkjast. Tilveksten vil auka, og varmekjære treslag vil kunne breia seg lenger nord. Det noverande skogarealet vil auka utbreiinga si både mot nord og høgare til fjells. Mesteparten av arealet som ligg over skoggrensa, er utan tre fordi jordsmonnet er skrint, klimaet er ugjestmildt og dels ein kombinasjon av beiting og stølsdrift (vedhogst). I dei ytre strøka av Vestlandet ligg barskoggrensa på ca. 350-400 moh. Av det totale landarealet på Vestlandet ligg om lag halvparten på over 600 moh, og ei heving av skoggrensa på 250 m vil på sikt kunna gjera at skogareala kan få store tillegg (Øyen, 2008). Det må vurderast kva areal som bør prioriterast for skogreising / skogetablering ut frå andre omsyn i ei samla vurdering. Omsyn til beiteareal og kulturlandskap må vurderast (Dahlberg et al., 2013). Det må også trekkjast inn at grasareal og areal med varig vegetasjon har ei ikkje ubetydeleg evne til å binda karbon i jorda.

Varmare vintrar der fleire av dagane har minimumstemperatur over 0°C, kan føra til ei auke i frostskeidar på skog (Sandved & Solberg, 2007). I slike varme periodar vil trea vera dårlegare herda og ha lågare toleranse for frost. Verknaden av dette kan bli ei auke i frostskeidar om vinteren og våren, særleg i innlandet, og ei auke i sviskadar på gran i kyststrøka som har si hovudårsak i turkeskader. Ein er mest utsett for turke- og sviskader etter langvarig kulde med lite snødekke etterfylgt av høge temperaturar på ettervinter/vår. Brå temperaturendringar eller langvarig sterk kulde om vinteren kan føra til frostskeidar der sjørøkk (salt), vind og tørke er faktorar som kan forverra situasjonen. Slike skadar kallast ofte klimatiske vinterskeidar. Nokre vanlege typar klimatiske vinterskeidar er frostbelteskeidar og modningsavhengige vinterskeidar. Frostbelteskeidar oppstår når kald luft samlar seg i dalar og lågare parti, og varm luft legg seg i eit sjikt over kaldlufta. Raske skifte i luftmassane kan gje store sviskadar på skogen. Modningsavhengige vinterskeidar oppstår når vekstavslutninga på hausten vert forstyrra, og gjer at innvintringa vert forseinka.



Modningsbetinga sviskade forårsaka av vinterfrost, gran. Kjelde: www.skogoglandskap.no

Frost kan gjera skade på både på bladverk, knoppar, skot og greiner, i vekstlaget og i rotsystemet. Eit kjent fenomen er frostskeidar på gran om våren og forsommaren som gjev hengande, ofte brune skot (Sandved & Solberg, 2007). Furu er lite utsett for dette, medan lauvtre ofte kan få skade på blad og ytre del av skot. Frostskeidar kan hemme veksten eller i verste fall drepe skog over eit større område. Våren/forsommaren 2013 var det stadvis omfattande skade og utgang i unglantefelt i gran på Vestlandet. Omfanget var nok større enn det som vart registrert.

Vekstrytmen til trea vert delte inn i to fasar, vekstfase og kvilefase. I kvilefasen varierer toleevna for frost fortløpande med minimumstemperaturen som har vore dagane før. Langvarig sterk kulde gjev betre toleevne mot frost, medan langvarig mildver gjev lågare toleevne. I vekstfasen er toleevna mot frost låg, særleg i starten.

Det er påvist at grantre kan ”hugse” heilt attende til frøstadiet, noko som gjev trea betre tilpassing til klimaendringar (Sandved & Solberg, 2007). Grana sin vekststart og avherding om våren og vekstavslutning og herding om hausten vert regulert av eit minne frå temperatur- og daglengdetilhøve under embryoutvikling i frøet. Dette minnet vert bygd opp i løpet av vekstsesongen det året frøet vert danna, og gjer slik at trea vil reagere seinare på endringar i temperatur og daglengde, forutsett at frøet vert danna under varmare tilhøve enn i dag. Både vekststart og særleg vekstavslutning vil starta seinare, og vekstperioden vert lengre. Dette fører til auka tilvekst og mindre risiko for frostskeidar, og gjer at tilpassing til endra klima går raskare enn ved naturleg genetisk tilpassing. Det vert noko same verknad ved flytting av genmateriale frå sør mot nord, m.a. det som skjer når vi nyttar t.d. tyske proveniensar.

Delar av Vestlandet kan alt i dag ha vintrar med lite eller ingen tele. Vert klimaet enda mildare i framtida slik det er førespeglar, vil driftstilhøva i skogbruket verta vanskelege. Mildt ver, lite tele og mykje nedbør gjer at det blir ei utfordring å få ut tømmeret utan terrengskade. For å kunna driva eit aktivt skogbruk er det viktig med gode vegar både for traktor, skogsmaskinar og tømmerbilar.

Langsiktige tiltak for å redusere risikoen for skogskeidar er viktige. I skogplantinga er det viktig at det vert teke omsyn til det varsla klimaet i framtida. Tilpassingar kan vera moglege ved ein meir intens skogskjøtsel med andre typar foredlingsmateriale som er betre tilpassa endringane.

For å få til hogst på sommarføre må det satsast på meir bygging av skogsvegar og taubanar, og i tillegg gjera utbetringar på dei allereie utbygde anlegga. Taubanedrift gjev ikkje køyreskeidar og kan nyttast i bratt terreng. Det er ei nasjonal målsetjing om auka avvyrking, og då lyt ein satsa på utvikling av ny teknologi og forbetring av driftsmetodar som allereie er i bruk. Utfordringane gjer at vi må ha betre planleggjing, dimensjonering og sikring m.o.t vassføring og erosjon, betre utstyr, fleire permanente bruar og betre standard på skogsbilvegane.

6.2 Storm og nedbør

Storm er den mest omfattande skadeårsak på skog i vår del av verda, og dei siste 50 åra har skadeomfanget auka (Blennow et al., 2008). Meteorologiske målingar har vist at det ikkje har vore nokon særleg auke i stormstyrke eller frekvens, sjølv om vindstyrken kan ha auka lokalt (Blennow et al., 2008). Hovudårsak til større stormskeidar ser ut til å koma av den store auken i mengde skog saman med auka trehøgde og større del bartre. Ein annan faktor kan vera at skogen har fått ein gjødseleffekt av tilført nitrogen med nedbøren i det sørlege Skandinavia, noko som sannsynlegvis fører til auka krone:rot-forhald ved at barmengda aukar meir enn rotsystemet (Blennow et al.,

2008). Mykje nedbør og mildver om vinteren fører til at våt og tung snø legg seg på trea, som igjen aukar vindfanget særleg om snøen fryr fast.

Mildt klima med mykje nedbør, og jordeigenskapar, gjer at rotfestet kan verta dårlegare og faren for rotvelt aukar. Jorddjupna kan også spela inn. I Noreg er jorddekket grunt sett over det heile, noko som kan gjera at forankringa vert dårlegare. Gran har eit grunt rotsystem og er difor særleg utsett for stormskadar. Det er særleg gammal granskog i kanten av bestand som er mest utsett for stormskadar (Blennow et al., 2008)

Vindfelling er ei typisk stormskade, der heile treet veltar over ende. Vindfelling kan gjera skade over store område fordi trea veltar kvarandre ned. Stammebrekk skjer oftast når jorda er frosen og/eller når stamma er skadd av t.d. barkgnag. Begge desse skadane kjem av sterke vindkast, men også vedvarande vind kan føra til skadar som mindre volumvekst og dårlegare vedkvalitet. Snøskadar fører særleg til toppbrekk.



*Ung gran brotna i midjehøg. Primærårsak er barkgnag som resulterer i svekka styrkje, sekundærårsak snøtyngd.
Foto: Lars Sørdal*

Det er venta at omfanget av stormskadar kan auka i åra framover, særleg på hausten og vinteren (Sandved & Solberg, 2007). Kombinasjonen sterk vind, auka nedbørsmengder, lite tele og våt jord saman med ei auke i skogarealet og mengde bartre, vil gjera risikoen større for å få skadar på skogen. Det er usikkert kor i landet det kan bli størst utslag av stormskadar, men skadane kan koma til å auka mest på Vestlandet, der vindstyrken og nedbørsmengda frå før er høgst, med lite tele og der veksten i ståande kubikkmasse med gran er særleg stor (Sandved & Solberg, 2007).

