



ARTSDATABANKEN



UNIVERSITETET
I OSLO

NATURTYPER I NORGE

BAKGRUNNSDOKUMENT

3

Inndeling i økosystem -
hovedtyper

versjon 0.1

**Forfattere**

Rune Halvorsen
Naturhistorisk museum,
Universitetet i Oslo

Tom Andersen
Norsk institutt for
vannforskning (NIVA)
og Biologisk Institutt,
Universitetet i Oslo

Hans H. Blom
Norsk institutt for
skog og landskap

Arve Elvebakk
Institutt for biologi,
Universitetet i Tromsø

Reidar Elven
Naturhistorisk museum,
Universitetet i Oslo

Lars Erikstad
Norsk institutt for
naturforskning (NINA)

Geir Gaarder
Miljøfaglig utredning

Asbjørn Moen
Seksjon for naturhistorie
NTNU Vitenskapsmuseet

Pål Buhl Mortensen
Havforskningsinstituttet

Ann Norderhaug
Bioforsk

Kari Nygaard
Norsk institutt for
vannforskning (NIVA)

Terje Thorsnes
Norges geologiske
undersøkelse (NGU)

Frode Ødegaard
Norsk institutt for
naturforskning (NINA)

Marit Mjelde
Norsk institutt for
vannforskning (NIVA)

Kjell Magnus Norderhaug
Norsk institutt for
vannforskning (NIVA)

Siteres som

Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H. H.,
Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G.,
Moen, A., Mortensen, P. B., Norderhaug, A.,
Nygaard, K., Thorsnes, T., Ødegaard, F.,
Mjelde, M., Norderhaug, K. J. 2008.
Inndeling i økosystem - hovedtyper.
Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 3: 1-86.

Forsidefoto

Merete Wagelund

Grafisk formgivning

Mona Ødegården,
Lisbeth Gederås,
Ingrid Salvesen,
Randi Sønderland,
Skjalg Woldstad

ISBN:

978-82-92838-06-8





Sammendrag

Det foreliggende dokumentet inneholder standardiserte beskrivelser av 67 økosystem-hovedtyper, samlet i fem økosystem-hovedtypegrupper. Alle hovedtypebeskrivelsene inneholder en generell karakteristik; for en del hovedtyper finnes i tillegg bilder, kommentarer om sentrale begreper knyttet til hovedtypen, en utfyllende karakteristik av hovedtypen, kommentarer om avgrensning mot andre hovedtyper og/eller drøfting av andre temaer med relevans for hovedtypen.

Dokumentet inneholder dikotome (gaffelgreinete) nøkler til hovedtypegrupper og til hovedtyper innenfor hver gruppe, med fylldige utdypende kommentarer til hvert enkelt nøkkelpunkt.

En sammenfattende oversikt over de 67 økosystem-hovedtypene finnes bakerst i dokumentet (Tabell 2).



Innhold

Sammendrag	3
B Inndeling i fem grupper av økosystem-hovedtyper og forklaring av begreper som angår flere hovedtyper	8
B1 Nøkkel til grupper av hovedtyper	8
B2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av gruppene av hovedtyper	8
B2a Nøkkelpunkt 1: Gruppe saltvannssystemer	8
B2b Nøkkelpunkt 2: Gruppe fjæresonesystemer	8
B2c Nøkkelpunkt 3: Gruppe ferskvannssystemer	9
B2d Nøkkelpunkt 4a: Gruppe våtmarkssystemer	10
B2e Nøkkelpunkt 4b: Gruppe fastmarkssystemer	11
C Inndeling av saltvannssystemer i økosystem-hovedtyper	12
C1 Nøkkel til hovedtypene	12
C2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene	12
C2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert saltvannsbunn	12
C2b Nøkkelpunkt 2: Utstrømningsområder	12
C2c Nøkkelpunkt 3: Algegytjebunn	13
C2d Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom koralldominert bunn og annen saltvannsbunn	13
C2e Nøkkelpunkt 5a: Korallrev-bunn	13
C2f Nøkkelpunkt 5b: Korallskogsbunn	14
C2g Nøkkelpunkt 6: Skillet mellom fast og mellomfast saltvannsbunn	14
C2h Nøkkelpunkt 7: Saltvannsbergvegger og -grotter	15
C2i Nøkkelpunkt 8: Fast afotisk normal saltvannsbunn	15
C2j Nøkkelpunkt 9: Ekstrem-energi fast saltvannsbunn	15
C2k Nøkkelpunkt 10a: Tareskogsbunn	16
C2l Nøkkelpunkt 10b: Annen fast eufotisk normal saltvannsbunn	19
C2m Nøkkelpunkt 11: Skillet mellom mellomfast og løs saltvannsbunn	19
C2n Nøkkelpunkt 12a: Mellomfast eufotisk saltvannsbunn	20
C2o Nøkkelpunkt 12b: Mellomfast afotisk saltvannsbunn	20
C2p Nøkkelpunkt 13: Permanent anoksisk løs saltvannsbunn	20
C2q Nøkkelpunkt 14a: Løs eufotisk normal saltvannsbunn	21
C2r Nøkkelpunkt 14b: Løs afotisk normal saltvannsbunn	22
D Inndeling av fjæresonesystemer i økosystem-hovedtyper	23
D1 Nøkkel til hovedtypene	23
D2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene	23
D2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert fjæresone-bunn/mark	23
D2b Nøkkelpunkt 2: Fjæresone-skogsmark	23
D2c Nøkkelpunkt 3: Driftvoll	24
D2d Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom fast og mellomfast/løs bunn	25
D2e Nøkkelpunkt 5a: Fjæresone-vannstrand på fast bunn	25
D2f Nøkkelpunkt 5b: Strandberg (fjæresone-landstrand på fast mark)	27
D2g Nøkkelpunkt 6a: Stein-, grus- og sandstrand (mellomfast bunn/mark i fjæresonen)	28
D2h Nøkkelpunkt 6b: Strandenger og strandsumper (løs bunn i fjæresonen)	28
E Inndeling av ferskvannssystemer i økosystem-hovedtyper	30
E1 Nøkkel til hovedtypene	30
E2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene	30
E2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert ferskvannsbunn	30
E2b Nøkkelpunkt 2: Skillet mellom eufotisk og afotisk ferskvannsbunn	30
E2c Nøkkelpunkt 4a: Eufotisk organisk ferskvannsbunn	31
E2d Nøkkelpunkt 4a: Eufotisk ferskvannshardbunn	31



E2e Nøkkelpunkt 4b: Eufotisk ferskvannsbløtbunn	32
E2f Nøkkelpunkt 5a: Afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser	33
E2g Nøkkelpunkt 5b: Afotisk normal innsjøbunn	33
F Inndeling av våtmarkssystemer i økosystem-hovedtyper	34
F1 Nøkkel til hovedtypene	34
F2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene	34
F2a Nøkkelpunkt 1: Skillet mellom konstruert våtmark og natur-våtmark	34
F2b Nøkkelpunkt 2a: Modifisert våtmark	34
F2c Nøkkelpunkt 2b: Nykonstruert våtmark	35
F2d Nøkkelpunkt 3: Skillet mellom kilde og annen våtmark	35
F2e Nøkkelpunkt 4: Kildeskogsmark	36
F2f Nøkkelpunkt 5a: Kalde kilder	36
F2g Nøkkelpunkt 5b: Varme kilder	37
F2h Nøkkelpunkt 6: Skillet mellom myr og ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark	38
F2i Nøkkelpunkt 7a: Åpen myr	39
F2j Nøkkelpunkt 7b: Myrskogsmark	40
F2k Nøkkelpunkt 8a: Arktisk permafrost-våtmark	40
F2l Nøkkelpunkt 8b: Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark	41
G Inndeling av fastmarkssystemer i økosystem-hovedtyper	43
G1 Nøkkel til hovedtypene	43
G2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene	43
G2a Nøkkelpunkt 1: Snø- og isdekte landområder	43
G2b Nøkkelpunkt 2: Skillet mellom kunstmark på den ene siden og natur- og kulturmark på den andre siden	44
G2c Nøkkelpunkt 3a: Konstruert fastmark	44
G2d Nøkkelpunkt 3b: Områder med intensiv landbruksproduksjon	46
G2e Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom kulturmark og naturmark	46
G2f Nøkkelpunkt 5a: Beite- og slåttemark	49
G2g Nøkkelpunkt 5b: Kystlynghei	51
G2h Nøkkelpunkt 6: Lavemark	52
G2i Nøkkelpunkt 7: Skillet mellom flommark og annen fastmark	53
G2j Nøkkelpunkt 8: Flomskogsmark	53
G2k Nøkkelpunkt 9a: Åpen elveør	54
G2l Nøkkelpunkt 9b: Fosseberg	55
G2m Nøkkelpunkt 10: Breforland og snøavsmeltingsområder	56
G2n Nøkkelpunkt 11: Skillet mellom kystnære, åpne, kvartærgeologisk unge områder og annen fastmark	57
G2o Nøkkelpunkt 12a: Kystnær grus- og steinmark	57
G2p Nøkkelpunkt 12b: Sanddynemark	58
G2q Nøkkelpunkt 13: Skillet mellom fastmarksområder betinget av fuglegjødsling og områder som ikke er det	59
G2r Nøkkelpunkt 14: Fugleberg	60
G2s Nøkkelpunkt 15a: Fuglefjell-eng	61
G2t Nøkkelpunkt 15b: Moseundra	61
G2u Nøkkelpunkt 16: Skillet mellom åpen ur, snørasmak og åpen skredmark på den ene siden og annen fastmark på den andre siden	63
G2v Nøkkelpunkt 17a: Åpen ur og snørasmak	64
G2w Nøkkelpunkt 17b: Åpen skredmark	65
G2x Nøkkelpunkt 18: Skillet mellom bart fjell og områder dekket av løsmasser eller jordsmonn	66
G2y Nøkkelpunkt 19: Grotter	66
G2z Nøkkelpunkt 20a: Bergvegg	67
G2aa Nøkkelpunkt 20b: Bergknaus	68
G2ab Nøkkelpunkt 21: Skillet mellom åpen blokk- og steinmark og jorddekt fastmark	68
G2ac Nøkkelpunkt 22: Polarørken	69



G2ad Nøkkelpunkt 23a: Forvitningsblokkmark	70
G2ae Nøkkelpunkt 23b: Breavsetningsblokkmark	71
G2af Nøkkelpunkt 24: Fastmarksskogsmark	71
G2ag Nøkkelpunkt 25: Isinnfrysingsmark	73
G2ah Nøkkelpunkt 26: Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet	74
G2ai Nøkkelpunkt 27: Arktisk steppe	76
G2aj Nøkkelpunkt 28: Oppfrysingsmark og oppfysingstundra	77
G2ak Nøkkelpunkt 29a: Fjellhei og tundra	79
G2al Nøkkelpunkt 29b: Snøleier	81
H Oversikt over grupper av økosystem-hovedtyper	82
Referanser	84



A Om dette dokumentet

NiN BD3 inneholder det faglige grunnlaget for inndeling av økosystem-naturtypenivået i hovedtypegrupper og hovedtyper. Parallellen til **NiN BD 3** for naturtypenivået livsmedium er **NiN BD 7**. Ettersom hovedtypeinndelingen gjøres ved 'deling fra toppen' i suksessivt mindre enheter (**NiN BD 2: D6a**), og fordi dette dokumentet mest mulig direkte skal kunne oversettes til web-innsyn, er ryggraden i dokumentet en dikotom (gaffelgreinet) nøkkel, først til hovedtypegrupper og dernest til hovedtypene. Nøkkelen er forsynt med begrunnelser for de valgene som er foretatt og faglig bakgrunnsmateriale, for eksempel om viktige geomorfologiske prosesser. Dokumentet inneholder også viktige begrepsmessige avklaringer som ikke allerede er gjort i **NiN BD 4** (økoklin-dokumentet). Dessuten finnes kortfattede standardiserte beskrivelser av økosystem-hovedtypene og kommentarer om avgrensningskriterier mellom nærstående hovedtyper.

Tanken er at **NiN BD 3** skal være et skjelett for presentasjonen av økosystem-hovedtypeinndelingen i Naturtyper i Norge, tilrettelagt for påfyll av mer utfyllende informasjon, for eksempel som resultat av utredningsarbeider i NiN-regi.

Ekspertgruppa vil presisere at den dikotome (gaffelgreinete) nøkkelen til økosystem-hovedtyper ikke på noen måte skal forstås som et 'naturlig' typehierarki (jf. **NiN BD 2: D4**, punkt 1); naturen er ikke klassifiserbar i ordets egentlige betydning (**NiN BD 2: D4**, punkt 2). Derimot er nøkkelen ment som en hensiktsmessig måte å beskrive relasjoner mellom hovedtypene og å disponere og systematisere hovedtype-beskrivelsene. En tilsvarende nøkkel finnes for eksempel også i EUNIS (Davies et al. 2004). Sjøl om de ulike 'nivåene' i nøkkelen ikke representerer noen formalisert plassering i et generaliseringshierarki (jf. **NiN BD 2: D2c**), representerer 5-gruppe-nivået en viktig praktisk gruppering av økosystem-hovedtypene som blir referert til som økosystem-hovedtypegrupper (**NiN BD 2: D6b**). Kriteriene for å skille de fem hovedtypegruppene blir omhandlet i kapittel B, mens den videre inndelingen av hver gruppe finnes i kapitlene C–G.

Hvert kapittel i dette dokumentet starter med en nøkkel (underkapittel 1) og fortsetter med et underkapittel 2 som inneholder kommentarer til de enkelte nøkkelpunktene. Bakgrunnsartikler om temaer med relevans til hovedtypeinndelingen finnes i en egen artikkelsamling (**NiN BD 6**).

Underkapittel 2 er for alle kapitler B–G organisert på en standardisert måte. Nøkkelpunkter der ingen (gruppe av) økosystem-hovedtyper nøkles ut direkte, følges bare av utdypende kommentar til begreper og kriterier som omtales i nøkkelpunktet. Nøkkelpunkter der én eller to (grupper av) økosystem-hovedtyper (navn med uthevet

skrift) nøkles direkte ut, følges av et standardisert oppsett av hovedtype-beskrivelser og kommentarer:

- Kortfattet karakteristikkk av hovedtypen (rødbrun skrift)
- Kommentarer (hvis nødvendig; i standardisert rekkefølge):
 - Drøfting av, og kommentar til, sentrale begreper knyttet til hovedtypen
 - Utfyllende karakteristikkk av hovedtypen
 - Avgrensning mot andre hovedtyper
 - Drøfting av andre temaer med relevans for hovedtypen

For hver av økosystem-hovedtypene har ekspertgruppa foretatt en vurdering av kunnskapsgrunnlag og kunnskapsbehov på en seksdelt skala [fra 0 (ingen kunnskap, stort kunnskapsbehov) til 5 (sikker kunnskap, minimalt kunnskapsbehov), se **NiN BD 2: B2**; **NiN BD 2: Tabell 1**, Fig. 1].

Viktige definisjoner er samlet i vedlegget til **NiN BD 2**.