Stormskade i skog kan få svært stort omfang når det førekjem. Stormskadane er gjerne konsentrert til det området/den regionen der stormen kjem inn med størst styrke frå havet. Ved stormsituasjonen ved nyttår 1992 og i romjula 2011 var det særleg delar av Nordfjord og Sunnmøre som var hardast råka, ved stormsituasjonen i 2015 var det særleg Midthordaland og delar av Nordhordaland som var hardast råka.

Friksjon frå terrenget kan verka dempende på vinden. Vel så viktig er det gjerne at lokalt kan terrengeffektar medverka til å forsterka vinden og verknaden vinden har. Slik vindforsterking førekjem over fjelltoppar og høgdedrag i terrenget, men også i innsnevringar i dalar og lisider, i fjordområde og jamvel i forseinking i terrenget. Vinden i slike område kjem ofte som sterke

vindroser eller kast, og det er stor variasjon i både vindhastighet og vindretning over korte avstandar.



Stormøydelagt granskog i hogstklasse III i overgang mot ung IV. Øydelegginga i austre lisida i dalføret er dels stammebrot og dels rotvelt. Jorddjupna er varierende frå grunnlendt til djup. Jorda var fullstendig vassmetta då øydelegginga skjedde. Sterke vindroser grunna terrengform er årsak til skadebiletet og omfanget skaden fekk. Særs utfordrande å få gjort nytte av vyrket rekningsvarande. Vikelia i Strandvik. Foto: Lars Inge Vik

Det kan ha innverknad på skadeomfang av sterk vind korleis ein har ordna seg med kantsoner i høve til terrengform og jord, om det er djup jord i kantsona, blokkrik jord og tilstand for jordfukt/dreneringsgrad. Dette er tilhøve som verkar inn på rot djupne og forankring. Gran har eit heller grunt rotsystem og er utsett for rotvelt ved sterk vind når jorda er svært våt og det verkar til at festet vert ytterlegare svekka.

Ved hogst i skogbestand, særleg granbestand, må ein ha særleg omtanke for korleis ein opnar for auka eksponering av vind når ein fjernar kanttre som i veksetida har tilpassa seg ein situasjon med eksponering for vind. Hogstavslutting må ordnast slik at terrengform i størst mogleg grad kan medverka til å skjerma for den mest utsette vinden på staden.

Skogbehandling er ein viktig faktor og kan bli enda viktigare i framtida. Treslagsval, avstandsregulering, tynning, omfang og utforming av bestandskantar, god stabilisering og drenering av forsumpa mark er viktige område i skogbehandlinga for å førebyggja stormskadar (Blennow et al., 2008). Særleg treslagsval i bestandkant er viktig. Rydding til rett tid og tidleg tynning er viktig. Eldre nytynna bestand er mest stormutsett. Omlaupstida kan kortast ned med 10-15 år, men dette kan vera uheldig m.o.t samla innlagring av karbon. Hard rydding fram til skogen er 4 m og tidleg tynning er tilrådd. Dette fører til større diametervekst og betre vyrkeskvalitet, og dei grovare stammene er mindre utsett for snø - og vindskadar. Tynning etter at skogen har nådd 20 m høgde er ikkje tilrådd (Kløvstad, 2012). Ut frå omsyn til kvalitet og økonomiske tilhøve er produksjonsevne (genmaterialet) og rettleik (påverka av genmateriale,

lauvrydding og evt. avstandsregulering) viktigaste faktor i skognæringa i vestlandsfylka i dag, i andre generasjon kan det visa seg at råte får auka omfang. Ikkje på grunn av klima, men av at råte etablerer seg på stubbar og gir grunnlag for etablering av råte i ny skog som fylgjer etter hogst. Dette er rotråte, men det er og den som normalt er den viktige i skognæringa. Hjø oss er det sannsynleg at toppråtesoppen i dag er den viktigaste, knytt til hjorteskadar.



Stormskade i granskog, hogstklasse sein IV dominerer i overgang mot V. Stormskaden er mest omfattande på ein ås og i øvste delen av li, og noko nedover i lisida, og då mest i det som er eit dalsøkk i lisida. Stormskaden er dominert av rotvelt men det førekom litt stammebrot. Fullstendig vassmetta jord på veksestaden då øydelegginga skjedde gjorde slik at det var liten stabilitet i jorda. Feltet her er 50 år, bonitet G23. Tilsaman vart om lag 2500 m³ granskog i hogstklasse IV og V øydelagt på denne eigedommen om ettermiddagen og kvelden 10.01.15, dertil noko yngre skog i klasse III. Vik i Strandvik. Foto: Lars Inge Vik

Ein må ta omsyn både til stabilitet og ynskje om hogstform og kvalitet. Her kan ei risikovurdering for stormskadar i det enkelte bestand koma inn som eit mogleg viktig hjelpemiddel. I bestand med høg risiko bør hovudfokus i skogbehandlinga vera å sikra stabilitet. Kartlegging av risiko for stormskader for enkeltbestand i skogbruksplanar. Det finst modellar for å rekna risiko for stormskader på bestandsnivå.

Skogsvegar og stikkrenner under desse må utbetrast og dimensjonerast til å tola ei høgare maksimalvassføring enn det ein er van med i dag. Det må også gjerast tiltak for å redusera fare for erosjon i veg-/ kantgrøfter i hellande terreng. I planlegging av nye skogsbilvegar må dette takast med for å sikra ein god nok standard på vegane og unngå skade.

6.3 Insektskadar

Insekta er den mest talrike dyregruppa på jorda og inneheld tre gonger så mange artar som alle andre dyregrupper til saman. I Noreg er det registrert rundt 15 000 artar, og av desse er det mange

som lever av levande eller dødt trevyrke. Det er også artar blant edderkoppdyr, fuglar og pattedyr som gjer skade på skog, men insekta er den klart største og viktigaste gruppa.

Ein kan dela skadeinsekt inn i tre grupper ut frå om dei finst naturleg her i landet og om dei har status som skadedyr her (Sandved & Solberg, 2007):

- Artar som naturleg finst i Noreg og som har hatt utbrot tidlegare. Aktuelle artar her er raud furubarveps, furuspinnar, fjellbjørkmålar og fleire barkbilleartar.
- Sørlege artar i Noreg som har gjort skade i nabolanda men ikkje hjå oss, og som kan spreia seg nordover i eit varmare klima. Aktuelle artar er furumålar, barskognonne og vanleg furubarveps.
- Skadegjerarar som kan koma til Noreg gjennom handel med skogsprodukt. Fleire artar av framande barkebillar og sibirfuruspinningar er døme på artar.



*Limfelle for å stoppa larver av blant anna furuspinnaren.
Kjelde: Wikipedia.*

Klimaet har både direkte og indirekte innverknad på insekt og andre organismar. Det verkar direkte på eit insekt si evne til overleving, reproduksjon, aktivitetsnivå og spreining, og desse effektane er relativt enkle å sjå for seg. Indirekte effektar som korleis vertstre, konkurrentar og naturlege fiendar reagerer på endra klima, er vanskelegare å seia noko sikkert om. I eit mildare og meir ustabilt klima med vintertemperaturar rundt null grader, vil nokre insekt få dårlegare overleving, sidan stabile kalde vintrar som regel er best for overvintring (Sandved & Solberg, 2007). Andre artar vil få betre tilhøve for reproduksjon, og dei vil kunna spreia seg nordover. Ein omfattande studie av sommarfuglar i Nord-Europa viste at 23 av 35 undersøkte artar hadde spreidd seg opp mot 240 km mot nord i løpet av dei siste 30 åra (Sandved & Solberg, 2007).

Insekt som lever på skog kan delast inn i *primære* artar som kan angripa friske uskada tre, *sekundære* artar som er avhengig av at treet er svekka av t.d. ekstreme vêrtilhøve, andre insekt eller sjukdom, og *tertiære* artar som lever i heilt daudt trevyrke (Sandved & Solberg, 2007). Det er blant dei primære og sekundære insekta vi finn artar som kan føra til problem i eit endra klima.

Insekt er blant dei organismane som vil reagere raskast på eit varmare klima (Eggum, 2008). Insekt har høg reproduksjonsevne, kort livssyklus og kan spreia seg raskt. Insekt er vekselvarme dyr slik at kroppstemperaturen følgjer temperaturen i omgjevnadane. Dette er svært viktig for utvikling og aktivitetsnivå, og ved høge temperaturar går utviklinga frå egg til vaksen raskare enn

ved låge temperaturar. Artar som i dag brukar eitt år på utviklinga frå egg til vaksen kan med høgare temperaturar rekka å få til to generasjonar i året.

Skog som er skada enten av vind, tørke, sjukdom eller anna, er særleg utsett for insektangrep. I slike høve kan insekt som til vanleg gjer lita skade få gode vilkår og bli talrike nok til å drepa skog i stort omfang.