B Inndeling i fem grupper av økosystem-hovedtyper og forklaring av begreper som angår flere hovedtyper

B1 Nøkkel til grupper av hovedtyper

- | | | |
|------|--|---|
| 1 | Saltvannssystemer | |
| 1 | Andre systemer | 2 |
| 2(1) | Fjæresonesystemer | |
| 2 | Systemer uten direkte tilknytning til saltvann | 3 |
| 3(2) | Ferskvannssystemer | |
| 3 | Våtmarks- og fastmarkssystemer | 4 |
| 4(3) | Våtmarkssystemer | |
| 4 | Fastmarkssystemer | |

Fig. 1 illustrerer relasjoner mellom de fem gruppene av økosystem-hovedtyper.

B2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av gruppene av hovedtyper

B2a Nøkkelpunkt 1: Gruppe saltvannssystemer

Som **saltvannssystemer** regnes økosystemer i havet og økosystemer som er permanent dekket av havvann (havvann er vann som er direkte eller regelmessig i kontakt med hav, det vil si de sammenhengende vannmassene som dekker det meste av jordas overflate og omslutter dets landområder). Saltvannsøkosystemer er oppad avgrenset ved nedre normale fjæremål i havet eller som er permanent dekket (eller, for grensesonene, regelmessig influert) av havvann.

Kommentar 1 – Avgrensning mot ferskvannssystemer. **Ferskvannssystemer** er vannsystemer som ikke tilfredsstiller definisjonen av saltvannssystem, det vil si vannsystemer med saltholdighet (økoklinen salinitet – SA; se NiN BD 4: D3) under 0,5 promille. Ferskvannssystemer kan ikke regelmessig tilføres havvann, men kan ha tidligere havvann som bunnvann.

Kommentar 2 – Drøfting av begrepet brakkvann. Den definisjonsmessige avgrensningen av saltvannssystemer inkluderer brakkvannssystemer slik disse er definert ved en saltholdighet mellom 0,5 og 30 promille (ppt); se NiN BD 4: D3 om salinitetsøkoklinen (SA). Alle systemer i direkte eller regelmessig kontakt med hav vil derfor, i henhold til definisjonen, være saltvannssystemer.

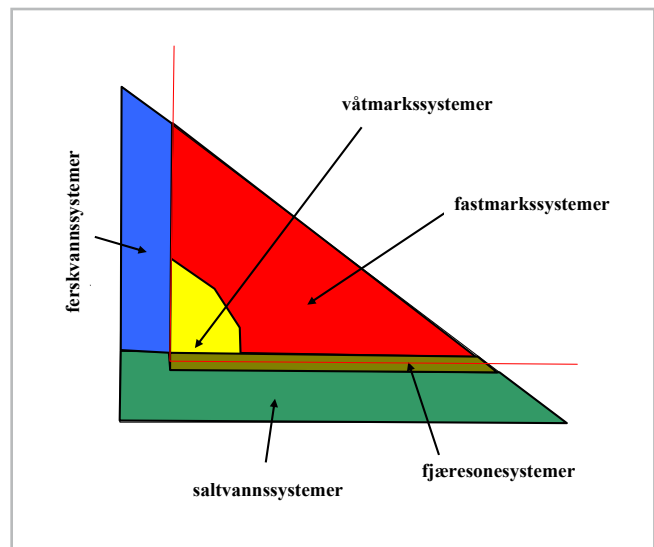


Fig. 1. Skjematisk illustrasjon av inndelingen i fem grupper av økosystem-hovedtyper, med grensa mellom vann- og landsystemer markert som ei rød linje.

B2b Nøkkelpunkt 2: Gruppe fjæresonesystemer

Med **fjæresonen** (= **havstrand**, **marin-littoralt system**, **saltvannsstrand**) menes saltvannssystemenes grensesone oppad; nedad avgrenset mot (egentlige) saltvannssystemer ved laveste normale fjæremål, oppad avgrenset ved høyeste normale flomål eller øvre grense for regelmessig påvirkning av bølgeslag eller sjøsprøyt der denne ligger over høyeste normale flomål. 'Normal' omfatter her også springflo- og springfjærenivå. Driftvoll avsatt under springflosituasjoner vil, der slik finnes, oftest representere fjæresonens øvre grense.

Kommentar 1 – Avgrensning av fjæresonens grense oppad (mot fastmarkssystemer). Avgrensning av fjæresonen oppad følger grensa mellom epilittoralsonen (trinn 1 langs økoklinen OV – oversvømmingsvarighet) og supralittoralsonen (trinn 2); se NiN BD 4: F2.

Kommentar 2 – Drøfting av det faglige grunnlaget for å skille ut fjæresonen som gruppe av økosystem-hovedtyper. Den store artsutskiftingen fra nederst til øverst i fjæresonen er hovedgrunnen for at ekspertgruppa skiller ut fjæresonen som én blant fem grupper av økosystemer, mens innsjøstrender og flomsonen langs elver har en mindre utskifting av arter og fordeles mellom vannsystemer og landsystemer (begrepene vann- og landsystem blir drøftet i NiN BD 6: Artikkel 2). Denne forskjellen i måten disse overgangssonene mellom vann og land blir behandlet skyldes både at fjæresonen ofte har en større vertikal utstrekning og at den på samme tid utgjør en overgang fra sterkt saltholdig til mindre saltholdig miljø og fra liv i vann til liv på land. Økologiske forhold i overgangssonen mellom vann og land er drøftet i kapittel NiN BD 6: Artikkel 3.



B2c Nøkkelpunkt 3: Gruppe ferskvannssystemer

Med **ferskvannssystem** (= **limnisk system**) menes (*presisert definisjon*) økosystem i ferskvann, avgrenset mot landsystemer ved grensa mellom vann- og landstrand.

Kommentar 1 – Avgrensning av ferskvannssystemer mot landsystemer. Overgangen mellom ferskvannssystemer og landsystemer (se **NiN BD 6: Artikkel 2** for drøfting av begrepene vann- og landsystem og **NiN BD 6: Artikkel 3** for drøfting av økologiske forhold i overgangssonen mellom vann og land) kan være gradvis, men svært ofte vil en markert avsatt, mer eller mindre vertikal 'kant' markere en tydelig overgang mellom natur med ferskvannspreg (for eksempel dominert av vannplanter) og natur med landpreg (for eksempel dominert av landplanter). Der- som en slik fysisk markert grense finnes skal den tas som grense mellom ferskvannssystemer og landsystemer. Oft- est finner denne overgangen sted nær overgangen mellom vannstrand og landstrand (der bunnen er vanndekt ca. 50% av tida), det vil si mellom trinn 5 og trinn 6 langs økoklinen OV – oversvømmingsvarighet; se **NiN BD 4: F2**).

Norges vassdrags- og energiverk (NVE) definerer øvre grense for innsjøer mot land ved normal sommervannstand (sannsynligvis oftest et sted i midtre vannstrand, se **NiN BD 4: F2**), mens øvre grense for elver mot land blir trukket ved normalt (årlig) flomnivå, det vil si et sted i øvre landstrand. Ekspertgruppa for Natur- typer i Norge har vurdert disse avgrensningene i lys av de praktiske fordelene som sammenfall mellom NVE sine definisjoner og definisjonene i Naturtyper i Norge ville innebære. På grunnlag av økologiske betraktninger ble det likevel konkludert at det ikke vil være hensiktsmessig å operere med inkongruente avgrensninger mellom landsys- temer og de to typene av ferskvannssystemer (innsjø- og elvesystemer), spesielt når skillet mellom innsjø og elv ikke blir lagt til grunn for hovedinndeling av bunnøkossys- temer i ferskvann.

Innsjøer som periodevis tørker ut, vil etter definisjo- nen være å betrakte som ferskvannssystemer når bunnen er vanndekt mer enn 50% av tida. Naturlige sjøer som periodevis tørker ut er svært sjeldne i Norge, men et typ- isk eksempel som nylig er beskrevet (Breivik & Langan- gen 2007) med hensyn til geologi, hydrologi og botanikk er Storgjerdvatnet i Gildeskål (No). Dette er en kalksjø (se **NiN BD 6: Artikkel 18**) i et karstlandskap. Den mangler overflateutløp, men tørker periodevis ut ved at vannet fordampes og, sannsynligvis, ved at vannet renner ut gjen- nom et diffust sluk i bunnen. Storgjerdvatnet tørket ut i fire av årene i perioden 2000–06, og bunnen var da tørr i 8 av 84 måneder. Det svarer til en oversvømmingsvarighet på ca. 90% i sjuårsperioden og viser entydig at denne spesielle innsjøen skal typifiseres som ferskvannssystem i NiN-systemet. Breivik & Langanen (2007) påpeker likheten mellom Storgjerdvatnet og tilsvarende periode-

tørre sjøer i Irland, som går under betegnelsen *turloughs*, og foreslår at begrepet *turlough* brukes som norsk begrep for tilsvarende sjøer. Relaterte økosystemer finnes også i karstlandskapene i Sørøst-Europa der de går under navnene *doliner* og *poljer* (begreper fra slaviske språk).

Kommentar 2 – Avgrensning av ferskvannssystemer mot våtmarkssystemer. Den delen av innsjøstranda eller elveløpet som ifølge definisjonen av innsjø ikke tilhører ferskvannssystemet, vil kunne være enten fastmark (se kommentar 1) eller våtmark. Ferskvannssystemer er ofte omgitt av torvmark (som er en type våtmark; se **NiN BD 6: Artikkel 7**). Spesielt gjelder dette for innsjøer, men også stilleflytende elver kan ha ei torvmarksrand. Van- tilførselen til slik torvmark er dels limnogen i form av innsjø- eller elvevann som periodevis flommer over torv- marka, dels geogen i form av jordvann tilført fra landsida (se **NiN BD 6: Artikkel 13: B** for begrepsapparat for grunnvannstilførsel). Det geogene vannet (jordvannet) kan være topogent (med tilnærmet horisontalt grun- nvannsspeil) eller soligent (med hellende grunnvannss- speil), liksom det limnogene vannet kan være innsjø- el- ler elvevann (se **NiN BD 6: Artikkel 21** for ytterligere begrepsavklaringer om vanntilførsel).

Innsjøer, først og fremst humussjøer, omkranses ofte av flytematter som er torvmark og typifiseres som (åpen) myr (Fig. 2). Fordi flytetorv 'flyter' vil dens overflate (nesten) alltid ligge over grensa mellom vannstrand og landstrand i innsjøen, slik denne grensa defineres ved van- deknning 50% av tida. Det er derfor verken overlapp eller 'tomrom' mellom arealer som definisjonsmessig er innsjø (vanndekt > 50% av tida) og arealer som omkranser en innsjø og som definisjonsmessig er myr. Spesielle tilfeller, som defineres som våtmark til tross for at vanndekning mer enn 50% av tida, er permafrostbetinget mykmatte (økoklin VM, økoklinuttrykk A spesialtrinn X1; se **NiN BD 4: F1**, blant annet kommentar 1).

Større myrområder inneholder ofte sakteflytende bekker som oftest, på grunn av beskjedne vannføring eller størrelse, vil bli inkludert som økosystem-element i myrøkosystemet. Dette vil imidlertid avhenge av hvilken laveste vannføring som velges som kriterium for at en vannstreng skal regnes som eget økosystem; jf. **NiN BD 2: E1b**, punkt 3) Årsaken til at rennende vannforekom- ster i myr gjennomgående er små, er at dannelsen av torv- mark forutsetter stabile forhold over lang tid og at den store materialtransporten og erosjonskraften større elver har, særlig under flomvannføring, ikke er kompatibel med torvdannelse. Avgrensning mellom ferskvannssystemer og myr vil derfor i de fleste tilfeller være uproblematisk.

Kilder går ofte nedstrøms gradvis over i bekk og/eller elv. Større, konsentrerte kilder kan direkte gi opphav til en kildebekk eller kildeelv, ofte med en artssammensetning med typisk kildekant-preg langs bekkekanten/elvebredden i betydelig lengde nedstrøms kilden. Slike bekker/elver har normalt så lav vannføring at de vil utgjøre et økossys-

tem-element innen et kilde-økosystem.

Myrgjøler (Fig. 3) er etter definisjonen innsjøer, men i grunnversjonen av økosysteminndelingen i NiN vil myrgjøler med overflateareal under 100 m² vil bli typifisert som økosystem-del i torvmark (jf. **NiN BD 2: E1b**, punkt 1).



Fig. 2. Lite tjern med humusrikt vann (dystroft tjern) omgitt av flytematter, dominert blant annet av myrhatt (*Comarum palustre*) og flasketarr *Carex rostrata*. Tjernet er omkranset av et takrørdominert belte (*Phragmites australis*). Tjernbunnen hører til ferskvannssystemene (økosystem-hovedtype *eufotisk organisk ferskvannsbunn*) mens flytetorva hører til våtmarkssystemene (økosystem-hovedtype *åpen myr*). Nord for Meling, Bremnes, Bømlø, Hordaland. Foto: Rune Halvorsen.



Fig. 3. Vassfylte holer i myrer (myrgjøler) er etter definisjonen innsjøer, men oftest for små til å tilfredsstille minstekravet til å utfigureres som ferskvannssystemer på kart. Bildet viser en flarkgjøl (vassfylt høl i jordvannsmyr) en varm sommerdag, med gassfylte torv- og algeputer som stiger til overflata. Gjølubunnen hører til økosystem-hovedtypen *eufotisk organisk ferskvannsbunn*. Tågdalen naturreservat, Nordmarka, Mo, Surnadal, Møre og Romsdal. Foto: Rune Halvorsen.

B2d Nøkkelpunkt 4a: Gruppe

våtmarkssystemer

Med **våtmark** menes (presisert definisjon) mark med grunnvannsspeil tilstrekkelig nær markoverflaten, eller så rikelig tilførsel av overflatevann, at organismer som er tilpasset liv under vannmettede forhold eller som krever god og stabil vanntilgang forekommer rikelig; og som ikke faller inn under presiserte definisjoner av saltvannssystem, fjæresone eller ferskvannssystem.

Kommentar 1 – Drøfting av våtmarksdefinisjonen.

Våtmarkene utgjør en økologisk overgang mellom ferskvanns- og landsystemer, men våtmarker behøver ikke forekomme som en fysisk overgangssone mellom vann og land. Siste ledd i den presiserte våtmarksdefinisjonen hindrer overlapp med definisjonene av de tre fysiske overgangssonene mellom land og vann (fjæresone, innsjøstrand og flomsone) og i prinsippet skulle det derfor ikke være rom for uklarhet med hensyn til avgrensning mot noen annen gruppe av økosystem-hovedtyper.

Denne våtmarksdefinisjonen er mye snevrere enn våtmarksdefinisjonen som ligger til grunn for RAMSAR-konvensjonen fra 1971; 'areas of marsh, fen, peatland or water, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide does not exceed six metres.'

Kommentar 2 – Avgrensning av våtmarkssystemer mot ferskvannssystemer. Se B2c kommentar 2.

Kommentar 3 – Avgrensning av våtmarkssystemer mot fastmarkssystemer. Alle hovedtyper av våtmark vil kunne grense mot fastmark. Definisjonen av fastmark er basert på komplementaritet mellom fastmark og våtmark, og definisjonen av våtmark (mark med grunnvannsspeil tilstrekkelig nær markoverflaten til å betinge forekomst av organismer som er tilpasset liv under vannmettede forhold eller som krever god og stabil vanntilgang) er derfor ikke i seg sjøl operasjonell. Denne kommentaren inneholder nødvendige presiseringer.

Grensa mellom våtmarkssystemet myr og fuktmarksutforminger (se **NiN BD 6: Artikkel 13**) av fastmark (skogsmark, bergknaus etc.) er bestemt av myrdefinisjonen (utførlig drøftet i **NiN BD 2: F3a**), og gjenfinnes som grensa mellom trinn 2 (fuktmark) og trinn 3 (tunenivå) langs vannmetningsøkoklinen for markssystemer (VM økoklinuttrykk A; se **NiN BD 4: F1**). Når det ikke finnes klare fysiske kriterier på denne grensa, vil da måtte defineres på grunnlag av skillearter (se **NiN BD 4: F1**).

Grensa mellom våtmarkssystemet kilde og fastmark settes der kildevannspåvirkningen overskrider grensa mellom trinn 4 (rheogen markfukting; som kjennetegner typer av fuktmark innenfor fastmark) og trinn 5 (svak kilde); se økoklinen KI – kildevannspåvirkning – som er grundig drøftet i **NiN BD 4: F3**. Det ser ikke ut til å være mulig å gi noen entydig fysisk karakterisering av denne grensa (**NiN BD 4: F3**, kommentar 3), slik at den først



Fig. 4. Stort dynetrau (økosystem-hovedtype *sanddynemark*) innerst i sanddynene på Listastrendene. Åsen, Vanse, Farsund, Vest-Agder.
Foto: Rune Halvorsen

og fremst vil måtte karakteriseres ved hjelp av forekomsten av kildearter (og andre våtmarksarter). Som generell retningslinje skal grensa trekkes slik at storbregne- og høgstaudedominerte økosystemer samt engsnøleier blir å betrakte som fuktmark med rheogen markfukting mens kildesig, kildebekker og kildekanter [på torv grunnere enn torvmarkgrensa (se **NiN BD 4: F3a**; kilder på djupere torv er jo pr. definisjon våtmark)] skal inkluderes blant kildene.

I mellom- og høgalpin/arktiske soner er det for kaldt for torvdannelse i egentlig forstand (se **NiN BD 4: E2b** om torvdannelse), og fuktmark (trinn A2 langs vannmetningsøkolinien VM økoklinuttrykk A) glir gradvis over i karakteristiske arktisk-alpine hovedtyper av våtmark som ikke lar seg innpasse i trinndelingen av VM økoklinuttrykk A (se **NiN BD 4: F1**). Grensa mellom våtmarksøkosystem-hovedtypen vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark og fuktmarksutforminger av fastmarkshovedtypene oppfrysingsmark og oppfrysingstundra, og snøleier, er glidende og bør defineres på grunnlag av forekomst av våtmarksarter. I motsetning til annen våtmark er den vekselfuktige arktisk-alpine grunne våtmarka ikke betinget av høyt grunnvannsspeil men av rikelig tilførsel av overflatevann (se karakteristikken av hovedtypen, **F2I**). Bare arealer med tydelig våtmarkspreg på artssammensetningen (dvs. som inneholder arter som også kjennetegner myrer og kilder) skal typifiseres som vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark. Den arktiske permafrost-våtmarka kjennetegnes ved alltid å være svært våt, og er derfor mer lik myr.

Kommentar 4 – Drøfting av dynetrau i forhold til inndelingen i våtmark og fastmark. Et dynetrau (Fig. 4; se også **NiN BD 5**) er en forsenkning i et sanddynesystem, som normalt er utviklet som resultat av erosjon ned til grunnvannsspeilet. Dynetrau kan være mer eller mindre permanent (> 50% av tida) vassfylte og hører da til innsjøene, eller de kan ved dårlig drenering utvikle seg til torvmark og tilfredsstiller da myrdefinisjonen. Oftest har

imidlertid dynetrau vekslings gjennom året mellom rikelig topogen grunnvannstilførsel og uttørring. Tilførsel av mineralmateriale (sand) hindrer jordsmonnutviklingen og dynetrauene har ofte bare et tynt humuslag over dype sandsjikt. Slike dynetrau tilfredsstiller ikke våtmarksdefinisjonen ('grunnvannsspeil tilstrekkelig nær markoverflaten til å betinge forekomst av organismer som er tilpasset liv under vannmettede forhold eller som krever god og stabil vanntilgang') og blir derfor å betrakte som fastmark, oftast fuktmark (trinn A2 langs vannmetningsgradienten for marksystemer, se **NiN BD 4: F1**). Dynetrau finnes oftest i indre deler (landsida) av sanddynesystemer (Fig. 4).

B2e Nøkkelpunkt 4b: Gruppe fastmarkssystemer

Med **fastmark** menes mark som som ikke faller inn under definisjonene av saltvannssystemer, fjæresone, ferskvannssystemer eller våtmark.

Kommentar 1 – Avgrensning mot andre grupper av økosystem-hovedtyper. Kriterier for avgrensning mot andre grupper av hovedtyper er drøftet i kommentarer til de øvrige hovedtypene (mot fjæresonen i **B2b** kommentar 1, mot ferskvannssystemer i **B2c** kommentar 1 og mot våtmarkssystemer i **B2d** kommentar 3).



C Inndeling av saltvannssystemer i økosystem-hovedtyper

C1 Nøkkel til hovedtypene

1	Konstruert saltvannsbunn	
1	Natur-saltvannsbunn	2
2(1)	Utstrømningsområder (<i>vents and seeps</i>)	
2	Områder med andre bunnforhold	3
3(2)	Algegytjebunn (tarekirkegårder)	
3	Områder med andre bunnforhold	4
4(3)	Koralldominert bunn	5
4	Områder med andre bunnforhold	6
5(4)	Korallrev-bunn	
5	Korallskogsbunn	
6(4)	Fast bunn	7
6	Mellomfast og løs bunn	11
7(6)	Saltvannsbergvegger og -grotter	
7	Annen fast bunn	8
8(7)	Fast afotisk normal saltvannsbunn	
8	Fast eufotisk normal saltvannsbunn	9
9(8)	Ekstrem-energi fast saltvannsbunn (uten levedyktige tang- eller tarepopulasjoner)	
9	Annen fast saltvannsbunn	10
10(9)	Tareskogsbunn	
10	Annen fast eufotisk normal saltvannsbunn	
11(6)	Mellomfast bunn	12
11	Løs bunn	13
12(11)	Mellomfast eufotisk saltvannsbunn	
12	Mellomfast afotisk saltvannsbunn	
13(11)	Permanent anoksisk løs saltvannsbunn	
13	Løs bunn som periodevis tilføres oksygen	14
14(13)	Løs eufotisk normal saltvannsbunn	
14	Løs afotisk normal saltvannsbunn	

C2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene

C2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert saltvannsbunn

Konstruert saltvannsbunn (Fig. 5) omfatter saltvannsbunn framkommet ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige bunnen, eventuelt også erstatning av denne med ny bunn med nye livsmedier. Det finnes et stort mangfold av konstruert mark/bunn med stor spennvidde i graden av forskjellighet fra systemer med naturlig bunn.

2

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet konstruert bunn.
Konstruert bunn/mark er definert i NiN BD 2: D3d.



Fig. 5. Konstruert saltvannsbunn og konstruert fjæresonebunn, eksemplifisert ved et havne- og verftsområde (Kaldnes, Tønsberg, Vestfold).
Foto: Rune Halvorsen.

C2b Nøkkelpunkt 2: Utstrømningsområder

Utstrømningsområder er svært spesielle marine økosystemer; en samlebetegnelse på områder der det finner sted utstrømming av gasser eller væsker, gjerne med høyere temperatur og under høyere trykk, enn i havvannet ellers på det aktuelle stedet (Fig. 6). Utstrømming er resultatet av geofysiske og/eller geokjemiske prosesser i øvre lag i jordskorpen indre. Stoffproduksjonen (av gasser eller væsker) fører til trykkøkning og trykkavlastning gjennom utslipp på havbunnen gjennom svakhetssoner i berggrunnen. Avhengig av mengden av utstrømningsmateriale, kjemisk sammensetning, temperatur etc. vil utstrømningsområdene framvise stor variasjon.

2

Hvilken rolle kjemoautotrofe organismer spiller i norske marine utstrømningsområder er lite kjent. Utstrømningsområder finnes spredt, men er relativt dårlig kartlagt.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikker av utstrømningsområder. Det kanskje best kartlagte utstrømningsområdet i norske farvann er Håkon Mosbys muddervulkan, et stort utstrømningsområde på Barentsflaket ut for Senja (Troms), ca. 14°44'E og 72°00'N. Her strømmer metan-rik væske (metanhydrat) ut over et område med

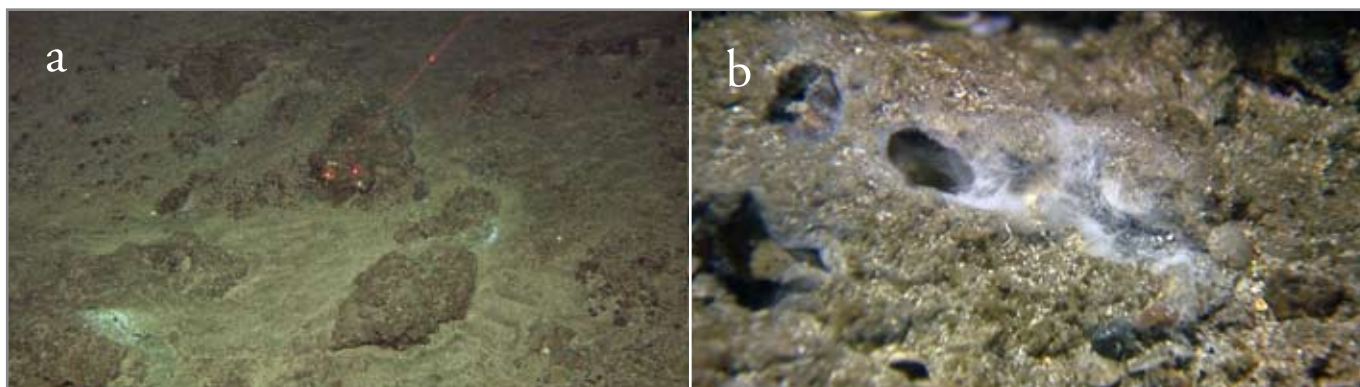


Fig. 6. Bunnen i *utstrømningsområder*. Hvite trådformete bakteriematter (*Beggiatoa* sp.) over mørkebrune karbonatutfellinger (som har fått fargen sin på grunn av sedimentering og påvekst av mikroorganismer). Bildene er tatt på 207 m dyp i Høla utenfor Vesterålen. (a) Oversiktsbilde. Avstanden mellom de to røde laserpunktene er 10 cm. (b) Detaljebilde. Foto: MAREANO, Havforskningsinstituttet.

en utstrekning på over 1 km. Metanhydrat er resultatet av geokjemiske prosesser i jordskorpa; og metanhydratet slipper ut gjennom sprekker i muddervulkanens overflate. Metanhydrat er normalt en ustabil forbindelse, men på grunn av høyere temperatur og trykk er den stabil over et større område. Metanhydratbunnen inneholder særpregete samfunn, blant annet med kjemoautotrofe bakterier.

Den best kjente typen av utstrømningsområder er såkalte 'pockmarks' (koppear), som dannes av erosjon fra gass eller vann som lekker opp fra havbunnen. Pockmarks ble beskrevet fra norske havområder for første gang i 1981 (Hovland 1981), men er seinere beskrevet fra store deler av den norske kontinentalsokkelen, samt i enkelte fjorder. Mikrobiologiske og kjemiske prosesser i disse oppkomene fører til dannelse av kalsiumkarbonatskorper (Fig. 6) som fungerer som substrat for hardbunnsorganismer.

Følgende linker inneholder utfyllende informasjon om utstrømningsområder: <http://www7430.nrlssc.navy.mil/7432/hydrates/mosby.htm>, http://www.arctic.noaa.gov/essay_vogt.html, http://www.ngu.no/filearchive/91/presentation_sejrup.pdf.

C2c Nøkkelpunkt 3: Algegytjebunn

Algegytjebunn omfatter saltvannsbunn som regelmessig tilføres organiske sedimenter, alger og organiske partikler. Algegytjebunn kan forekomme både over og under kompensasjonsdypet, men på grunn av den spesiell typen løst substrat som algegytjebunnen representerer, vil organismesamfunnet hovedsakelig bestå av heterotrofe organismer (for eksempel amfipoder) som, liksom i deponier av organisk materiale på land (som for eksempel driftvoller), forestår en mer eller mindre langsom nedbrytning ('kompostering'). Algegytjebunnen inneholder spesielle, sannsynligvis dårlig kjente, men artsrike organismesamfunn der blant annet flerbørstemark og krepsdyr er viktige.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikker av algegytjebunn. Betingelser for forekomst av algegytjebunn er drøftet i NiN BD 6: Artikkel 20 der algegytjebunn

behandles som ett av sju økoklinuttrykk for akkumulering av organisk materiale (økoklinen AO; se NiN BD 4: E1). Algegytjebunn dannes når tilførselen av organisk materiale (algedetritus) er høy, topografien fremmer akkumulering av det tilførte materialet framfor videretransport blant annet fordi vannets bevegelsesenergi er lav (slik at det sedimenterte materialet ikke fjernes) og/eller forholdene for nedbrytning er dårlige av andre grunner (for eksempel lavt oksygeninnhold). Algematerialet kan dels stamme fra tareskogen – taren er bladfellende (kaster bladene hvert år) – dels fra oppblomstring av planktonalger ('bathypelagisk marin snø'; Tunnicliffe & Juniper 1980). Organisk materiale kan også tilføres ved avrenning fra land. Det er vist, blant annet fra Stillehavskysten utenfor California, at taredetritus særlig samler seg i canyoner på havbunnen og der gir opphav til dyresamfunn som er mer artsrike enn utenfor canyonene (Vetter & Dayton 1999). Det er også vist at oppblomstring av planktonalger kan gi opphav til store mengder detritus som kan akkumuleres på havbunnen (Riemann 1989).

C2d Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom koralldominert bunn og annen saltvannsbunn

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet koralldominert bunn. Koralldominert bunn betyr bunn dominert av koraller, enten steinkoraller hvis kalkskelett bygger opp et korallrev, eller hornkoraller i bestander som er så tette at samfunnene får en karakteristisk tredimensjonal struktur og økosystemene får stort nisjemangfold og stort arts-mangfold, liksom skogsmark i landsystemer (NiN BD 6: Artikkel 4), tareskogsbunn (C2k) og ålegrasenger (C2q kommentar 1). Nøyaktig hvor tett forekomst av hornkoraller skal måtte til for at et område skal kunne karakteriseres som koralldominert, må defineres.