Klimaendring kan i framtida medføra risiko for åtak av barkbille på Vestlandet.

På Vestlandet har ein hittil vore forskåna mot åtak av granbarkbille på gran. I Trøndelag og på Helgeland vart det i dei varme somrane 2008 og 2009 sett kraftig auke av granbarkbille. Dette var ein ny og uvanleg situasjon. Økland (2015) uttrykkjer med grunnlag i samarbeid med insektforskarar i andre land, at klimaendringar med varmare somrar medfører fare for spreiring av granbarkbiller mot nord og vest. Regnfulle somrar motverkar utvida utbreiing, men vert det tørre somrar attåt varmare kan det vera fare for utvida utbreiing av granbarkbille, og at den kan koma til Vestlandet. Så langt har det ikkje vore overvaking av granbarkbille med feromonfeller på Vestlandet. Det er registrert granbarkbille på Voss, men ein har ikkje kjennskap til omfang. Det er vurdert å starta overvaking av granbarkbiller med feromonfeller på Vestlandet som lekk i eit første kartleggjingsarbeid (Økland & Wollebækk 2015) då det har vore omfattande vindfall og tørkeskadar (vinterstid) seinaste åra i planta granskog i landsdelen. Meir av planta granskog i Vestlandsfylka når mottakeleg alder for åttak av granbarkbille.

Stormfelling kan vera forlauparen til åtak av barkbiller. Omfattande vindfellingar av gran kan gje grunnlag for åtak av granbarkbille dei etterfølgjande somrane om vilkåra elles gjev grunnlag for det. Når populasjonen av granbarkbiller har vakse seg stor på vindfelt gran, kan billene deretter gå på ståande skog, særleg attståande skog etter vindfellinga som er skadd, men også frisk eldre granskog. Det føreligg kunnskap om at endringar i klimaet kan svekkja gran og gjera dei meir utsett for åtak av barkbiller. Forskingssamarbeid med andre land og modellsimuleringar syner at klimaendringar som gjev meir storm og dertil tørkeperiodar, vil kunna medføra fare for hyppigare utbrot av barkbilleåtak (Økland, 2015). Situasjonen med barkbiller vert overvaka med feromonfeller. Uttak av skog snarleg etter store vindfellingar, kan medverka til å halda billepopulasjonen nede.

For å hindra eller redusera insektåtak er det viktig å fjerna tre som er skada av vind, tørke, snøbrekk, brann eller liknande raskt, det same med ferskt hogstavfall, grove toppar m.m, slik at det ikkje vert eigna som ynglemateriale for skadeinsekt. Angripne tre bør ut av skogen så raskt som mogleg. Ved å gjera ungskogreguleringar i barskog etter at svermeperioden til skadeinsekt er avslutta, kan ein redusera utbrota. Hogge tømmer bør bort frå skogen og leveringsstaden før skadeinsekta vert klekte utpå sommaren. Unntak er om tømmeret er barka, lagra i vatn, overrisla av vatn eller er tildekkka. Under åtak kan lim/-luktfeller nyttast for å redusera talet på skadeinsekt. Bruk av godkjente pesticid og biologisk bekjemping med snyltarar, parasittar og rovinsekt, kan nyttast. Det viktigaste tiltaket er å halda helsetilstanden til skogen frisk, frå småplanter til skogen er hogstmoden.

Dei fleste insekt trivst best i tørt og varmt klima. På Vestlandet der det er venta eit våtare klima er det mogleg insekt vil trivast dårlegare og at vi ikkje får ei så stor oppblomstring som det moglegvis kan verta på Austlandet.

6.4 Soppsjukdomar

Dei fleste sjukdomar tre blir utsett for, kjem av sopp (Sandved & Solberg, 2007). Nokre soppar gjev sjukdom med kroniske skadar, medan andre kan drepa dei angripne trea. Andre soppartar er direkte nyttige for trea ved at dei lever i samliv med røtene (mykorrhiza). Sopp kan angripa på ulike utviklingstrinn, men det kjem klart fram av materialet til Landsskogtakseringa at det er mest sjukdom i dei eldste hogstklassane (Sandved & Solberg, 2007).



Granrustsopp.

Foto: Dan Aamlid, Skog og landskap.

Temperaturen er svært avgjerande for vekst og utvikling hjå sopp. Sopp trivst i høge temperaturar og ein auke i sommartemperatur vil difor kunna føra til betre vilkår. Sameleis vil ein lengre vekstsesong verka positivt. Sopp er avhengig av mykje råme, og med enda meir nedbør vil dei kunne få betre tilhøve. Innhaldet av CO₂ i lufta aukar, og undersøkingar viser at soppar har betre vekst ved høgare CO₂-nivå (Sandved & Solberg, 2007). Alle desse faktorane kan føra til auka risiko for sjukdomsangrep på skogen. Varmare og fuktigare somrar kan føra til større åtak av soppsjukdomar som går direkte på bar og blad, slik som granrust, bjørkerust og gråskimmel (Sandved & Solberg, 2007). Askeskotsjuke har dei seinaste åra vore på sterk frammars, og har no erobra heile Vestlandet t.o.m. Nordmøre. Motstandsevna tre har er viktig for å stå i mot angrep, og i eit endra klima kan motstandsevna svekkast. Varmt klima fører til raskare vekst, og bartre vil få ein lausare ved noko som gjev enklare vilkår for rotkjuke og annan vedbuande sopp (Sandved & Solberg, 2007). Ein kombinasjon av dårlege innvintringstilhøve for treet og ustabil vinterklima gjer det enklare for sopp som angrip, å trengja inn i plantevevet og utvikla sjukdom. Om det vert mykje frostskeidar i furu må vi rekne med at tre vert angripne av knopp- og greintørkesoppen, noko som skjedde i 2001 då det vart store skadar på furu i delar av Noreg og Sverige (Sandved & Solberg, 2007). I tillegg til frostskeidar er også andre sårskadar viktige utgangspunkt for angrep.

Ein reknar med at det vert større press frå utanlandske artar som vandrar nordover i eit mildare klima. Fleire sørlege soppartar vil kunna gå til åtak i større grad enn i dag. Flytting av framande treslag kan føra med seg soppsjukdomar, og ein særleg risiko er det å føra inn treslag frå andre kontinent. Med mildare og kortare vinterperiodar kan sopp på nyhogge trevyrke bli eit problem vi ikkje har vore utsett for tidlegare.

Skogen sin helsetilstand er avgjerande for kor stor motstandskraft tre har. Igjen er planteforedling og skogskjøtsel viktige punkt.

6.5 Ulike endringar i lauvskog og medverkande årsakssamanhengar til endringane

Framleis vert det henta mykje fôr i utmark av beitedyr, då mest av sau på fjellbeite og dels av ungdyr av storfe og sinkyr. Beiting i heimenær utmark har minka mykje, men utgjer i ein del av områda med stor husdyrtettleik framleis mykje i tal fôreiningar.

Attgroing av heimenær utmark, og det som tidlegare var kulturbeite og overflatedyrka areal har særleg auka på sidan tidleg på 1960-talet. Registreringar gjort i kystlynghei og tilgrensande utmark synte at når årleg beiteopptak i utmark av sau og storfe kom under eit gjeve nivå tiltok etableringa og veksten av lauvtreslag som bjørk og rogn, i kystlynghei også furu. Under andre jord- og klimavilkår, der jorda er meir næringsrik og det dertil er friskt fuktig og lunare, er attgroing med svartor og til dels ask vanlegare. I slike område er dels også lønn etter kvart vorten ein vanleg erobrar, men sett på som uynskt.

Ask i tilbakegang, andre treslag kan koma i staden

Grunna soppen askeskotbeger (*Hymenoscyphus fraxineus*) som er opphav til askeskotsjuka, er ask i sterk tilbakegang. Soppen askeskotbeger har stor spreingsevne, og utbreiinga av askeskotsjuka har utvikla seg svært raskt, og har medført- og medfører stor utgang av ask. Askeskotsjuka er no i alle kystfylka t.o.m. Møre og Romsdal. Askeskotsjuka stammar frå Asia, og har venteleg kome til Europa med plantemateriale som er importert. Den raske spreinga over mange klimasoner viser at soppen har stor plastisitet og kan leva i variert miljø (Tollefsrud et al., 2015). Ask er rekna som ein del av den memorale edellauvskogen, og er ein viktig art i skogøkosystemet.