C2e Nøkkelpunkt 5a: Korallrev-bunn

Korallrev-bunn er særpregete økosystemer, bygd opp av samfunnsdannende steinkorallers kalkskelett. *Lophelia pertusa* er den eneste revdannende korallen i norske farvann (Fig. 7). Disse revene

betegnes kaldtvannkorallrev da de forekommer i langt kaldere vann enn de eufotiske revene i varmere strøk. Den komplekse romlige strukturen korallrevene har, og deres langlevethet (de eldste delene av norske korallrev er datert til rundt 9 000 år) gjør dem til svært artsrike økosystemer. Imidlertid er det ingen av artene som er funnet på norske *Lophelia*-rev som ikke også er kjent fra andre økosystemer. Norske korallrev er, i motsetning til tropiske korallrev, kaldtvannskorallrev, som ikke er avhengig av lys. I norske farvann finnes korallrev i den afotiske sonen, på dyp fra 40 m (i Trondheimsfjorden) til om lag 600 m, begrenset nedad av de kalde dyphavsvannmassene.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikkk av korallrev-bunn i norske farvann. De fysiske betingelsene for forekomst av korallrev(-bunn) er fortsatt mangelfullt kjent og hittil har det ikke vist seg mulig å predikere (modellere) forekomsten av korallrev på grunnlag av fysiske miljøvariabler. Sannsynligvis er en kombinasjon av faktorer som temperaturforhold, strømforhold, helning etc. viktige. Fra Røstrevet og Sularyggen er det kjent at revene ofte opptrer på mindre forhøyninger på havbunnen – enten på langstrakte morenerygger (dannet av isbreavsetninger) eller på flankene av isfjellpløyemerker som står litt opp fra havbunnen.

Kaldtvannskorallen *Lophelia pertusa* trives best i vann med temperaturer på 6–8°C. Kaldtvannskorallrevene vokser seint, fra noen få millimeter til maksimum to centimeter i året. De norske forekomstene av kaldtvannskorallrev er de største som er kjent i verden, men havbunnen er dårlig kartlagt og kunnskapen om forekomst og utbredelse av korallrev (og andre naturtyper på havbunnen) er fortsatt svært begrenset. Det revkomplekset (område hvor enkeltrevene ligger så tett at de omtales som ett rev, på samme måte som 'The Great Barrier Reef') som er kjent fra norske farvann er Røstrevet, som ble oppdaget i 2002. Røstrevet ligger på 300–400 meters dyp omtrent 100 km vest for Røst, er om lag 35 km langt og 3 km bredt, og har et flateinnhold på rundt 100 km². Korallrevene er sårbare for fysisk skade, først og fremst fra fiskeredskaper (bunntråling), som kan ha skadet så mye som halvparten av norske korallrev.

Kommentar 2 – Avgrensning av korallrev-bunn fra ko-

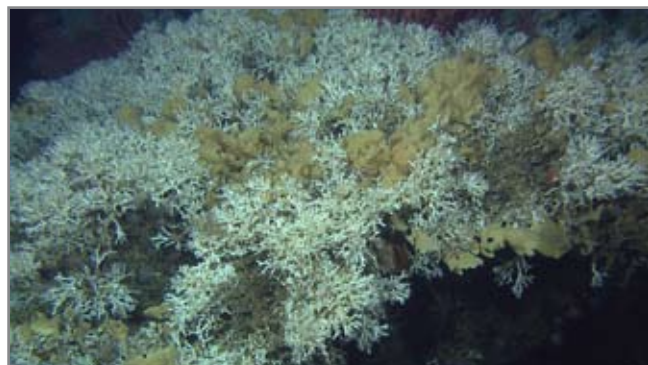


Fig. 7. Korallrev-bunn bygget opp av kalkskjelettet til steinkorallen *Lophelia pertusa*. Malanggrunnen utenfor Troms. Foto: MAREANO, Havforskningsinstituttet.

allskogsbunn. Hornkorallene har ikke massivt kalkskjelett slik som steinkorallene, og gir ikke opphav til et spesielt bunnsubstrat slik som steinkorallene. Ifølge kartleggingshåndboka for marine naturtyper (Anonym 2007) finnes hornkoraller både på korallrev-bunn og på annen hardbunn. Korallskogsbunn omfatter hornkoralldominerte samfunn på annen hardbunn enn korallrev-bunn, mens hornkoralldominans på korallrev-bunn oppfattes som dominansutforminger av korallrev-bunn (Fig. 8). Hornkoralldominerte økosystemer (korallskogsbunn) har en artssammensetning som bare delvis overlapper med faunaen på korallrev-bunn (Buhl-Mortensen & Mortensen 2004a).

C2f Nøkkelpunkt 5b: Korallskogsbunn

Store hornkorall-arter, først og fremst sjøtø (Paragorgia arborea), men også sjøbusk (Paramuricea placomus) og risengrynkorall (Primnoa resedaeformis), kan danne spesielle økosystemer (korallskoger) på hardbunn, av fiskere kalt 'korallskoger' (Fig. 8; derav navnet 'korallskogsbunn'). Hornkorallene har mange følgearter og, i motsetning til i kaldtvannskorallrev dominert av *Lophelia*, forekommer det mange tette relasjoner mellom organismer i korallskogen. Tettheten av fisk er høyere i korallskog enn på normal hardbunn uten koraller. Det finnes få studier av denne økosystem-hovedtypen.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikkk av korallskogsbunn. Hornkorall-dominerte økosystemer har et stort utvalg av assosierte arter (kommensalister, parasitter og mutualister), som bare delvis overlapper med faunaen på korallrev (Buhl-Mortensen & Mortensen 2004a). Et eksempel på tette relasjoner mellom arter i korallskog er den endoparasittiske copepoden *Gorgonophilus canadensis* (Buhl-Mortensen & Mortensen 2004b). Slike områder er for eksempel kjent fra Øst-Finnmark hvor det ikke finnes dokumenterte korallrev og langs Storegga (MAREANO, Havforskningsinstituttet) og i Trondheimsfjorden (Storm 1901, Strømgren 1970, Snell 1985).

Kommentar 2 – Avgrensning av korallskogsbunn fra korallrev-bunn. Se C2e kommentar 2.

Kommentar 3 – Avgrensning av korallskogsbunn fra andre økosystem-hovedtyper på fast bunn. Korallskogsbunn vil bli definert på grunnlag av en minstetetthet av samfunnsdannende hornkoraller. Dette kriteriet vil skille mot alle andre økosystem-hovedtyper på fast bunn.

C2g Nøkkelpunkt 6: Skillet mellom fast og mellomfast saltvannsbunn

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene fast og mellomfast saltvannsbunn. Inndelingen i fast, mellomfast og løs bunn representerer en tredeling av bunnsystemene i vannsystemer, blant annet på grunnlag av egnethet som substrat for fastsittende organismer. Denne tredelingen, som er grundig drøftet i NiN BD 6: Artikkel 14: C, gjenspeiler variasjon i substratets kornstørrelsesfordeling (økoklinen



Fig. 8. Korallskog, det vil si tette bestander av sjøtre (*Paragorgia arborea*) og andre hornkorall-arter, kan forekomme direkte på hardbunn (økosystem-hovedtype *korallskogs-bunn*). Bildet viser imidlertid kolonier av sjøtre på *korallrev-bunn* (steinkorallen *Lophelia pertusa* kan ses som et gråkvitt teppe på bunnen i bildet). Foto: MAREANO, Havforskningsinstituttet.

KO; se **NiN BD 4: E3**) og vannets bevegelsesenergi (økoklinen BE; se **NiN BD 4: H1**). Skillet mellom fast og mellomfast bunn, som er illustrert i **NiN BD 6: Artikkel 14: Fig. 5**, går der bunnen er fast nok til at substratpartikler under de rådende bølge- og strømforhold ikke utsettes for bevegelse i et omfang som hindrer utvikling og opprettholdelse av en makroflora/fauna dominert av fastsittende individer (tang- og tarevegetasjon). Mellomfast bunn omfatter sand- og grusdominerte (samt sterkt bølgeutsatte og steindominerte) substrater, konsolidert leire og biogene substrater som skjellsand (i vid forstand; skjellsand er et spesialtrinn langs kornstørrelsesøkoklinen KO, se **NiN BD 4: E3**). Felles for de ulike typene mellomfast bunn er at den oppfattes som ugjestmild av de fleste livsformer, på grunn av næringsfattigdom, ustabilitet, og fordi faren for begravning er stor der. Fasittende livsformer vil derfor mangle og artsutvalget begrenses til arter som kan leve i en mikrofilm.

C2h Nøkkelpunkt 7: Saltvannsbergvegger og -grotter

Saltvannsbergvegger og -grotter omfatter mer eller mindre loddrette eller overhengende flater av (fast) fjell samt marine huler og grotter. Bergvegger, overheng og grotter i havet skiller seg fra øvrig hardbunn ved spesielle organismesamfunn som både under og over kompensasjonsdypet er dominert av heterotrofe organismer. Det blir derfor ikke skilt mellom eufotiske og afotiske saltvannsbergvegger og -grotter. Ofte domineres saltvannsbergvegger av dødningshånd (*Alcyonium digitatum*) og ulike sekkedyr, og på vegger der det er sterk strøm kan sekkedyr og andre filtrerende dyr finnes i svært tette ansamlinger.

Kommentar 1 – Avgrensning av saltvannsbergvegger og -grotter mot andre økosystem-hovedtyper på fast bunn krever grundige vurderinger og klare definisjoner. Avgrensningskriterier for tilsvarende landsystemer kan tjene som utgangspunkt; grenseverdien 80° helning mellom bergveg-

ger og bergknauser (se **G2y**, kommentar 1), og grotte som naturlig hulrom under jorden eller i fjell, stor nok til at et menneske kan komme seg inn (for grotter i landsystemer gjelder i tillegg at deler av den ikke blir opplyst av dagslys, men dette er ikke relevant for saltvannsgrotter; se **G2x**).

Sekkedyrssamfunn er ikke unike for saltvannsbergvegger, men kan også finnes på ekstrem-energi fast saltvannsbunn.

Saltvannsbergvegger med dominans av hornkoraller hører til hovedtypen korallskogs-bunn (se **C2d**, kommentar 1, **C2f**).

C2i Nøkkelpunkt 8: Fast afotisk normal saltvannsbunn

Fast afotisk normal saltvannsbunn omfatter all saltvannsbunn under kompensasjonsdypet som ikke eksplisitt inngår i noen av saltvannsøkosystem-hovedtypene for spesiell bunn (utstrømningsområder, korallrev-bunn, korallskogs-bunn, saltvannsbergvegger og -grotter samt ekstrem-energi fast saltvannsbunn).

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene eufotisk og afotisk saltvannsbunn. Eufotisk bunn (produksjonsbunn) omfatter dybder ned til der produksjonen av organisk materiale er mindre enn nedbrytningen (respirasjonen); det komplementære begrepet er afotisk bunn. Bestandsdannende (rød)alger markerer normalt grensa mellom eufotisk og afotisk sone. Begrepene eufotisk og afotisk bunn er inngående drøftet i **NiN BD 4: G4**; eufotisk sone utgjør trinnene 1–3 mens afotisk sone utgjør trinn 4 langs økoklinen DL – dybderelatert lyssvekking i vann.

Kommentar 2 – Drøfting av det faglige grunnlaget for videre oppdeling av afotisk fast normal saltvannsbunn på flere hovedtyper. Afotisk fast normal saltvannsbunn omfatter all saltvannsbunn under kompensasjonsdypet som ikke inngår i hovedtyper for 'spesiell bunn'. Variasjonen i økosystemer på fast bunn på større dyp enn kompensasjonsdypet er lite kjent, og det kan ikke ses bort fra at denne hovedtypen ved nærmere undersøkelser kan vise seg så heterogen, både med hensyn til artsmangfold og miljøforhold, at det vil være hensiktsmessig å dele den videre opp.

C2j Nøkkelpunkt 9: Ekstrem-energi fast saltvannsbunn

Ekstrem-energi fast saltvannsbunn omfatter fast saltvannsbunn (stein- og blokkdominert samt fast fjell) som regelmessig er i kontakt med vann med svært sterk bevegelsesenergi, slik at alger (tang- og tarearter) ikke vil kunne dominere. De hyppigst forekommende samfunnene på bunn med svært høy energi er sekkedyrsamfunn og mikrofilm. Sjøl de kraftigste tidevannsstrømmene langs norskekysten, som for eksempel Saltstraumen i Nordland, kjennetegnes ved rikelig forekomst av alger slike som butare (*Alaria esculenta*). Fordi strøm ikke alene er tilstrekkelig til å



betinge forekomst av ekstrem-energi fast saltvannsbunn, anses hovedtypen å være begrenset til den eufotiske sonen. Miljøforhold typisk for ekstrem-energi fast saltvannsbunn avtar raskt med dypet.

Kommentar 1 – Utfyllende beskrivelse av ekstrem-energi fast saltvannsbunn. Ekstrem-energi fast bunn forekommer på steder som er utsatt for svært sterk bølgevirkning (eksponerte klippekyster). I slike områder er bølgeslagene så kraftige at bare svært eksponeringstolerante arter slike som for eksempel rur (*Balanus* spp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) klarer seg.

Kommentar 2 – Avgrensning mellom ekstrem-energi fast saltvannsbunn, tareskogsbunn og annen fast eufotisk saltvannsbunn. Som drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 14: C** (se blant annet **NiN BD 6: Artikkel 14: Fig. 5**), er det nære sammenhenger mellom substratets kornstørrelse, vannets bevegelsesenergi og substratstabiliteten. Fast bunn defineres på grunnlag av substratstabilitet, slik denne kan predikeres av sammenhenger mellom substratets kornstørrelse og vannets bevegelsesenergi (se **NiN BD 6: Artikkel 14: C**). Det er fortsatt noe uklart hvor viktig rolle vannets bevegelsesenergi spiller som forklarende faktor for variasjonen i artssammensetning innenfor fast saltvannsbunn langs en gradient fra tareskog via annen fast eufotisk saltvannsbunn til ekstrem-energi fast saltvannsbunn, men Rinde et al. (2004, 2006) trekker ei grense for modellert tareskog ved grensa mellom middels eksponerte og eksponerte områder, som svarer til grensa mellom BE-trinn 4 *middels energi* og 5 *sterk energi* (jf. **NiN BD 4: H1**). Ved for høy bevegelsesenergi blir de samfunnsdannende tareartene ute av stand til å kolonisere substratet og/eller opprettholde levedyktige populasjoner. I slike områder finnes relativt eksponeringstolerante brun-, grønn- og rødalger; arter som går lengst i retning av ekstrem-energi hardbunn er butare (*Alaria esculenta*), *Prasiola stipitata*, *Porphyra* spp., *Spongomorpha* spp., *Acrosiphonia* spp., *Fucus distichus*, *Callithamnion sepositum* (Vestlandet og nordover), *Mastocarpus stellatus* og *Corallina officinalis*. Rur (*Balanus* spp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) er blant de mest eksponeringstolerante artene, som også kan finnes der algene må gi tapt (grensa mellom BE-trinn 5 *sterk energi* og 6 *svært sterk energi* (jf. **NiN BD 4: H1**). Det synes imidlertid å være mange faktorer som avgjør hvilke arter (og samfunn) som dominerer på fast bunn, og som gjør at økosystem-type ikke entydig kan predikeres på grunnlag av bevegelsesenergi (eller andre miljøforhold) alene (Rinde et al. 2004).

Tareskogsbunnen har også ei grense mot mer stabil, sedimentasjonsutsatt bunn, der økosystem-hovedtypen annen fast eufotisk normal saltvannsbunn normalt vil kunne forekomme (Fig. 9). Denne grensa er trukket mellom trinn 3 (svak energi) og trinn 2 (meget svak energi) langs økoklinen BE. Samfunnsdannende tangarter (og rødalger) har en videre utbredelse mot dypet enn tare-artene i forhold til dyp/innstråling [økoklinen DL

– dybderelatert lyssvekking i vann (DL); trinn 3; **NiN BD 4: G4**], og tangarter kan dominere også på SA-trinn 4 salt, med redusert saltinnhold (18–30 ppt) langs salinitetsøkningen (**NiN BD 4: D3**) mens de store tareartene er begrenset til normalsalt vann (> 30 ppt; SA trinn 5; se Tabell 1). Tareskogsbunnens forekomstområde i forhold til økoklinene BE og KO (Fig. 9) er det *potensielle* forekomstområdet for tareskogsbunn; også innen dette potensielle området kan tangsamfunn (og andre samfunn) forekomme. Tabell 1 oppsummerer noen vanlige samfunnsdannende brunalgers amplitude langs viktige økokliner.

Tareskogsbunn og annen fast eufotisk normal saltvannsbunn skiller seg ved ulike assosierte samfunn (påvekstsamfunn og frittlevende arter). Disse ulikhetene skyldes både forskjeller i levebetingelser (differensiering langs viktige økokliner som BE), men også at ulike samfunnsdannende algearter bidrar til forskjeller i habitatstruktur (Fredriksen et al. 2005).

C2k Nøkkelpunkt 10a: Tareskogsbunn

Tareskogsbunn omfatter bunnøkosystemer som bærer tareskog eller som representerer en tilstandsutforming av tareskog (for eksempel som resultat av nedbeiting). Tareskog er et sammenhengende område dominert av tare-arter, med areal større enn 100 m² og bredde større enn 5 m. Tareskogsbunn forekommer i vann med normal salinitet (> 30 ppt) på fast bunn med svak til middels energi.

3

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av tareskogsbunn i norske farvann.

Tareskoger finnes på fast bunn med svak til høy energi langs hele norskekysten. Det er først og fremst stortare (*Laminaria hyperborea*) som forbindes med tareskoger (Fig. 10a). Stortare danner tette skoger av 1–3 m høye planter bestående av en stiv, lang stilk som bærer ett blad. Også sukkertare (*Laminaria saccharum*) og andre tarearter som fingertare (*Laminaria digitata*), butare (*Alaria esculenta*) og draughtare (*Saccorhiza polyschides*) kan imidlertid danne tette skoger, og skogene kan også være blandingsskoger som består av to eller flere arter. Sukkertaren har en kortere stilk enn stortare (20–30 cm lang). Stilken bærer et blad som kan bli over 2 m langt. Sukkertareskogene ser derfor mer ut som store avlange blader som dekker bunnen. Stortare og sukkertare har ulike krav til vannbevegelsesenergi og dominanstypene svarer derfor også til ulike bunntyper innenfor hovedtypen (se **NiN BD 5: C8**). Stortare finnes der det er god vannbevegelse forårsaket av strøm og bølger mens sukkertare trives under mer beskyttede forhold, og forekommer typisk i skjærgården litt inn i fjordmunningene. Stortareskogene er best utviklet fra Lindesnes til Finnmark, og er aller frodigst i Midt-Norge. Tareartene og mange assosierte arter er avhengig av brukbar lystilgang og tareskog finnes derfor fra grensa mellom saltvannssystemer og fjæresø-

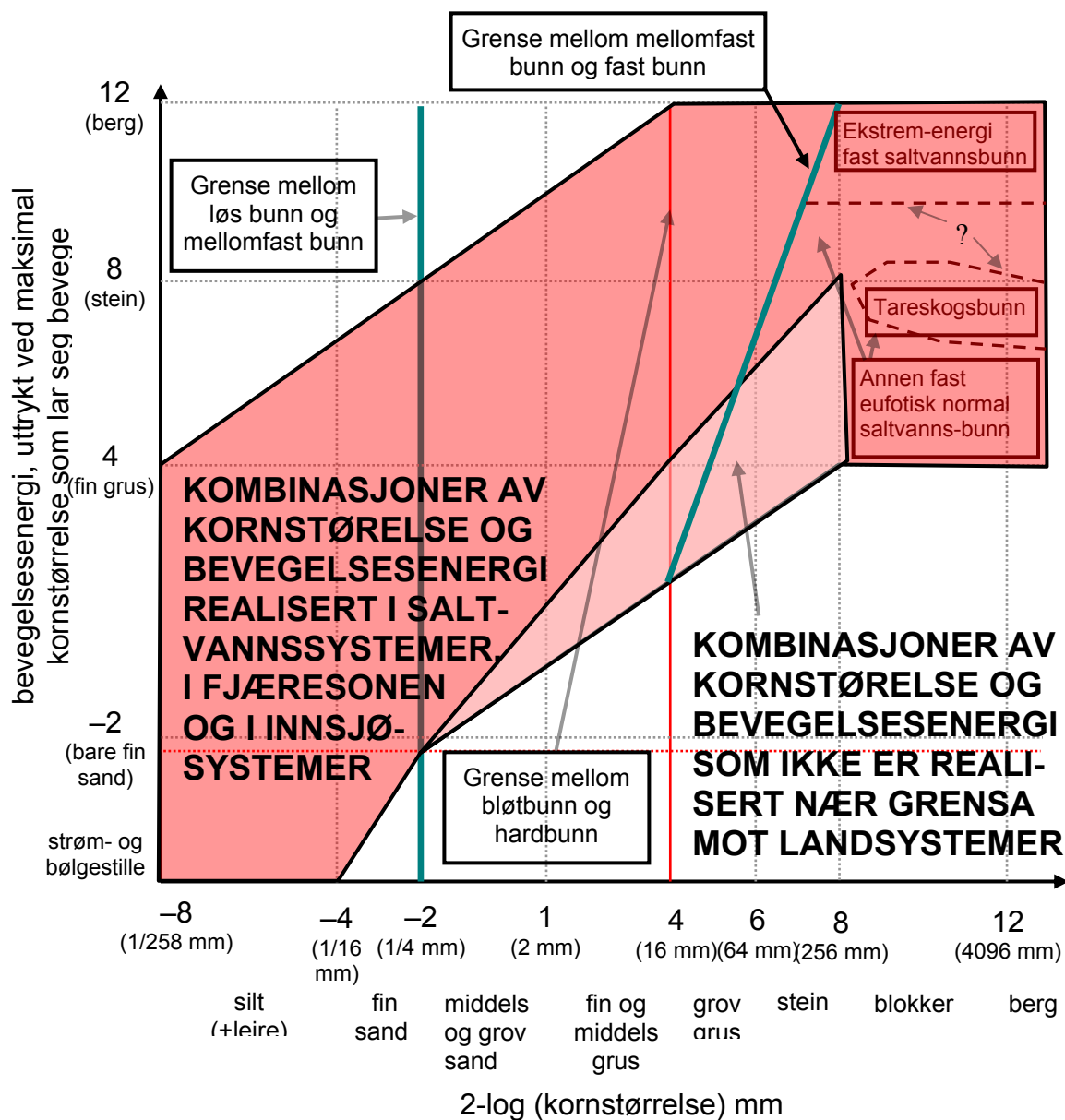


Fig. 9. Forekomst av ulike økosystem-hovedtyper på fast saltvannsbunn i relasjon til vannets bevegelsesenergi (BE) og kornstørrelse (KO), markert med mørkerøde linjer. Figuren tar utgangspunkt i NiN BD6: Artikkel 14: Fig. 5 som i sin tur er basert på en analogi til Hjulstrøm-figuren (NiN BD 6: Artikkel 14: Fig. 3). Realiserte kombinasjoner av bevegelsesenergi og kornstørrelse er markert som fargete felter. Grensene mellom hardbunn og bløtbunn, og mellom fast, mellomfast og løs bunn er også markert.

nen ned til et sted mellom 15 og 30 m dyp avhengig av vannkvaliteten (nedre grense mellom trinn 2 og 3 langs økoklinen DL – dybderelatert lyssvekking i vann).

Tareskogene er blant de mest produktive systemene på jorda, og nye produksjonsmålinger fra Midt-Norge viser en årlig produksjon opp til 3 kg karbon pr. m² (Abdullah & Fredriksen 2004). Dette tallet er oppsiktsvekkende høyt og tilsvarer ca. 25 kg plantemateriale pr. m² og år. I tillegg til taren kommer påvekstorganismer (blant an-

net rødalger som vokser som epifytter på tarenes stilk). Totalproduksjonen er større enn på dyrket mark på land. Det potensielle arealet av (tang- og) tareskoger langs norskekysten er anslått til å være på størrelse med arealet dyrket mark på det norske fastlandet, så tareskogene har stor betydning produksjonen i kystsonen (den ville vært enda større om den ikke hadde blitt redusert av nedslamming og nedbeiting).

Tareskogene har mange fellestrekk med skogsmarka



Tabell 1. Amplitude for noen vanlige samfunnsdannende brunalger langs tre viktige økokliner. BE – (vannets) bevegelsesenergi (2: meget svak energi, 3: svak energi, 4: middels energi, 5: sterk energi), SA – salinitet [4: salt, redusert saltinnhold (18–30 ppm), 5: normalsalt (30–40 ppm)], OV+DL – oversvømmingsvarighet (i fjæresonen – 6: øvre vannstrand, 7: midtre vannstrand, 8: nedre vannstrand) og dybderelatert lyssvekking (i saltvann; her angitt som nedre dybdegrens i meter innenfor 1: langbølgesonen). Kilder: MarLIN-databasen (<http://www.marlin.ac.uk>); SFTs program for langtidsovervåking av miljøtilstanden i kystområdene av Norge ("Kystovervåkingsprogrammet") og Johansson et al. (1998).

Art	BE	SA	OV+DL
grisetang <i>Ascophyllum nodosum</i>	(2–)3	4–5	OV 6–8
sagtang <i>Fucus serratus</i>	(2–)4	4–5	OV 6–8 ned til 2,7 m dyp i Skagerrak
blæretang <i>Fucus vesiculosus</i>	(2–)4	4–5	OV 6–8 ned til 1,2 m dyp i Skagerrak
spiraltang <i>Fucus spiralis</i>	(2–)4	4–5	OV 6–8
fingerbare <i>Laminaria digitata</i>	(2–)4	5	OV 8 ned til 4,0 m dyp i Skagerrak
stortare <i>Laminaria hyperborea</i>	4	5	1–36 m dyp
sukkertare <i>Laminaria saccharina</i>	(2–)3	4–5	OV 8 ned til 13 m dyp i Skagerrak

på land. Tareskogen er et tredimensjonalt system med stort nisjemangfold og dermed stort artsmangfold både av planter og dyr (se Christie et al. 2003). Planteartsmangfoldet er i sin tur med på å øke mangfoldet av dyrehabitater, og dyr (mest krepsdyr og snegl) utnytter hele det tredimensjonale systemet. Smådyr blir utnyttet av et stort mangfold av fiskearter (Fig. 10b), der særlig unge stadier av torsk (*Gadus morhua*), sei (*Pollachius virens*) og lyr (*Pollachius pollachius*) er tallrike, men også krabbearter, hummerarter og sjøfugl utnytter det rike dyrelivet. Tareskogen stabiliseres blant annet gjennom biologiske reguleringsmekanismer som involverer natur over og under i dybdesoneringen. Snegler og krepsdyr i dette bestander lever stort sett av overskuddet fra planteproduksjonen, og fiskene sørger for å regulere bløt- og leddyr tettheten slik at nedbeiting av taren, som både er leveområde og primærprodusent, unngås.

Flere ytre faktorer bidrar inidlertid til tidvis ustabilitet og stor dynamikk i tareskogene. Tareskoger kan utsettes for store ødeleggelser under stormer, men liksom i skogsmark etter vindfall rekrutteres nye tareplanter raskt. De dominerende tareartene har stor konkurransekraft og hindrer oftest andre arter i å dominere. Tareskogens artsinventar (både av planter og dyr) er tilpasset stadige omskiftninger, og gjenetablert tareskog blir raskt kolonisert av en rekke organismer slik at en 'moden' tareskog igjen er etablert etter 4–5 år. Taretråling resulterer i noen av de samme skadene som storm, men tareskogen regenererer etter tråling slik at bærekraftig høsting synes å kunne finne sted hvert femte år. Det er imidlertid tvilsomt om den gjenvoksende tareskogen blir 'økologisk moden' (det vil si at den regenererer fullstendig eller nesten fullstendig artssammensetning) dersom den tråles igjen etter fem år, og enkelte økologiske effekter av gjentatt trålvirksomhet kan tenkes.

Nedslamming av sukkertareskoger i Skagerrak og langs vestlandskysten og nedbeiting av stortareskog (Fig.

10c) forårsaket av drøbak-kråkebollen, eller den grønne kråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) bidrar også til sterk ubalanse i tareskogsøkosystemet ved å fjerne det første leddet i næringskjeden (taren). Når taren forsvinner, forsvinner også systemets tredimensjonale struktur og hele systemet kan kollapse. Årsakssammenhengene bak disse fenomenene er ikke kjent, og heller ikke studert. Det pågår imidlertid forskning som skal belyse nedslamming og forekomst av (grønn)algematter som sannsynlige årsaker til reduksjon i sukkertare-dominerte tareskoger på Skagerrakkysten. En mulig forklaring er at økende tildekking av bunnen (for eksempel ved nedslamming) hindrer etablering av nye tareplanter slik at tareskogen over tid dør ut. Både tang og tare er avhengig av fast bunn fordi de bare fester seg til 'fjellbunn'. Arealet av tareskog i tilbakegang er ikke kjent, men det er funnet sammenhengende område med at (sukker)tareskog fra Hvaler (Østfold) til Lindesnes (Vest-Agder), og det er sannsynlig at dette fortsetter inn i Sørvestlandet og at det kan dekke flere hundre km². Det er bare sukkertareskogen som er sterkt berørt, mens stortaredominert tareskog langs den samme kystlinjen ikke synes i samme grad utsatt. Dette skyldes sannsynligvis at stortare finnes på lokaliteter med større vannbevegelse, der faren for nedslamming er mindre (se Tabell 1 C2–1, NiN BD 5: C9).