I danske forsøk er det funne at motstandsevne mot askeskotsjuka er arveleg. Det er estimert at 1-5 % av asketrea i eit bestand maktar å halda seg friske. Ved å gjera utval frå friske tre kan det vera mogeleg å foredra fram motstandsdyktige tre som ikkje vert smitta, og planta desse på lokalitetar med ask. Forskarane stiller spørsmål ved om førekomstane av ask elles vil kunna oppretthaldast framover, eller om leverommet ask har hatt i stor grad vil verta overteke av andre treslag. Nærleggjande treslag til å koma inn kan på Vestlandet m.a. vera svartor, hegg, lønn og på visse lokalitetar morelltre. På andre lokalitetar der gran er i nærleiken, kan også venteleg gran koma inn der ask har vore.

Problemstillingane omtala her har berre vore framme nokre få år, spreinga av askeskotsjuka i Noreg har føregått frå 2008. Kunnskap i genetikk og soppsjukdom kan gje grunnlag for utval og framtidig foredling, og ved det framtidig forvaltning av ask. Det er grunn til å sjå med uro på det som no skjer med ask i naturen.

6.6 Skog i klimasamanheng – mogelege tiltak

Eitt av tiltaka som vart omtala i Melding Stortinget nr 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* (klimameldinga) er å auka produktivt skogareal ved å planta til med skog på nye areal. Regjeringa varsla ein aktiv skogpolitikk for å nå eit mål om at skogen skal ta opp og lagra meir karbon.

For å få fram og vurdere ulike sider som skogplanting kan ha, vart det frå Landbruks- og matdepartementet og Miljøverndepartementet gjeve eit oppdrag til ulike faglege institusjonar. Dette er lagt fram i rapporten *Planting av skog på nye areal som klimatiltak, egnede arealer og miljøkriterier* (Astrup et al., 2013).

Faggruppa skulle identifisera kva nye areal som kan vera eigna for tilplanting som ein lekk i klimatiltak. Areala omfatta både opne areal og areal under attgroing, men med ein underoptimal skogproduksjon. Rapporten uttrykkjer at vurdert ut frå mål om størst auke i karbonlager over eit skogsomlaup, bør det prioriterast å planta til opne areal og areal i ein tidleg attgroingsfase, framfor skog i produksjonsfase, der det er potensial for større produksjon og karbonbinding. Det er gjort avvegingar med omsyn til om skogplanting er positivt eller akseptabelt ut frå alle interesser, og at skogplanting bør prioriterast på slike område.

Faggruppa vurderer ut frå ei samla vurdering at det ikkje er tilgang på veleigna areal som det vil skorta på for å få til planting av skog for å nå målsetjinga om karbonbinding. Faggruppa legg til grunn at skogplanting på nye skogareal som klimatiltak kan gjerast på minst 50 000 dekar i året i ein 20-årsperiode. Dette er også vurdert som akseptabelt ut frå naturomsyn i høve mangfold og andre miljøverdiar. Det er grunn til å nemna at alle etatar har vore involvert i arbeidet og står bak alle delar av rapporten (Rapport M26-2013). Klimakur 2020 har 50 000 dekar nytt skogareal tilplanta årleg som sitt lægste ambisjonsnivå i sine modellutrekningar. Det er i denne samanheng rett å peika på at skogplantinga dei siste tiåra ikkje har hatt større omfang enn at det omfattar noko særleg meir areal enn dei areala der det vert avverka skog og føreset at ny skog skal etablerast etter skoglova.

Det er grunn til å vurdere om det er interesse nok hjå grunneigarar for ei slik omfattande skogplanting, om vilkåra i støtteordningane er tilstrekkelege, om kapasiteten i skogplanteproduksjon og skogkultur er tilstrekkelege til å møte utfordringa. Bruttolista for potensielle areal eigna for ny skogplanting i klimasamanheng, er i stor grad areal på Vestlandet. Mykje av areala og aktuelle eigedomar er ikkje i aktiv drift i jordbruks- og skogbruksamanheng. Noverande eigarar har i varierende men truleg liten grad, hatt driftsinntekter frå skog, og driftsaspektet og midlar på skogfond kan difor vera noko fråverande.

Planting av skog på nye areal, ut frå klimamål om karbonbinding, vert av grunneigarane vurdert ut frå lønsemd. Mange ser det ut frå sin ståstad som lite interessant med dei prisar og prisutsikter som er for tømmer og dei støtteordningar som er. Kunnskapsmessig er det ein situasjon som tilseier at både grunneigarar og forvaltning treng fagleg informasjon. Fagleg ståstad innanfor offentleg forvaltning er i dag mindre enn den var for nokre tiår sidan, og både den private og offentlege skogsektoren er kjenneteikna ved relativt høg alder hjå ein stor del av dei tilsette, og dermed stor trong for rekruttering i nær framtid. Situasjonen er samstundes at få unge tek skogbruksutdanning. Det gjeld på ulike nivå, slik at her er det ei utfordring som må møtast med planmessige tiltak og positiv omtale både av offentleg sektor, næring og næringsorganisasjonane.

6.6.1 Nye areal som kan eigna seg for skogplanting

Kombinasjon av attgroing og tilplanting har gjort at skogarealet, særleg i kystfylka, har auka mykje etter 1945. Arealet med furu og lauvdominert skog har auka, samstundes som arealet med kulturskog av gran har auka sterkt (Øyen, 2008). Auken i skogareal vil nok halda fram, noko som Bryn et al. (2013) syner i modellberekningar ut frå klimaparametrar. Redusert beiting i utmark bidreg også til auka skogareal gjennom heving av skoggrensa. I tillegg kjem at det føregår ei nettoforskyving frå jordbruksareal (fulldyrka, overflatedyrka og innmarksbeite) til skogbruksareal grunna bruksendring/-nedlegging. Avhengig av om det er styrt skogetablering grunna tilplanting, eller tilfeldig attgroing grunna naturlege prosessar med gradvis kratt- og skogetablering, er dette ein prosess som tek ulik tid og viser att i statistikk for skogetablering. Prosess med tilfeldig

attgroing vil vera underoptimal m.o.t. skogetablering og karbonbinding. Treslagskifte i eksisterande skog vil ikkje føra til auka areal med skog, men til auka volumproduksjon og karbonbinding. Dei fire vestlandsfylka har det største arealomfanget innanfor potensielt eigna skogareal, der skogtypane *bjørkeskog* og *annan lauvskog* utgjer hovudtyngda av arealet. Dahlberg et al. (2013) viser i utgreiinga «Kulturmark og klima» til at ei skogreising på Vestlandet i det omfang som vert lagt opp til (Astrup et al., 2013) vil ha innverknad på attverande areal av kulturmark, og kunna skapa konflikhtar med andre samfunnsområde, og at det er trong for å belysa konsekvensane av dei føreslegne klimatiltaka. Om ein vel å planta til noko gamal kulturmark med skog må val av tilplantingsareal gjerast med omhug.

Tabell 6.6.1. «Bruttoarealet»/mogeleg aktuelt tilplantingsareal på Vestlandet si fordeling på aktuell bonitet i nosituasjonen/før tilplanting og på potensiell bonitet etter tilplanting med treslagskifte (i 1000 dekar). Kjelde: astrup et al., 2013.

Aktuell bonitet			Potensiell bonitet		
(H40)	Areal	%	(H40)	Areal	%
6-8	1560	44,1	6-8	36	1,0
11	1201	34,0	11	456	12,9
14	558	15,8	14	873	24,7
17	178	5,0	17	954	27,0
20+	39	1,1	20+	1218	34,4
Totalt	3537	100	Totalt	3537	100

Av tabell 6.6.1 går det fram kva omfang bonitetshevinga kan få ved treslagskifte. På Vestlandet kan ein venta, ut frå dei klimatiske vilkåra for skogsvekst, at stort areal kan gje høg (G17) eller svært høg bonitet etter tilplanting (G20 eller høgare) og treslagskifte til gran. På potensiell bonitet 14 og 11 kan det vera aktuelt å erstatta bjørkeskog med furu. Endring i karbonlager ved treslagskifte vil etter 90 år vera størst der det er størst skilnad mellom aktuell og potensiell bonitet. Dette vil gje store utslag i Vestlandsfylka.