Nedbeiting forårsaket av kråkeboller er et langt mer omfattende problem, som først ble oppdaget for ca. 35 år siden, da høye tettheter av den grønne kråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) nådde store tettheter og beit ned store deler av tareskogen fra Trøndelag til og med Finnmark til det som best kan karakteriseres som en marin ørken. Man tror i dag at 90 % av tareskogen i Finnmark er nedbeitet, og grove estimater antyder at i overkant av 2 000 km² tareskog er i nedbeitet tilstand. Sørgrensa for det nedbeitete området flytter seg nordover og befant seg i 2007 i Brønnøysundområdet (Norderhaug

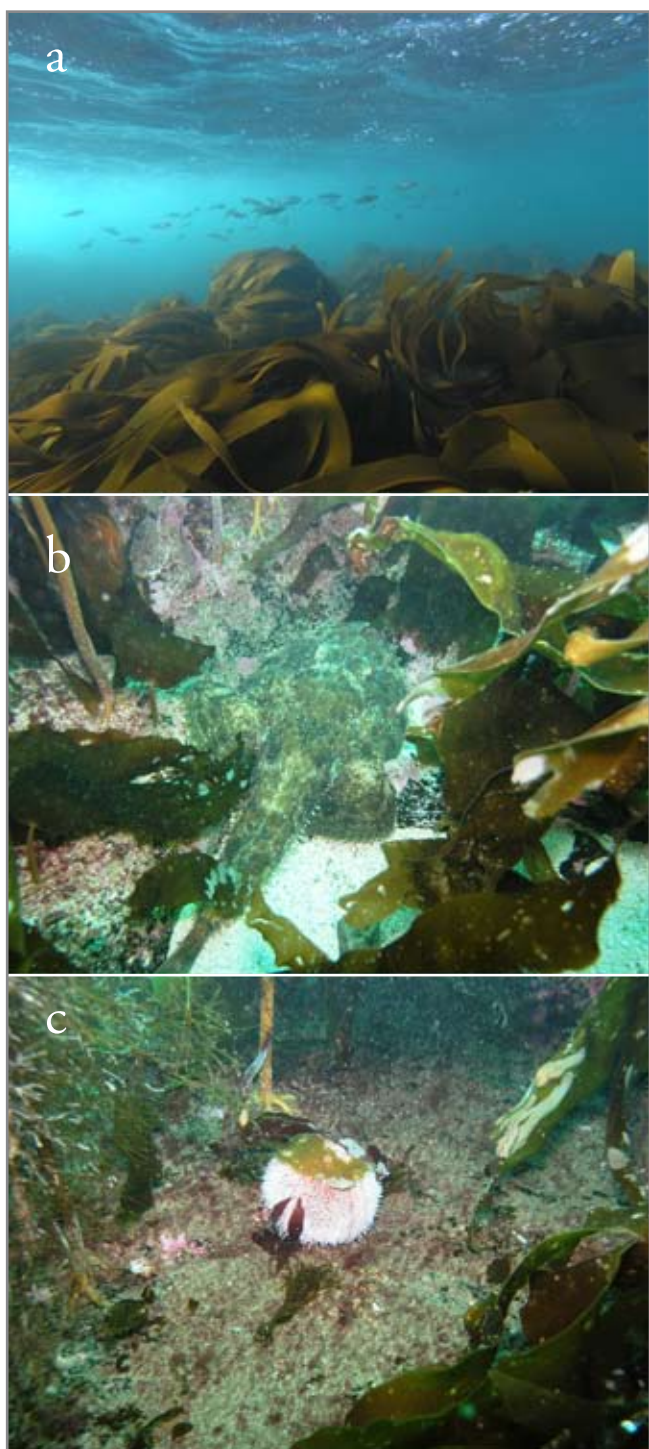


Fig. 10. Tareskogsbunn. (a) Vital tareskog på grunt vann dominert av stortare (*Laminaria hyperborea*). (b) Breiflabb (*Lophius piscatorius*) på bunnen i vital tareskog. (c) Store områder langs norskekysten består av tareskog i en sterkt nedbeitet tilstand. Bildet viser ei kråkebolle (*Echinus* spp.) i delvis nedbeitet tareskog. Foto: Kjell Magnus Norderhaug.

& Christie 2007). Beregninger indikerer at kråkebollebeiting hvert år forhindrer en tareproduksjon på over 20 millioner tonn, det vil si over 100 ganger mer enn det som fanges av taretrålerne, og forårsaker et økonomisk tap (i tareproduksjon og fiskeproduksjon) som kommer opp i milliardbeløp. Årsaken til kråkebolleoppblomstringen for 35 år siden har forblitt ukjent, men tilsvarende fenomener andre steder kan gi hint om mulige forklaringer. På

stillehavskysten av Nord-Amerika førte overbeskatning av sjøoter til et liknende problem, mens modellberegninger har indikert at overfiske av torsk er mest sannsynlige årsak til tilsvarende fenomen på atlantehavskysten (se for eksempel Steneck et al. 2002, 2004). På samme vis kan redusert predator kontroll (fiskebestanden bidrar normalt til kontroll av størrelsen på beitedyrpopulasjonene) være en mulig årsak til overbeiting i den norske tareskogen. I motsetning til mange andre dyr klarer kråkebollene å overleve i høye tettheter på den nedbeita bunnen ved å beite på det som måtte være av mat der. Samtidig som bunnen holdes fri for tare, holdes også alle potensielle fiender og konkurrenter (som normalt holder til i tareskogen) borte. Alt dette stabiliserer og forlenger overbeitingssituasjonen. Men dersom kråkebolletettheten av en eller annen grunn blir tilstrekkelig lav, utvikles ny tareskog. I framtida kan også klimaendringer komme til å påvirke balansen mellom tare og den grønne kråkebollen, fordi sistnevnte er en kaldtvannsart.

Kommentar 2 – Avgrensning av tareskogsbunn mot ekstrem-energi fast saltvannsbunn og annen fast eufotisk normal saltvannsbunn. Se C2j kommentar 2.

C2I Nøkkelpunkt 10b: Annen fast eufotisk normal saltvannsbunn

Annen fast eufotisk normal saltvannsbunn omfatter eufotisk bunn som ikke eksplisitt inngår i noen av saltvannsøkosystem-hovedtypene for spesiell bunn (saltvannsbergvegger og -grotter og ekstrem-energi fast saltvannsbunn) og der vannet har så lav energi og/eller kornstørrelsene er så fine (små stein, grov grus) og/eller saliniteten så lav (under 30 ppt) at tareskog ikke vil finnes. Slik fast bunn vil ofte, men ikke alltid, være dominert av tangarter. Tarearter [for eksempel butare (*Alaria esculenta*) på steder med sterkt energi] kan også inngå, men danner ikke tette tareskoger..

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av annen fast eufotisk normal saltvannsbunn i norske farvann. Denne hovedtypen er negativt karakterisert i forhold til tareskogsbunn, og omfatter betydelig variasjon i dominerende arter, ikke minst fordi den utspenner betydelig variasjon langs viktige miljøgradienter (se NiN BD 5: C10). Tarearter kan danne tette bestander når saltholdigheten er tilstrekkelig (> ca. 18 ppt).

Kommentar 2 – Avgrensning av annen fast eufotisk normal saltvannsbunn mot ekstrem-energi fast saltvannsbunn og tareskogsbunn. Se C2j kommentar 2.

C2m Nøkkelpunkt 11: Skillet mellom mellomfast og løs saltvannsbunn

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene mellomfast bunn og løs bunn. Inndelingen i fast, mellomfast og løs bunn representerer en tredeling av bunnsystemene i vannsystemer, blant annet på grunnlag av egnethet som substrat for fastsittende organismer. Denne tredelingen, som er grundig

drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 14: C**, gjenspeiler variasjon i substratets kornstørrelsesfordeling (økoklinen KO; se **NiN BD 4: E3**) og vannets bevegelsesenergi (se økoklinen BE; se **NiN BD 4: H1**). Skillet mellom mellomfast og løs bunn, som er illustrert i Fig. 9; se også **NiN BD 6: Artikkel 14: Fig. 5**, går der det grovkornete substratet som ikke er fast (det vil si stabilt nok til å huse tang- og tarevegetasjon) nok til å huse fasittende livsformer (**mellomfast bunn**) blir fint nok til å konsolideres på grunn av kohesjonskreftene. Ofte finner dette sted når bevegelsesenergien blir lavere og materialtilførselen større og mer stabil. På **løs bunn** kommer fastsittende organismer inn igjen i betydelig omfang (for eksempel ålegrasskoger i grunne saltvannsviker), og forholdene blir gunstige for en rekke gravende livsformer. Grensa mellom mellomfast bunn og løs bunn er tentativt trukket mellom fin og middels sand (dominerende kornstørrelse 1/4 mm), men det er uavklart hvorvidt den heller bør trekkes ved eller nær grensa mellom fin sand og silt (1/16 mm); se **NiN BD 6: Artikkel 14: C**. Mellomfast bunn omfatter sand- og grusdominerte (samt sterkt bølgeutsatte steindominerte) substrater, konsolidert leire og biogene substrater som korallgrus, kalkalgegrus og skjellsand (tre spesialtrinn langs kornstørrelsesøkoklinen KO, se **NiN BD 4: E3**). Felles for de ulike typene mellomfast bunn er at den oppfattes som ugjestmild av de fleste livsformer, på grunn av næringsfattigdom, ustabilitet, og fordi faren for begravning er stor der. Fastsittende livsformer vil derfor mangle, og artsutvalget begrenses til arter som kan leve i en mikrofilm.

C2n Nøkkelpunkt 12a: Mellomfast eufotisk saltvannsbunn

Mellomfast eufotisk saltvannsbunn omfatter alle bunnøkosystemer på mellomfast bunn i saltvann ovenfor kompensasjonsdypet (i den eufotiske sonen), det vil si sand- og grusdominerte (samt sterkt bølgeutsatte steindominerte) substrater, konsolidert leire og biogene substrater som skjellsand og kalkalgegrus.

Kommentar 1 – Avgrensning av mellomfast eufotisk saltvannsbunn mot mellomfast afotisk saltvannsbunn. Eufotisk bunn (produksjonsbunn) omfatter dybder ned til der produksjonen av organisk materiale er mindre enn nedbrytningen (respirasjonen); det komplementære begrepet er afotisk bunn. Bestandsdannende (rød)alger markerer normalt grensa mellom eufotisk og afotisk sone i saltvannssystemer. Begrepene eufotisk og afotisk bunn er inngående drøftet i **NiN BD 4: G4**; eufotisk sone utgjør trinnene 1–3 mens afotisk sone utgjør trinn 4 langs økoklinen DL – dybderelatert lyssvekking i vann. Ettersom mellomfast saltvannsbunn ikke huser fastsittende fotosyntetiserende organismer (alger), vil avgrensningen mot afotisk bunn måtte trekkes på grunn lag av observasjoner på nærmeste beliggende fast bunn.

C2o Nøkkelpunkt 12b: Mellomfast afotisk saltvannsbunn

Mellomfast afotisk saltvannsbunn omfatter alle bunnøkosystemer på mellomfast bunn nedenfor kompensasjonsdypet (i den afotiske sonen), det vil si sand- og grusdominerte (samt sterkt bølgeutsatte steindominerte) substrater (Fig. 11), konsolidert leire og biogene substrater som korallgrus og skjellsand.

Kommentar 1 – Avgrensning av mellomfast afotisk saltvannsbunn mot mellomfast eufotisk bunn. Se **C2n** kommentar 1.

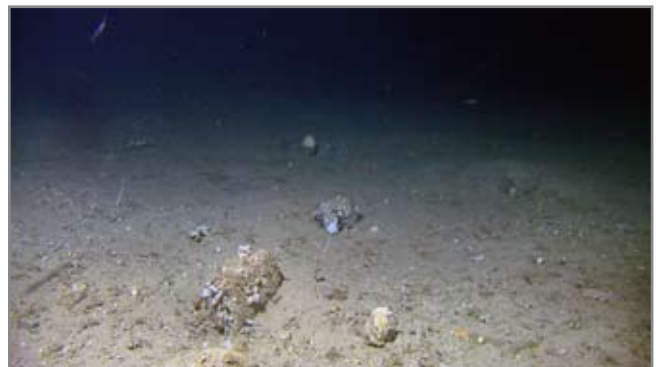


Fig. 11. Mellomfast afotisk saltvannsbunn. Bildet viser noen steiner (opptil 20 cm i diameter) i en matrix av grus (avstanden mellom de to røde laserpunktene er 10 cm). Blant påvekstorganismene finnes et rikt dyreliv av ulike fastsittende organismer så som svamper, sjøanemoner og mosdyr (bryozoa). Foto: MAREANO, Havforskningsinstituttet.

C2p Nøkkelpunkt 13: Permanent anoksisk løs saltvannsbunn

Permanent anoksisk løs saltvannsbunn omfatter bunnøkosystemer i terskelfjorder og andre saltvannssystemer (avsnørte viker, poller etc.), der mangelfull vannsirkulasjon fører til sedimentasjon og dominans av løs bunn som permanent er oksygenfri (anoksiske forhold). Permanent anoksisk løs saltvannsbunn har en særpreget artssammensetning fordi artene må tolerere oksygenfrihet for å kunne leve der. Et klassisk eksempel på en fjord med rikelig forekomst av permanent anoksisk løs saltvannsbunn er Framvaren (Farsund, VA).

Kommentar 1 – Avgrensning av permanent anoksisk løs saltvannsbunn mot løs saltvannsbunn som periodevis tilføres oksygen. Økosystem-hovedtypen permanent anoksisk løs saltvannsbunn representerer trinn 3 langs økoklinen PO – permanent oksygenmangel (**NiN BD 4: E4**). Dette trinn 3, permanent oksygenfrihet, er (tentativt) definert ved at det går mer enn 6 år mellom hver gang oksygen tilføres. Ekspertgruppa har imidlertid diskutert alternative kriterier (for eksempel 50 år), men avventer grundigere vurdering av kunnskapsgrunnlaget (se **NiN BD 4: E4** kommentar 3). Det er imidlertid uklart om det finnes kunnskap om betydningen av tid mellom episodene for



artssammensetningen innenfor det tidsspennet (6–50 år) vi her diskuterer. I henhold til vedtatte definisjoner defineres vann med mindre enn 2 ml O₂/L vann som oksygenfattig. Trinn 3, og økosystem-hovedtypen permanent anoksisk løs saltvannsbunn, karakteriseres derfor for eksempel ved forekomst av < 2 ml O₂/L vann for en lengre periode enn 6 år.

Permanent oksygenfrihet forutsetter forhold der organisk materiale akkumuleres [økoklin AO – akkumulering av organisk materiale; økoklinuttrykk D: akkumulering av tilførte organiske sedimenter på saltvannsbunn; trinn 2: organisk saltvannsbunn (se **NiN BD 4: E1**)].

Kommentar 2 – Drøfting av sirkulasjonssystemer i saltvannssystemer. Inndelingen av havvann i seks vannmasse typer vil bli behandlet i **NiN BD 9**.

Havvannets saltholdighet ligger normalt mellom 30 og 35 ‰ (euhalin, normalsalt; trinn 5 langs salinitetsøkolinene SA; se **NiN BD 4: D3**), men kan lokalt og tidvis være enda høyere, for eksempel i avstengte poller i varme perioder med stor fordampning (saltyrket forhold; trinn 6 langs SA). Saltholdigheten bestemmer temperaturen for havvannets tetthetsmaksimum. Havvann med saltholdighet over 24,6 ‰ (trinn 4, brakt-salt, eller polyhalint vann, og vann med enda lavere saltholdighet; se **NiN BD 4: D3**) har tetthetsmaksimum under null grader og vil, dersom ikke strømvirkning resulterer i miksing av vannmassene, fortsette å synke inntil iskrytaller eventuelt dannes. I kyst- og fjordfarvann utvikles i sommerhalvåret gjerne et sprangsjikt mellom øvre vannmasser med varmere fjord- og kystvann der saliniteten (på grunn av ferskvannstilførsel fra fastlandet og fra Østersjøen) er lav, skarpt skilt fra det tyngre, kaldere og saltvannet. Dette sprangsjiktet er en **pyknoklin**, et tetthetssprangsjikt med skarpe endringer både i temperatur og saltholdighet. I havvann med lavere saltholdighet enn 24,6 ‰ (fjordevann/brakkvann) vil det kunne finne sted en årstidsbestemt sirkulasjon av vannmassene lik den vi finner i ferskvann (kapittel **NiN BD 6: Artikkel 6**), men liksom i innsjøer kan stagnerende bunnvann (meromiksis) også forekomme i fjorder.