6.6.2 Klimaeffekt ved planting av skog på nye areal

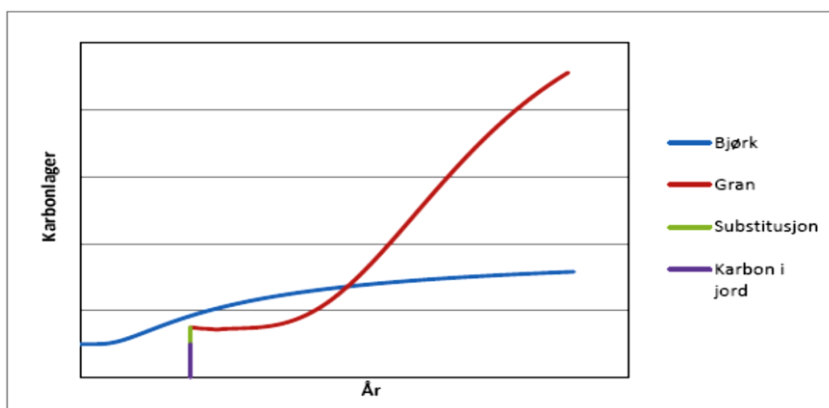
Skogen fungerer som eit karbonlager ved at han tek opp og bind CO₂. Når skogen vert hoggen og trevirke brenn eller vert brote ned biologisk, vert karbon frigjort til atmosfæren. Karbonlageret kan aukast ved planting av skog på nye areal og ved auka biomasseproduksjon på eksisterande areal (Astrup et al., 2013). Bruk av meir trevirke og treprodukt vil kunna bidra til auka binding av CO₂ i trevirket si levetid. Bruk av bioenergi som erstatning for fossilt brensel, gjer at skogen kan vera med å redusera bruken av fossilt brensel, men CO₂-innhaldet i atmosfæren aukar likevel med den brukte mengda, heilt til like stor mengde er bunde igjen i ny skog. Prosessen med omdanning av hogstavfall, stubbar og røter tek tid, gjerne 25-40 år. Noko vert att som ”stabil” karbon (5-10%). Parallelt med dette veks det opp ny skog, og der står det 30-40 m³ pr. dekar i ny skog før nedbrytingsprosessen er avslutta. Av stammevirke som blir teke ut (granskogar) går i dag 70-80% til sagbruk, dvs. at 35-40% går ut som byggematerialar med lang bindingstid, og kan etter dette i

stor grad gå inn i energiproduksjon. Resten går dels til papir, emballasje (returordning), cellulose (ulik bruk, og ulik bindingstid), sponplater m.m.

Kor stort nettoopptaket i norske skogar er, kjem fyrst og fremst av tilhøvet mellom avverking og tilvekst. Er hogsten mindre enn tilveksten, vil skogen ha eit nettoopptak av CO₂ slik det er i Noreg i dag. I Noreg tek det grovt rekna 60-120 år før eit nyplanta tre er like stort og inneheld same mengde karbon som det treet som vart hogge. Difor vil mange av tiltaka som vert gjort i dag ha liten effekt på klimarekneskapet på kort sikt, men ha stor effekt på lang sikt. Gjennomføring av skogskjølsetiltak som planting og treslagskifte vil difor vera avgjerande for å oppretthalda eller auka skogen sin evne til å ta opp CO₂ på lang sikt. Auka omløpstid på skog er av dei tiltak som vil ha positiv verknad.

Føremålet med treslagskifte er å planta til med eit treslag som har raskare vekst og høgare årleg opptak av CO₂ enn det treslaget som var der i utgangspunktet. Areal som ligg brakk og som tidlegare var nytta som dyrka mark, innmarksbeite eller utmarksareal der det tidlegare vart beita, vil etter kort tid gro att med skog, og dei fyrste treslaga som kjem inn er lyskrevjande artar som t.d. bjørk, or, rogn og osp. Ved planting av gran på desse areala vil ein kunna få eit større opptak av CO₂.

Figur 6.6.2 viser den totale klimagasseffekten for eit bestand over eit skogomløp ved å rydda glissen bjørkeskog og planta til med gran. Treslagsskifte vil føra til midlertidige utslepp av CO₂ som gjer at karbonlageret vil vera lågare ei stund, fram til linjene kryssar kvarandre. Den lilla stolpen viser karboninnhaldet i jorda etter rydding medan den grøne viser mogleg substitusjonseffekt av biomassen som vert tatt ut. Tida det tek før karboninnhaldet er tilbake på same nivå som før hogst og planting der linjene kryssar, vert kalla tilbakebetalingstid. Til lengre ut i gjengroingsprosessen tiltaket vert gjort til større vert det midlertidige utsleppet frå rydding/hogst av arealet før planting.



Figur 6.6.2. Prinsippskisse av utvikling i karboninnhald i eit bestand ved treslagsskifte frå bjørk til gran når bjørkeskogen er i produksjonsfase. I tillegg er substitusjonseffekten av biomasse tatt ut frå arealet med. Verknaden av eventuell hogst i granskogen etter at omløpstida er slutt er ikkje tatt med. Kjelde: Astrup et. al., 2013.

Faktorar som påverkar klimagasseffekten av treslagsskifte kan vera karbondynamikken i levande biomasse og i jord, bruken av biomasse som vert tatt ut etter rydding og slutthogst og utslepp frå maskinar som vert bruka til å rydda areala (Astrup et. al., 2013). I tillegg til desse faktorane vil den totale klimaeffekten kunna bli påverka av albedoeffekten, altså endring i overflata si evne til å reflektera innstråling av sollys. Men her må ein og sjå på kva som skjer utan skogreisning. Ser ein på indre og ytre fjordlandskap på Vestlandet er det lite snø, og dessutan er einer i mange høve ein av

dei ”tunge” innvandrarane. I motsetnad til einer, vil skog ha nær full snø- og ljostilgang fyrste ti åra etter etablering. I lågareliggjande område på Vestlandet er det også avgrensa kor lenge snøen vert liggjande.

Skog i boreal sone som Vestlandet høyrer til, bind mykje karbon, og det er bunde 5-6 gonger så mykje karbon i jord som i vegetasjonen (Kjønaas & Nilsen, 2004). Oppbygginga av karbon i jord kjem frå tre og annan vegetasjon. **Klima**, (temperatur, nedbør og jordfukt), **vegetasjon** (tilførsel/mengde og kvalitet av organisk materiale) og **topografi** er tilhøve som påverkar årleg endring i karboninnhaldet i jorda. Dette gjeld i prinsippet for skogsjord, kulturjord (fulldyrka, overflatedyrka og innmarksbeite) og anna areal, men i ulikt omfang. Årleg opptak og binding av karbon i norske skogar har auka sterkt i dei seinare tiåra. Dette har samanheng med skogforvaltinga, medrekna skogplanting og anna utvikling i landbruket, som m.a. mindre beitebruk i utmark. Årleg tilvekst i norske skogar har auka sterkt, og alderen på skogen har auka (Landskogtakseringa). Årleg avverking har halde seg stabilt på om lag 10 millionar m³, eller litt i underkant av det. Då mykje av skogen no er i ferd med å nå den optimale vekstfasen, og såleis vil ha ein avtakande årleg tilvekstrate framover, er det berekna at nettoopptaket av karbon vil avta framover. Meir skog vil nå hogstmogen alder, og ut frå økonomiske vurderingar hjå grunneigarane, vil det då vera sannsynleg at årleg hogstkvantum aukar. Det er arbeidd ut fylkesvis oversikter over skogforhold og skogressursar for høvesvis Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland (Eriksen et al., 2006, Andreassen et al., 2012, Andreassen et al., 2013). I fylka på Vestlandet kan ein venta at dette vil gje tydelege utslag. I kvart av fylka Hordaland og Sogn og Fjordane var det for 5-10 år sidan eit årleg hogstvolum mindre enn 100.000 m³, no om lag 150.000 m³, men som er berekna å vera i storleiksorden 400.000-500.000 m³ årleg når ein kan hausta av grana planta i den store skogreisingsperioden frå 1950-åra og utover. Ut frå omsynet til binding av karbon i skog, men også ut frå skogfaglege og økonomiske vurderingar, kan det vera rett å vurdere å auka omlaupstida for granskog på Vestlandet noko. Å auka omlaupstida frå 55-65 år til 70-90 år, betyr auka karbonbinding i skogen, større kubikkmasse, og det vil bety i dei aller fleste tilfelle at ein større prosentvis del av treet/tømmeret vil koma i skurkvalitet og dermed auka gjennomsnittleg pris per m³ avverka tømmer. I skog er det slik at mange av tiltaka som vert gjennomførte no, vil ha liten effekt på klimarekneskapet på kort sikt, men stor effekt på lang sikt.

6.7 Lover, forskrifter og standardar i skogbruket

Skogbrukslova med forskrifter regulerer skogbruksaktivitet på all skogsmark. *Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK)* regulerer mykje av den økonomiske virkemiddelbruken, også til miljøtiltak. Norsk PEFC skogstandard er ein standard for berekraftig skogbruk utvikla gjennom samarbeidsprosjektet ”Levande Skog”. Dei fleste tømmerkjøparane stiller krav om miljøsertifisering, og miljøsertifiseringa skal kvalitetssikra at skogbruket handlar på ein berekraftig måte. Eitt av kravpunkta (nr. 18) handlar om skogreising og treslagskifte. På Vestlandet skal det m.a. ikkje føregå treslagskifte på furumyrskog og i edellauvskog, og det skal ikkje føregå skogreising på opa røsslynghei langs kysten. Kystlynghei, der attgroinga har kome så langt at arealet stettar definisjonen, vil koma i kategorien *Gjengroingsareal som fyller skogdefinisjonen*. Endringa av kategori frå *Kystlynghei* til *Gjengroingsareal som fyller skogdefinisjonen* er ei av hovudårsakene til at arealet av kystlynghei er sterkt redusert i etterkrigstida. *Naturmangfaldlova med forskrifter* omhandlar fleire tilhøve som må leggjast til grunn for skogbruket.

7 SKOGSVEGAR OG SKREDFARE

Skogsvegar i bratt terreng kan utgjera ein auka skredfare ved store/intense nedbørmengder, då skogsvegar kan endra den naturlege dreneringa i lisdere/terreng. Skredfaren kan førebyggjast ved god planlegging og heldig traséval, rett oppbygging av vegkroppen, rett utforming og dimensjonering av grøfter, kulvertar og stikkrenner. Godt vedlikehald, særleg av grøfter og stikkrenner, er viktig for å førebyggja mot flaumskade og skred. Det vert vist til ein «veileder» om *Skogsvegar og skredfare* (NGI, NVE, SKI, LM; SKI 2011), og det vert gjort greie for lover og reglar som vedkjem *skogsvegar og skredfare*. Vidare vert det gått inn på temaet *lausmasseskred og skogsvegar, hydrologi og flaumberekning, vegen si utforming og drenering*. «Veilederen» er godt illustrert med figurar, tabellar og bilete med forklarande tekst. I «Tilpassing til eit endra klima – aktuelle tiltak i landbruket på Vestlandet» er deler av det som er omtala under 4.2 Auka nedbørmengd, og det som er skriva om avlaup og stikkrenner og førebyggjande tiltak mot erosjon, er også relevant for skogsvegar og skredfare.

Tidlegare bygde traktorvegar og skogsbilvegar var ofte bygde enklare, og gjerne ikkje i tilstrekkeleg grad planlagde og bygde for å møte dei ekstreme nedbørmengdene som kan koma på kort tid, og den venta situasjonen at slike hendingar vil førekoma oftare framover. Fylkesmannen i Vest-Agder har gjennomført eit delprosjekt saman med NVE om Klimarobuste skogsbilvegar, og av dette kan ein trekkja fram:

Forholdsvi små tiltak med utbetringar og auka kapasitet for å ta unna vatn ved intense nedbørsepisodar og flaum kan gjera at ein unngår omfattande skade og kostbare reparasjonar i etterkant.

- Underdimensjonering av røyr og stikkrenner kan gje store vasskader på skogsvegnettet, sameleis feilberekning av vinklar og hellingsgrader
- NVE har mykje kompetanse som kan gje viktige innspel for utbetring og opprusting av vegprosjekt i høve kvalitetssikring av løysingar og dimensjonering.
- Ein må ha meir merksemd på klimatilpassing ved planlegging og sakshandsaming av skogsvegplanlegging og ved opprusting av eldre vegar.

7.1 Anleggsfase og uttak av tømmer medfører auka erosjon og skredfare

Det er grunn til å peika på at anleggsfasen og tida fram til at massane har sett seg og ein har fått tilgroing av skråningar, er ei utsett tid. I samband med bygging av skogsvegar er det viktig å ha sterk fokus på i stor grad å kunna oppretthalda naturleg drenering, og unngå at vatn vert konsentrert ut i skråninga nedanfor vegen i større mengder slik at det kan medføra erosjon og i gjevne situasjonar kan løysa ut skred. Ein må i planleggingsfasen leggja vekt på at ein nyttar eksisterande bekkelar til plassering av stikkrenner og kulvertar. Ein må freista å unngå at fleire bekkelar eller flaum sig vert ført saman, for å unngå at flaumvassmengda på ein stad skal auka mykje. Elles er det grunn til å ha fokus på driftssituasjonen ved uttak av skog i bratt terreng som medfører spor og nye vassvegar, og som kan vera utløysande for erosjon/graving, tiltetting av stikkrenner, auka vassføring visse stader med press på grøfter og stikkrenner, som kan utløysa ras og som medfører ein ny og prekær situasjon. Ein må ha fokus på ettersyn, oppreinsking og oppretting i samband med skogsdrifter. Andre situasjonar som gjer at erosjon og skred vert utløyst,

er store nedbørsmengder som kjem over tid. Det kan føra til erosjon/graving, men også at massane vert meir ustabile grunna vassmetting og at dette medverkar til utløysing av skred.

7.2 Ekstreme nedbørsmengder på kort tid som utløysande skred-årsak

Nokre gonger kan det vera nærast ekstreme nedbørsmengder som kjem innanfor svært korte tidsintervall, t.d. innanfor eit to-timars intervall eller innanfor 24-timars intervall, og som medfører ein sterk avrenningsintensitet som verkar som utløysande faktor for jordskred åleine eller i samverknad med andre faktorar. Sterk nedbørsintensitet i samband med at jorda på førehand er vassmetta, aukar risikofaktoren. Andre faktorar kan m.a. vera tidlegare hogst i ei bratt li, og at rotnande røter ikkje bind jorda i same grad som hjå levande trevegetasjon når jorda vert utsett for vassig anten meir fordelt, eller som konsentrert vasstrøyming frå stikkrenner og/eller bekk som har eroderande/gravande kraft. Situasjonar med svært store nedbørsmengder innanfor korte tidsintervall er aukande, og sameleis hendingar som knyter seg til dette. Dette er også situasjonar som vil auka i omfang, ut frå dei vurderingar/sårbarheitsanalysane som er gjorde av NVE og Meteorologisk institutt i rapporten *Felles beredskap – felles ansvar* (2014). Her vert det peika på at framskrivingane indikerer ein auke (75-85%) i tal dagar med mykje nedbør, og at nedbørintensiteten for slike døger vil auka med om lag 15%. Størst auke i nedbørsintensiteten (15-20%) er venta om hausten. Det er midtre deler av Hordaland og Sogn og Fjordane som har høgaste nedbørsmengde i eit tidsrom over 12 timar. «5 års nedbørstoppar» kan her vera meir enn 150 mm per døger. I Møre og Romsdal er størst auke i nedbørsintensitet (ca. 20%) venta om sommaren. Det vert peika på at endringar i klima og hydrologi kan medføre flaumskred og sørpeskred der dette ikkje har vore så vanleg førekomande. Hendingar med ekstremnedbør og/eller høg nedbørsintensitet innanfor kort/avgrensa tidsperiode vil auka faren for flaumskred og jordskred.

7.3 Flaumskred i Håvik i Fusa 24.07.2011, illustrerande for kva som kan skje

For å forklara litt om hendingsgangen med flaumskred, vil ein trekkja fram eit flaumskred i Håvik i Fusa som gjekk etter eit svært lokalt og kortvarig, svært intenst sturtregn som varde 1-2 timar. Dette flaumskredet var gjenstand for ei synfaring kort tid i etterkant av interkommunal kommunegeolog, og eit notat (Dolvik, 2012) som omtalen her byggjer på, attåt lokalkunnskap.

Det er ingen offisielle målestasjonar i området, og store nedbørsmengder er ikkje registrert ved dei offisielle målestasjonane som er nærast. Men det vart gjort uoffisielle målingar på minst 30 mm på to timar. Kommunegeologen skriv at det her mogelegvis kan ha kome 30-50 mm nedbør på ein time.

Hendingsgang

Det losna eit lite jordskred like nedanfor ein skogsveg (325 m.o.h.). Dette jordskredet har truleg medverka til eit større jordskred litt lengre ned i lisida (315 m.o.h.). Sistnemnde skred har eit losneområde på opp mot 20 m i breidda i bratt terreng med tynt morenedekke (opp til 0,5 m). Skredet gjekk heilt ned i dalen og stoppa først ved vegen (5-10 m.o.h.), slik at samla fallhøgde vart om lag 300 m. Ned lisida tok skredet med seg først furuskog og anna vegetasjon i eit breitt belte, deretter ved lifoten gran frå plantefelt. Innhaldet av vatn auka nok på, og kommunegeologen nemner at skredet då har hatt meir karakter av eit flaumskred.