I de farvannene NiN skal omfatte, forekommer imidlertid ikke sirkulasjon bare i fjorder der vannet har lav saltholdighet. Såvel i terskelfjorder som langs kysten (og i åpent hav utenfor kysten) svekkes termoklinen utover høsten og vinteren. I perioder med vind- og værforhold som forårsaker kraftig strøm av overflatevann ut i havet (det vil si vind fra land), vil miksing av vannmasser finne sted når saltvann, kaldere bunnvann strømmer innover og oppover som en kompensasjonsstrøm, for å erstatte det utstrømmende overflatevannet.

Som for innsjøer gjør tidsskala-presiseringen av økosystembegrepet (6 år; **NiN BD 2: E1b**, punkt 4) at det stagnerende bunnvannet i fjorder ofte fungerer som et system adskilt fra de sirkulerende vannmassene i grunnere vannlag. Under spesielle forhold vil saltvannsbunn

på steder ved mer eller mindre permanent stagnerende bunnvann lett utvikle oksygenmangel og forekomst av økosystem-hovedtypen permanent anoksisk løs bunn.

C2q Nøkkelpunkt 14a: Løs eufotisk normal saltvannsbunn

Løs eufotisk normal saltvannsbunn omfatter økosystemer på løs saltvannsbunn nedenfor fjæresonen og ovenfor kompensasjonsskjellet, som ikke har permanent oksygenfrihet. Løs eufotisk normal saltvannsbunn forekommer på beskyttede steder (vann som vanligvis har minimal bevegelsesenergi) dominert av silt og leire, med innhold av organisk materiale som kan variere fra nesten fraværende til betydelig. Bunnfaunaen domineres av arter som lever nedgravd i sedimentet (infauna) og arter som lever på bunnen (epifauna). Undervannsenger dominert av karplanter (først og fremst ålegrasenger), som kan ha rik forekomst av assosierte arter (påvekstorganismer og fauna som finner næring og beskyttelse i 'ålegras-skogen'), forekommer lokalt på grunt vann.

Kommentar 1 – Utfyllende beskrivelse av løs eufotisk normal saltvannsbunn, og i særdeleshet ålegrasenger. Samfunn dominert av ålegras [*Zostera* spp., først og fremst vanlig ålegras (*Zostera marina*)] utgjør én av tre bunntyper innen løs eufotisk normal saltvannsbunn, men er klart den det knytter seg mest interesse til (se også kommentar 3). Ålegras, som er en av svært få marine blomsterplanteslekter [med to arter i Norge, vanlig ålegras (*Zostera marina*) og dvergålegras (*Zostera noltii*)], forekommer på grunnne områder med bløtbunn, med bevegelsesenergi opp til og med middels (økoklinen BE, trinn 4; se **NiN BD 5: H1**). Ålegras skiller seg ut fra makroalger (tang og tare) ved å ha et underjordisk rotsystem som fester planten til substratet og som planten tar opp næring gjennom.

Ålegras kan danne vidstrakte undervannsenger. Ålegrasenger er svært produktive, og sjøgrasenger regnes som viktige marine økosystemer på verdensbasis. Vanlig ålegras (*Zostera marina*) har 20–50(–100) cm lange blader, mens dvergålegras (*Zostera noltii*) har maksimal bladlengde omkring 20 cm. Vanlig ålegras kan danne bestander også i nedre vannstrand i fjæresonen (økoklinen OV, trinn 8), mens dvergålegras er en sjelden fjæreart. Ålegrasenger som bunntype innen løs eufotisk normal saltvannsbunn har dermed vanlig ålegras som bestandsdannende art.

Undervannsenger dominert av vanlig ålegras finnes fra svenskegrensa til Trøndelag og videre nord til Finnmark. Ålegras vokser normalt i grunnne områder, ned til ca. 8 m dyp, på bunn med 0–10° helning.

Ålegrasenger er produktive samfunn med en primærproduksjon i størrelsesorden 0,5–1,0 kg karbon pr. m² og år. Ålegrasengene huser også en artsrik flora og fauna; det er funnet et artsrikt samfunn av epifytter og assosiert 'fauna' til ålegras (Fredriksen et al. 2005). Ålegrasengene fungerer som skjulested, oppvekstområde og 'spiskam-

mers' for blant annet fiskeyngel og krepsdyr. De er også viktige næringsområder for ender og svaner. Ålegraset binder sedimentene, reduserer erosjonen og stabiliserer substratet i gruntområder. Tette ålegrasbestander reduserer også vannets bevegelsesenergi ved å redusere bølgevirkning og strømhastighet.

Plante- og dyrelivet tilknyttet ålegras var inntil nylig ikke studert i Norge, men nyere undersøkelser (Fredriksen et al. 2005) har vist at ålegrasengene huser en assosiert artssammensetning (flora og fauna) som skiller seg mye fra samfunnene som er knyttet til tangdominert fast bunn og tareskogsbunn. Sju av de 10 beste skilleartene mellom sagtang- (*Fucus serratus*) og ålegrasdominerte samfunn var epifytter (alger som vokser på selve ålegrasplanten). Den vide utbredelsen av ålegras langs kysten gir god grunn til å tro at det er betydelig regional variasjon i flora og fauna tilknyttet ålegrassamfunnene.

Ved eutrofiering øker mengden påvekst alger på ålegraset så mye at ålegrasets egen fotosyntese blir redusert (lysmangel).

Kommentar 2 – Avgrensning av løs eufotisk normal saltvannsbunn mot løs afotisk saltvannsbunn. Eufotisk bunn (produksjonsbunn) omfatter dybder ned til der produksjonen av organisk materiale er mindre enn nedbrytningen (respirasjonen); det komplementære begrepet er afotisk bunn. Bestandsdannende (rød)alger markerer normalt grensa mellom eufotisk og afotisk sone på saltvannsbunn. Begrepene eufotisk og afotisk bunn er inngående drøftet i **NiN BD 4: G4**; eufotisk sone utgjør trinnene 1–3 mens afotisk sone utgjør trinn 4 langs økoklinen DL – dybdere-latert lyssvekking i vann. Løs bunn kan huse fastsittende fotosyntetiserende organismer (karplanter), men disse har, av grunner som er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 14**, høyere lyskrav enn for eksempel rødalger. Nedre grense for alger og karplanter sammenfaller derfor oftest ikke. Avgrensningen mot afotisk bunn vil derfor måtte trekkes på grunnlag av observasjoner (av algebeltets nedre grense) på fast bunn i nærheten.

Kommentar 3 – Drøfting av behovet for videre oppdeling av løs eufotisk normal saltvannsbunn på flere hovedtyper. Ekspertgruppa har drøftet hvorvidt ålegras-enger skal behandles på lik linje med skogsmark (og korallrevbunn, korallskogsbunn og tareskogsbunn), det vil si som økosystemer som på grunn av nøkkelarters strukturerende virkning blir så særpregete at de fortjener status som egen økosystem-hovedtype. Argumenter for å betrakte ålegras-enege som egen økosystem-hovedtype er:

- Ålegras-enege utgjør et særpreget økosystem, med en struktur som minner om tareskogen (påvekstorganismesamfunn, dyresamfunn med nisjedifferensiering grunnet i tareskogens struktur); se kommentar 1.

Motargumenter er:

- Miljøforholdene som betinger forekomst av ålegras-enger er dårlig forstått. Til tross for at det er mulig med ganske høy presisjon å modellere potensielle ålegraslokaliteter, dekker ålegras-enger bare en mindre andel av det potensielle (modellerte) arealet for ålegras-enger innenfor løs eufotisk bunn. For eksempel viser et modellingsstudium foretatt av Rinde et al. (2004) på Aust-Agderkysten at ålegras-enger forekommer på 1–7 m dyp, på beskytta til middels eksponerte steder (bevegelsesenergi opp til og med middels i henhold til trinndelingen av økoklinen BE; se **NiN BD 4: H1**). På mer energieksponte steder forekommer ålegras-enger på relativt flat bunn (< 5°) mens de på beskytta steder (meget svak energi) også kan forekomme på sterkere hellende bunn (inntil 10°). Hele 61% av de kjente forekomstene av ålegras-enger i studieområdet til Rinde et al. (2004) lå mindre enn 75 m fra en modellert ålegras-eng. Ålegras-enger forekom imidlertid bare på en mindre del av arealet for potensiell (modellert) ålegras-eng. Dermed må også andre miljøfaktorer eller andre forhold være avgjørende for når og hvor ålegras-enger faktisk forekommer.

- Ålegras-enege kan være dynamiske, og kommer og går på tidsskalaer som nærmer seg grensa på 6 år for økosystemers (bunn- og marktypers) varighet (**NiN BD 2: E1b** punkt 4). På økosystem-hovedtypenivå bør det settes enda strengere krav til varighet enn på grunntypenivå.

Inntil videre har ekspertgruppa valgt å behandle ålegrasenger på samme måte som helofyttbelte i strandsump-er og eufotisk ferskvannsbuntp, som bunntyper.

C2r Nøkkelpunkt 14b: Løs afotisk normal saltvannsbunn

Løs afotisk normal saltvannsbunn omfatter økosystemer på løs saltvannsbunn nedenfor kompensasjonsdypet (i den afotiske sonen), det vil si på beskyttede steder (vannet har normalt minimal bevegelsesenergi) dominert av silt og leire (Fig. 12), som ikke har permanent oksygenfrihet.

Kommentar 1 – Avgrensning av løs afotisk normal saltvannsbunn mot løs eufotisk normal saltvannsbunn. Se **C2q** kommentar 2.



Fig. 12. Løs afotisk saltvannsbunn. Leirholdig bunn på ca. 350 m dyp (Ingøydypet utenfor Finnmark), med muddersjorose (*Bolocera tuediae*). Ei reke kan også ses i bildet. Foto: MAREANO, Havforskningsinstituttet.



D Inndeling av fjæresonesystemer i økosystem-hovedtyper

D1 Nøkkel til hovedtypene

1	Konstruert bunn/mark i fjæresonen	
1	Naturbunn/mark	2
2(1)	Fjæresone-skogsmark	
	Åpen fjæresone-bunn/mark	3
3(2)	Driftvoll	
3	Andre systemer	4
4(3)	Fast bunn i fjæresonen	5
4	Mellomfast eller løs bunn	6
5(4)	Fjæresone-vannstrand på fast bunn	
5	Strandberg (fjæresone-landstrand på fast bunn)	
6(4)	Stein-, grus- og sandstrand (mellomfast bunn/mark i fjæresonen)	
6	Strandenger og strandsumper (løs bunn i fjæresonen)	

D2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene

D2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert fjæresone-bunn/mark

Konstruert fjæresone-bunn omfatter bunn/mark i fjæresonen framkommet ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige bunnen/marka, eller ved erstatning av denne med ny bunn/mark med nye livsmedier. Det finnes et stort mangfold av konstruert mark/bunn med stor spennvidde i graden av forskjellighet fra systemer med naturlig bunn/mark.

Kommentar 1: Drøfting av begrepet konstruert bunn/mark. Konstruert bunn/mark er definert i NiN BD 2: D3d.

Kommentar 2: Drøfting av det faglige grunnlaget for en egen økosystem-hovedtype for konstruert fjæresone-bunn/mark. Konstruert fjæresone-bunn dekker oftest små arealer; ofte bare et smalt høydeintervall uten horisontal utstrekning (Fig. 5). Det er derfor ikke opplagt hensiktsmessig å betrakte konstruert fjæresone-bunn/mark som egen økosystem-hovedtype. Andre argumenter mot å opprettholde konstruert fjæresone-mark som egen hovedtype er at konstruert bunn/mark i fjæresonen (nesten) ikke fungerer

som næringsmedium, bare som eventuelt festemedium, for organismer i sjøen. Artssammensetningen bestemmes derfor først og fremst av hvor fast bunnen er, uavhengig av om den er 'naturlig' eller konstruert (jf. grunnlaget for hovedinndelingen av saltvanns- og fjæresonesystemer i fast, mellomfast og løs bunn/mark; se C2j kommentar 2 og C2m kommentar 1). Forskjellene i artssammensetning mellom naturmark og konstruert mark er derfor i utgangspunktet små (til forskjell fra konstruert fastmark). Denne forskjellen utviskes også i løpet av kort tid (enhver fergekai eller molo får i løpet av uker eller måneder tilløp til et 'naturlig,' organismeutvalg), fordi artenes spredning er så rask og effektiv. Argumenter for likevel å skille ut egen økosystem-hovedtype for konstruert fjæresone-bunn/mark er at det knytter seg betydelig forvaltningsmessig (og økonomisk) interesse til strandsonen, og at økosystem-inndelingssystemet blir konsistent og mer oversiktlig dersom konstruert mark skilles ut på hovedtype-nivå for alle grupper av økosystem-hovedtyper. Inntil videre er derfor hovedtypen opprettholdt.

D2b Nøkkelpunkt 2: Fjæresone-skogsmark

Fjæresone-skogsmark omfatter all skogsmark i fjæresonen. Fjæresone-skogsmark dekker små arealer og finnes gjerne på beskyttede steder (innerst i grunne vikar etc.) i øvre del av fjæresonen (Fig. 13). Innenfor fjæresone-skogsmark finnes variasjon fra skogsmark som klart faller innenfor definisjonen av våtmark til relativt veldrenert skogsmark.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av fjæresone-skogsmark. Den typiske fjæresone-skogsmarka er 'svartor-strandskog' i tradisjonell terminologi, jf. Kielland-Lund (1981) og Fremstad (1997), se også kapittel NiN BD 6: Artikkel 8: Tab. 1, som kan finnes i geolittoralsonen (derav navnet fjæresone-skogsmark og ikke fjæresone-skogsbunn/mark el.l.; se blant annet NiN BD 2: D2f). Svartor-strandskog forekommer flekkvis langs kysten av Sør-Norge. Svartor-strandskogen utmerker seg ved sporadisk forekomst av halofytter, opp mot øvre grense for fjæresonen. Fjæresone-strandskogen kan være påvirket av driftmateriale (økoklin AO – akkumulering av organisk materiale – økoklinuttrykk F driftvoll dannelse, se NiN BD 4: E1) og kan forekomme over et stort spenn langs økoklinen vannmetning (VM; se NiN BD 4: F1).

Kommentar 2 – Avgrensning av fjæresone-skogsmark mot relaterte økosystem-hovedtyper. Det meste av fjæresone-skogsmarka vil tilfredsstille punktet i definisjonen av våtmark om 'grunnvannsspeil tilstrekkelig nær markoverflaten til å betinge forekomst av organismer som er tilpasset liv under vannmettede forhold eller som krever god og stabil vanntilgang'. Fjæresone-skogsmark vil likevel ikke være våtmark etter definisjonen fordi fjæresonen utelukkes fra våtmarksdefinisjonen (se B2d kommentar 1).

Avgrensning av skogsmark fra åpen mark/bunn er drøftet i NiN BD 6: Artikkel 4.