*Skredhendinga i den bratte lisida sett frå andre sida av fjorden (Mjånes mellom Engjavik og Baldersheim).
Foto: Øystein Havsgård / Fusa kommune.*

Under synfaringa vart det sett spor etter to andre jord-/flaumskred, begge på nedsida av skogsvegen, og etter ei lita utgliding ovanfor skogsvegen. Dette har hatt mykje mindre rekkjevidde.



*Skredhendinga sett frå dalbotnen like etter at flaumskredet gjekk i Håvik i Fusa 24.07.2011.
Foto: Øystein Havsgård / Fusa kommune.*

Mogeleg årsak

Det kan sjå ut som vatnet uheldigvis har vorte samla/konsentrert på ein stad som det før ikkje har vore så mykje vatn konsentrert. Her må det skytast inn at skogsvegen vart bygd i 1987-1988.



Ovanfor skredhendinga (på oversida av skogsvegen) er det eit myrområde som samlar vatn frå eit relativt stort nedslagsfelt. Vatnet kjem naturleg fram i eit dråg mellom to område med fjell i dagen (sjå blå pil). Foto. Kommunegeolog Tore Dolvik/Kvam herad.

Den første vesle utglidinga like på nedsida av skogsvegen er like nedanfor utlaupet av stikkrenna, jfr. bilete nedanfor. Det står noko glissen furuskog og litt bjørk i området. Området der det større skredet har losna, har også fått meir vatn konsentrert enn det ville fått utan skogsveg. Vatnet som kom med myrdraget har dels runne gjennom stikkrenna like nedanfor, men mykje følgde veggrofta i slakt hellande terreng til neste stikkrenne som ligg slik at ho samlar vatn frå to hellingsretningar. Det stikkrenna ikkje svelgde rann over vegen utan å gjera skade på sjølve vegen. Men dei andre skreda i området viser at dei ekstreme vassmengdene er hovudårsaka. Det er difor vanskeleg å seia om den naturlege dreneringa i dette terrenget ville tola ei slik vassmengd eller ikkje.



Pilene på biletet viser der den øvste vesle tilglidinga like på nedsida av skogsvegen og ei stikkrenne, starta. Den store utglidinga byrja eit stykke nedanfor. Foto: Kommunegeolog Tore Dolvik, Kvam herad.

Som neste bilete syner er det grunt morenedekke der det større skredet losna. Noko av furuskogen i området er hogge, og rotnande stubbar/røter vitnar om dette. Evna som røtene har til å binda kan difor ha vore svekka. Eit jordskred i ei bratt lisode ein annan stad i Fusa med brunjord under ei høgspenninglinje som var rydda mange år tidlegare, vart utløyst etter ein periode då det hadde kome

mykje regn over tid. Her skjedde utglidinga i nedkant av fleire rotnande bjørkestuvar/røter der vatnet tyktest ha funne ein lett infiltrasjonsveg, og der bindingsevna var svekka.



Der det store flaumskredet starta er det dels svært grunnlendt og vekslande med parti med morenejord innimellom, på bergflate i hellande terreng og overgang til brattare. Foto: Kommunegeolog Tore Dolvik, Kvam herad.



Då flaumvatnet først hadde vunne eroderande kraft, fekk det ein spylande effekt på det nedanforliggjande området og tok med seg lausmassane og tre nedover fjellsida til «foten» og vart førte vidare med flaumvatnet i elvefaret i det som eigentleg er ei lita elv/bekk ned på innmarksarealet like inntil bustadhus. Foto: Kommunegeolog Tore Dolvik, Kvam herad.

Samanfatting

Forskarar innanfor fagområda meteorologi og hydrologi åtvarar mot at ein kan få hyppigare førekomstar av ekstremnedbør innanfor korte tidsintervall. Størst fare for intens avrenning og skred som flaumskred uttrykkjer dei er ved situasjonar ved snøsmelting i ein situasjon med kombinasjon ved relativt høg temperatur for årstida, og dertil mykje og intenst regn. Skredet i Håvik i Fusa kom i juli og skuldast svært lokalt store nedbørsmengder (30-50 mm) innanfor tidsintervall på 1-2 timar.

8 REFERANSAR

- Andreassen, K., R. Eriksen, A. Granhus & S. Tomter, 2012. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Sogn og Fjordane. Landsskogtakseringen 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 04/2012.
- Andreassen, K., R. Eriksen, A. Granhus & S. Tomter, 2013. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Hordaland. Landsskogtakseringen 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 03/2013.
- Arstein, A. & J. Folkestad, 2010. Storinnsats mot siv. Vestlandsk Landbruk 97 (9): 20-21.
- Astrup, R., G. Grønningsæter, H. Klungland & A. Rosland, 2013. Planting av skog på nye arealer som klimatiltak. Egnede arealer og miljøkriterier. Rapport M26-2013.
- Benestad, R.E., 2009. «Re-calculation of local climate scenarios» *met.no note* 15/2009.
- Bergsvåg, A., J.M. Dahle, S. Kvidal, A.D. Moen, B.S. Nordlund & M. Sellæg, 2008. Melding om kystskogbruket. Prosjekt Kystskogbruket januar 2008.
(http://www.kystskogbruket.no/userfiles/files/Kystskogmeldinga/Melding_om_kystskogbruket.pdf).
- Blennow, K., K. Harstein, E.S. Heggem, E. Olofsson, S. Solberg & V. Timmermann, 2008. Storm og stormskader: Risiko for stormskader i skog, og betydningen av skogbehandlingen. Forskning fra Skog og landskap 1/08.
- Bryn, A., P. Dourojeanni, L.Ø. Hemsing, & S. O' Donnell, 2013. A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28: 81-98.
- Dahlberg, A., U. Emanuellsson & A. Norderhaug, 2013. Kulturmark og klima – en kunnskapsoversikt. DN – utredning 7-2013.
- Dolvik, T. 2012. Notat frå synfaring - Flaumskred på Håvik, Fusa den 24.juli 2011. Ref. 12/50-32/N-860/TORDOL (Kvam herad).
- Drenering, 2013. Drenering Teori og praksis. Trykt hefte med fagartiklar om drenering, publisert i Bondevennen frå september 2012 til februar 2013. Utgjeve i samarbeid mellom FMLA (Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal), Bioforsk, Bondevennen og NLR. 48 s.
- Eggum, E.T., 2008. Vil reagere raskt på et varmere klima. *Norsk Skogbruk* 12/2008.
- Eriksen, R., A. Ludahl & S. Tomter, 2006. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Møre og Romsdal. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 01/06.
- Folkestad, J., L. Østrem & Ø. Vatshelle, 2010. Sterk nitrogengjødsling reduserer sivveksten. *Vestlandsk Landbruk* 97 (5): 12-13.
- Grønlund, A., K. Knoth de Zarruk, D. Rasse, H. Riley, O. Klagegg & I. Nystuen, 2008. Kunnskapstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. *Bioforsk Rapport Vol. 3 Nr. 132* 2008. 47 s. ISBN: 978-82-17-00426-4.

- Grønlund, A., S. Weldon, S. Øpstad, M. Zielke & E. Fjelldal, 2013. Klimagasser fra omgravd myr. Orienterende undersøkelser av utslipp fra omgravd myr sammenlignet med tradisjonell dyrket myr. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 125 2012 ISBN 978-82-17-00976-4. 24 s.
- Grønstøl, H. & B. Gjerde, 2003. Babisiose (piroplasmose, raudsott, hagasott), s. 37. Utvortes parasittar; Skogflått, s. 138 -140. I Grønstøl, H. & S.A. Ødegård (red): Storfesjukdommer. Fagbokforlaget, 2. utgave/ 2.opplag 2016. 272 s. ISBN: 978-82-529-2693-4.
- Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog & B. Ådlandsvik, 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo.
- Hanssen-Bauer I. et al. (eds), 2015. "Climate in Norway 2100. The scientific basis for climate adaptation, updated in 2015." (In Norwegian), NCCS report 2/2015, The Norwegian Centre for Climate Services, 204 pp.
- Hansen, S., S. Rivedal & P. Dørsch, 2013. Lystgassutslipp ved ulik drenering av engareal. Bondevennen 116 (26/27): 16-17.
- Haugen, J.E. & T. Iversen, 2008. «Response in extremes of daily precipitation and wind from a downscaled multi-model ensemble of anthropogenic global climate change scenarios.» Tellus, 60A, 411-426.
- Hofsten, J., Y. Rekdal & G.H. Strand, 2015. Arealregnskap for utmark- Arealstatistikk for Hordaland. Ressursoversikt fra Skog og landskap, 02/ 2015. 94 s. ISBN: 978-82-311-1014-9.
- Hovde, A., 1986. Drenering av vanskeleg myr. Informasjonsmøte i jord- og plantekultur, Møre og Romsdal 1986. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for jordbruket. Nr. 3. 1986: 9-21.
- Hovland, I., 2013. Lønnsomheten ved grøfting. Bondevennen 1/2: 24-26.
- Høgland, M., L. Østrem & M. Jørgensen, 2008. Hva skjer i grasplantene om vinteren? Bondevennen Nr.15: s12-13.
- Høgland, M., S.M. Thorsen, L. Østrem & M. Jørgensen. 2009. Hvordan vil endret klima påvirke overvintring og grasvekst i Norge? Bioforsk FOKUS 4 (2) s. 72-73. ISBN: 978-82-17-00451-6
- Høgland, M, Thorsen, S.M, Semenov, M., 2013. Assessing uncertainties in impact of climate change on grass production in Northern Europe using ensembles of global models. Agricultural and Forest Meteorology 170: 103-113.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: The physical Science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Solomon S., D. Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor og H.L. Miller (red.)). Cambridge University Press
- Jørgensen, M., A.K. Bakken, L. Østrem & M. Høgland, 2009. Vinterbiologi i endret klima – isdekke. Bioforsk FOKUS 4(2), 82-83.
- Kjønaas, J. & P. Nilsen, 2004. Jordsmonnet er det største karbonlageret på jorda. Glimt fra skogforskningen nr. 5-2004.
- Kløvstad, A., 2012. Framtidens klima krever intensiv skjøtsel av ung skog. www.norsk-skogbruk.no/artikkel.cfm?Id_art=334.

- Lågbu, R. & S. Svendgård-Stokke, 2013. Jordsmonnstatistikk Hordaland. Rapport frå Skog og landskap. 15/2013. 35 s. Norsk institutt for skog og landskap. ISBN: 978-82-311-0195-6.
- Lågbu, R. & S. Svendgård-Stokke, 2016. Jordsmonnstatistikk Møre og Romsdal. NIBIO Rapport Vol.:2, Nr.:35. 49 s. ISBN: 978-82-17-01598-7.
- met.no: http://www.met.no/Klima/Klimautvikling/Klima_siste_150_ar/Regioner/Vestlandet/
- Myhr, K., 1978. Vinterspreiing av gylle. Vestlandsk Landbruk, 65 (20): 490-491.
- Myhr, K. & A. Njøs, 1983. Verknad av traktorkjøring, fleire slåttar og kalking på avling og fysiske jordeigenskapar i eng. Meldingar frå Norges Landbrukshøgskole 62(1), 14 s.
- Mysterud, A., W.R. Easterday, V.M. Stigum, A.B. Aas, E.L. Meisingset & H. Viljugrein, 2016. Contrasting emergence of Lyme disease across ecosystems. Nature communications 7:11882. doi: 10.1038/ncomms 11882.
- Rekdal, Y. 2010 a. Attgroing kan ikkje stoppast. Nationen 30.03.2010.
- Rekdal, Y. 2010 b. Ta vare på dei gardsnære beiteareala. Sau og geit, 2: 58-60.
- Rekdal, Y. 2015. Arealrekneskap for utmark –Utmarksbeitet i Hordaland. Fakta frå Skog og landskap. Utgave 19/2015.
- Ringstad, K.M., 1993. Utnytting av nitrogen i husdyrgjødsel. Hovudoppgåve ved institutt for pantekultur. Norges landbrukshøgskole. 75 s.
- Rivedal, S., 2016. Blautgjødsel - mengder og næringsinnhald. s. 4-5 i: Husdyrgjødsel på Vestlandet – nye utfordringar. Temahefte; Norsk Landbruksrådgiving (Hordaland, Sogn og Fjordane, Sunnmøre) og Fylkesmannen (Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal) 36 s.
- Rivedal, S. & T. Barcena, 2014. Kartlegging av klimabidrag og aktuelle klimatiltak i landbruket i Hordaland. Bioforsk RAPPORT 9. 55 s.
- Sandved, D.L. & S. Solberg, 2007. Effekter av klimaendring på skogens helsetilstand, og aktuelle overvåkingsmetoder. Viten fra Skog og landskap 3/07.
- Sandvik, O., A. Arstein & S.L. Øpstad, 1997. Verknad av gjødsling på grøfte- og overflateavrenning på Vestlandet. Næringsavrenning frå eng. Planteforsk Rapport 29/97. 58 s. ISBN 82-479-0033-5.
- SKI 2011. Skogsveger og skredfare – veileder. Utarbeidd av: Norges Geotekniske institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og skogbrukets Kursinstitutt, Landbruks og matdepartementet. 38 s. ISBN: 978-82-7333-178-6.
- Skøien, S., S. Hansen, L. Nesheim, G. Fystro, A.F. Øgaard, S. Øpstad & M. Bechmann, 2009. Evaluering av pilotordning for miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Bioforsk Rapport Vol. 6 Nr 9 2011. 42 s.
- slf.no: <http://32.247.61.17/skf/prodrapp.htm>
- Sorteberg, A. og J.E. Haugen, 2009. “Regionale estimater av nedbør og temperaturforandringar.” Report series of Bjerknes Center.
- Stortingsmelding nr. 21, 2011-2012. Norsk klimapolitikk.

- Stortingsmelding nr. 39, 2008-2009. Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen.
- Thorvaldsen, P. 2014. Landskapsendringer i to vestnorske, småskala jordbruksområde. s 17-42 I: Arealekstensive driftsformer i vestlandsjordbruket. Sluttrapport frå prosjektet Utvikling og tilpassing av rammevilkår for arealekstensive driftsformer i vestlandsjordbruket for å ivareta eit ope kulturlandskap. Bioforsk Rapport Vol. 9 Nr. 171 2014. ISBN: 978-62-17-01368-61.
- Tollefsrud, M.M, H. Solheim & K. Bakkebø Fjellstad, 2015. Ask i tilbakegang. Artikkel i Skog nr 7, s 12-13.
- Tveitnes, S., 1979. Store husdyrgjødselmengder pr. arealeining til grønforvekstar og eng. Meldinger frå Norges landbrukshøgskole 58 (25), 28 s.
- Tveitnes, S., 1985. Husdyrgjødsel. Gjødsel, jordforbetningsmiddel og avfall med forureiningsrisiko. Institutt for jordkultur. Serie B5/85. Norges Landbrukshøgskole, 42 s.
- Tveito, O.E., 2014. Klimaendringer og betydning for skogbruket. MET report no. 25/2014 Climate (http://met.no/Forskning/Publikasjoner/MET_report/2014/filestore/rapport_25.2014.pdf).
- Vatn, S., L. Hektoen & O. Nafstad, 2009. Helse og velferd hos sau. ISBN: 978-82-529-3180-8, Tun forlag. 288 s.
- Økland, 2015. Fare for store barkbilleangrep i fremtiden. (<http://forskning.no/skog-insekter/2015/11/fare-store-barkbilleangrep-i-nord>)
- Økland, B. & G. Wollebæk, 2015. Granbarkbiller. Registrering av bestandsstørrelsene i 2015. NIBIO Rapport. Vol.: 1, Nr.: 42, 2015. ISBN: 978-82-17-01498-0.
- Øpstad, S. L., 1991. Verknad av ulik gjødsling, kalking og pakking på grasavling og kjemisk innhald i jord og planter på torvjord på Vestlandet. Doctor scientiarum thesis 1991:11, 142 s. Noregs Landbrukshøgskule, Institutt for jordfag.
- Østrem, L., M. Høglind & M. Jørgensen, 2009. Vinterbiologi i endra klima – vassoverskot. Bioforsk FOKUS 4(2), 80-81. ISBN: 978-82-17-00451-6.
- Østrem, L. & S.L. Øpstad, 2013. Endra klima og driftsmåtar. Bondevennen 116 (5): 20–21.
- Øvreås, O.J., 2012. Endringar i jordbruksareal og dyretal på Sør- og Vestlandet 1989-2011. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 17. 2012.
- Øyen, B.H. (red.) 2008. Kystskogbruket; Potensial og utfordringer de kommende tiårene. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 01/2008.
- Aamodt, H., 1990. Drenering III. Grunnforbedring. Terrengforming, Sekundærdrenering. Småskrift 4/90. Statens fagtjeneste for landbruket. 29 s.
- Aandahl, T.J., 2001. Omgraving av torvjord i Bleikvassli. Jordforsk rapport nr. 21/01. 11 s. ISBN: 82-7467-390-5
- Aase, K. 1981. Store mengder husdyrgjødsel til grønfornepe og eng. Forsking og forsøk i landbruket 32: 65-73.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.



Framsidedfoto: Lars Sørdal, Øystein Havsgård, Dag Arne Eide, Leif Trygve Berge