Fig. 13. Fjæresone-skogsmark. (a) Typisk sonering innerst i grunn, beskytta vik (kile) på Skagerakkysten (S f Hegdekjerr, Eide, Grimstad, Aust-Agder). Til venstre i bildet mudderbunn (økosystem-hovedtype *eufotisk normal saltvannsbunn*) som er skilt fra fjæresone-skogsmark dominert av svartor (*Alnus glutinosa*) til høyre i bildet av et helofyttbelte dominert av takrør (*Phragmites australis*). Takrørbeltet tilhører økosystem-hovedtypen *strandenger og strandsumper*. (b) Vegetasjonen i fjæresone-skogsmark, med blant andre sennegrass (*Carex vesicaria*), fredløs (*Lysimachia vulgaris*) og slyngsøtvier (*Solanum dulcamara*). Foto: Rune Halvorsen.

D2c Nøkkelpunkt 3: Driftvoll

Driftvoller (tangvoller) er økosystemer i øvre del av fjæresonen (øvre geolittoral og supralittoral sone) som opprettholdes permanent eller over en tilstrekkelig lang periode på grunn av en stor og til en viss grad forutsigbar tilførsel av organisk materiale fra havet, som overskrider eller balanserer nedbrytningen eller fjerningen av materiale (mye driftmateriale vaskes vekk igjen eller blåser bort).

4

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av driftvoll.

Driftvollene kjennetegnes ved svært høy nitrogen- og fosfortilgjengelighet. Substratet er mer eller mindre ustabilit bilt som følge av sedimentering av nytt driftmateriale så vel som faren for erosjon av akkumulert materiale. Høyt organisk innhold, oftest mørk farge på driftmaterialet og rask kjemisk nedbrytning gjør at det kan bli svært høye temperaturer i substratet. Viktigere for artssammensetningen er sannsynligvis at driftvollene ofte har gjennomgående høyere substrattemperatur enn normalt i omgivelsene på grunn av varmeproduksjonen ved den kjemiske nedbrytningen. Utsattheten for sedimentasjon og erosjon varierer mye, det samme gjør mengden av tilført driftmateriale. Det er derfor stor spennvidde i driftvolløkosystemenes egenskaper og arealutstrekning. Langs deler av kysten med stor tidevannsamplitude (Midt- og Nord-Norge) kan driftvollene være permanente i en lengde av kilometre langs kysten og ha en betydelig bredde. En serie bilder fra en slik driftvoll er vist i Fig. 14. Den andre ytterligheten med hensyn til størrelse og varighet utgjøres av driftvoll-fragmenter (for eksempel en tang- eller tarevase skylt opp på ei steinstrand der den utgjør en økosystem-del) innenfor et økosystem av en annen hovedtype. Avgrensningen mellom driftvoll som økosystem-type og som økosystem-del blir dermed noe vilkårlig (se kommentar 2).

Artssammensetningen i driftvoller gjenspeiler den

høye forstyrrelsesintensiteten; arter med kort livssyklus og høy reproduksjon dominerer oftest, men store, permanente driftvoller har større innslag av flerårige arter. Mange varmekrevende organismer har relativt 'stabile' populasjoner mye lengre mot nord på/i driftvoller enn i andre typer natur, av karplanter for eksempel åkerdylle (*Sonchus arvensis*), smånesle (*Urtica urens*) og kveke (*Elytrigia repens*). Driftvoller har ofte også en fauna med rik forekomst av varmeelskende insektarter.

Kommentar 2 – Avgrensning av driftvoll fra andre økosystem-hovedtyper i fjæresonen. Kriteriet for forekomst av en driftvoll tar utgangspunkt i torvmarksdefinisjonens mektighetskrav på 30 cm (NiN BD 6: Artikkel 20; se også NiN BD 4: E1). Driftmateriale kan finnes sporadisk og spredt i de fleste økosystem-hovedtyper i fjæresonen (se f.eks. Fig. ##), og et minste areal- og varighetskrav må derfor spesifiseres. I grunnversjonen av økosystem-inndelingen i NiN (NiN BD 2: E1b) er dette kravet 100 m² og 6 års varighet. Det er ikke gjort unntak for driftvoll. Disse kravene er i økende grad oppfylt fra Midt-Norge og nordover, som følge av stor tilførsel av taremateriale fra store tare-skoger utenfor kysten, tidvis sterke stormer som fører driftmaterialet langt opp i fjæresonen, stor tidevannsforskjell, redusert nedbrytningshastighet for det tilførte materialet i det kjøligere klimaet, og forekomsten av en slakt hellende strandflate. De største driftvollene er å betrakte som permanente, og kan dekke arealer opp mot (og over) en km². Strender med driftmateriale knyttet til sanddynesystemer oppfyller ikke disse mektighetskravene, men er likevel biologisk svært karakteristiske og radikalt forskjellige fra resten av fjæresone-systemene på sandsubstrat (hovedtypen stein-, grus- og sandstrand), som er fattige på organisk næring. I slike økosystemer vil derfor driftvoll som økosystem-deler gi svært viktige bidrag til systemenes artsmangfold.



Fig. 14. Driftvoll. (a) Typisk sandstrandsonering fra Midt-Norge og nordover, der permanent driftvoll forekommer øverst i fjæresonen, for eksempel ovenfor en grusstrand (økosystem-hovedtype *stein-, grus- og sandstrand*). (b) Slike permanente driftvoller kan dekke store arealer. Denne driftvollen er dominert av strandrør (*Leymus arenarius*). (c) Spredte karplanter, blant annet strandstjerne (*Tripolium pannonicum*) blant råtnende tang og tare. (d) Tangmelde (*Atriplex prostrata* spp. *prostrata*) over sterkt nedbrutt tang. Osen, Nord-Gutvik, Gutvik, Leka, Nord-Trøndelag. Foto: Rune Halvorsen.

D2d Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom fast og mellomfast/løs bunn

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene fast, mellomfast og løs bunn. Inndelingen i fast, mellomfast og løs bunn representerer en tredeling av bunnsystemene i vannsystemer, vesentlig på grunnlag av egnethet som substrat for fastsittende organismer. Denne tredelingen er grundig drøftet i NiN BD 6: Artikkel 14: C; se også C2j kommentar 2 og C2m kommentar 1.

D2e Nøkkelpunkt 5a: Fjæresone-vannstrand på fast bunn

Fjæresone-vannstrand på fast bunn omfatter fast bunn i vannstrand-delen av fjæresonen, det vil si blokkdominert bunn samt fast fjell som er vanddekt mer enn halve tida. Hovedkriteriet er at substratet ikke beveges, det vil si at blokkene er så store at de er stabile også ved sterkt bølgeslag og sterk strøm. Dette er bunn som spenner over et stort variasjonsspekter for bølgeenergi (eksponeringsgrad), og som kan være dominert av tang-arter eller (ved sterk energi) mangle tangveg-

etasjon. Rur (*Balanus* spp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) er typiske dyrearter (Fig. 15). Hovedtypen dekker oftest små arealer og forekommer som ei smal, men karakteristisk stripe langs store deler av kysten.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av fjæresone-vannstrand på fast bunn.

Algene i vannstrand-delen av tidevannssonen utsettes for ulike typer stress, for eksempel tidvis uttørking, lys (høy innstråling kan føre til fotoinhibering), saltholdighetsvariasjon, og frost og iskuring om vinteren. En generalisering som ofte, men slett ikke alltid (Underwood & Denley 1984), gjelder, er at artenes utbredelse oppover begrenses ofte av fysiske faktorer (for eksempel tørke) mens biologiske faktorer (konkurrans, predasjon) setter deres nedre grenser. Øverst i vannstrandsonen (Fig. 15b) dominerer ofte rur (*Balanus* spp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*). Nedenfor er ulike arter brunalger vanlige, som for eksempel spiraltang (*Fucus spiralis*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*); se Fig. 15d. Hvilke arter som dominerer avhenger av de fysiske forholdene. I tillegg finnes andre makroalger. De vanlige

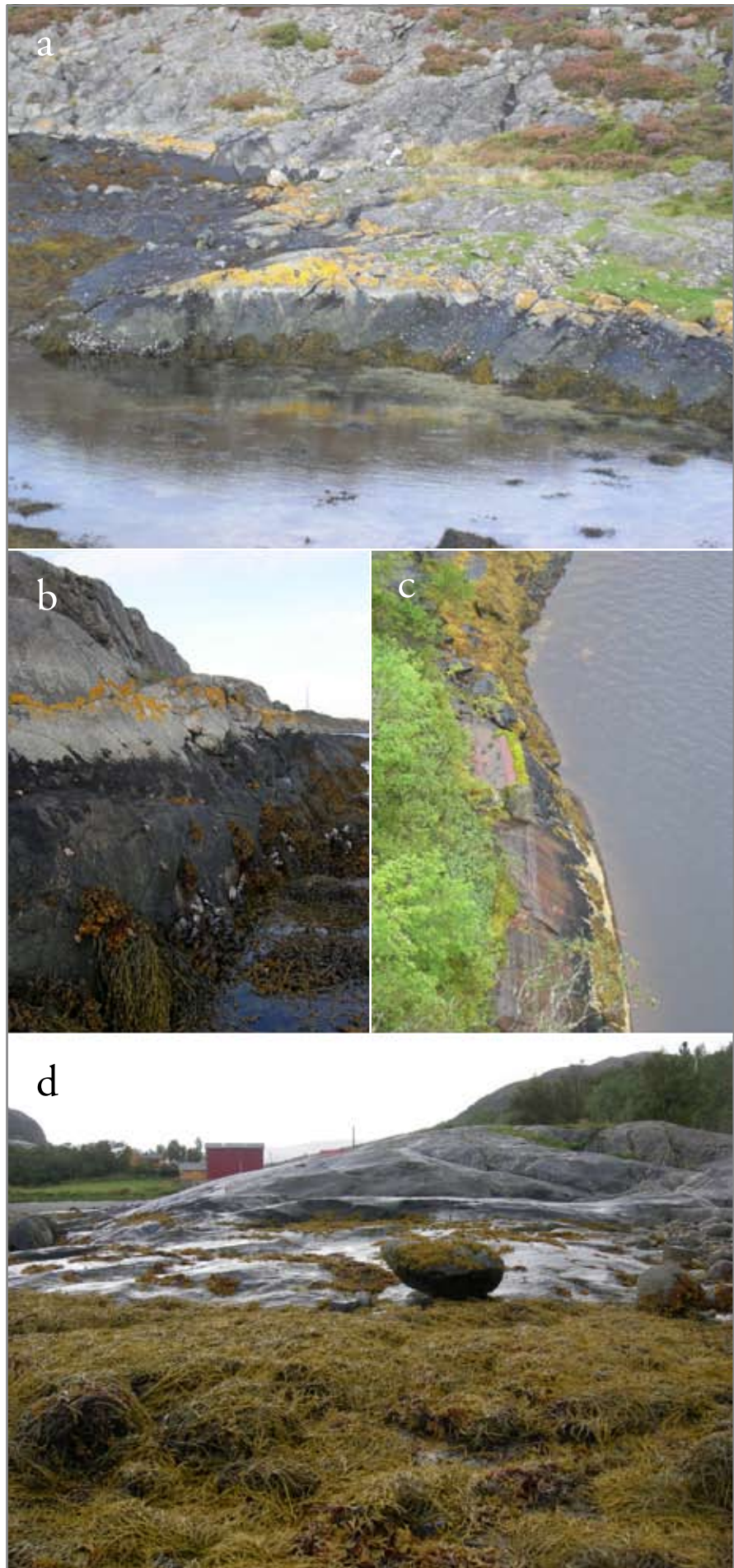


Fig. 15. Karakteristisk sonering i fjæresonen på fast fjell, fotografert ved lavvann. Vannstranddelen av soneringen (økosystem-hovedtype *fjæresone-vannstrand på fast bunn*) domineres av tangarter, blåskjell og rur. Landstrand-delen (økosystem-hovedtype *strandberg*, som strekker seg oppover til nederste grense for lyngarter, her røsslyng (*Calluna vulgaris*), har gjerne en karakteristisk lavsonering med den svarte marebeken (*Verrucaria maura*) nederst og den oransje messinglaven (*Xanthoria parietina*) ovenfor. (a) Sonering fra vannstrand til *bergknaus* ovenfor fjæresonen, med tydelig nedre grense for røsslyng. På strandberget finnes spredte små strandengfragmenter (økosystem-hovedtype *strandenger og strandsumper*) på steder der finmateriale har akkumulert (synlig som grønne flekker i bildet. Strussøya, Bremnes, Bømlo, Hordaland. (b) Detalj fra samme sted med tydelige grenser mellom vann- og landstrand og mellom fjæresone (*strandberg*) og landsystemer (*bergknaus*). (c) Sonering langs den avsnørte fjorden Folda i Nord-Trøndelag, sett fra Foldabrua (Foldereid, Nærøy). Grensa mellom vann- og landstrand er tydelig på bildet. Moser finnes spredt på strandberget. (d) Fjæresone-sonering på relativt beskyttet fjell, sett fra vannsida. Vannstranda er dominert av grisetang (*Ascophyllum nodosum*). Osen, Nord-Gutvik, Gutvik, Leka, Nord-Trøndelag. Foto: Rune Halvorsen.

grønnalgene inkluderer tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.), grønn dusk (*Cladophora* spp.) og havsalat (*Ulva* spp.), rødalger krusflik (*Chondrus crispus*) og vanlig rekeklo (*Ceramium rubrum*).

Kommentar 2 – Avgrensning av fjæresone-vannstrand på fast bunn mot strandberg. Grensa mellom de to økosystem-hovedtypene på fast bunn i fjæresonen trekkes der dominans av fastsittende alger (først og fremst de store tangartene; på vannstranda) erstattes av karplante- og/eller lav- og/eller mosedominans (eller mangel på en dominerende vegetasjon); se Fig. 15. Dette skillet finner omtrentlig sted på overgangen mellom vann- og landstrand (se **NiN BD 4: F2**, økoklinen OV – oversvømmingssannsynlighet, der grensa mellom trinnene 5 og 6 markerer grensa mellom land- og vannstrand), om enn ikke alltid helt nøyaktig på overgangen (Sjørs 1967). På steder uten vegetasjon av fastsittende arter brukes direkte grensa mellom vann- og landstrand som grense mellom hovedtypene.

D2f Nøkkelpunkt 5b: Strandberg (fjæresone-landstrand på fast mark)

Strandberg (Fig. 15) er fjæresone-vannstrand på fast bunn, det vil si fast mark i landstrand-delen av fjæresonen; blokkdominert mark samt fast fjell som er vanddekt mindre enn halve tida (også inkludert bølgeslags- og sjøsprøytsonen, supralittoralsonen). Strandberg spenner over et stort variasjonsspekter for bølgeenergi (eksponeringsgrad). De kan flekkvis huse karplanter, eller karplantevegetasjon kan mangle over større flater dersom berget mangler sprekker eller andre steder der planter kan få fotfeste. Lav-, mose- og/eller algevegetasjon i typiske soneringer [blant annet med blågrønnbakterier som *Calothrix* spp. og den svartfargete laven marebek (*Verrucaria maura*) er praktisk talt alltid til stede]. Ovenfor marebek-sonen er den oransje messinglaven (*Xanthoria parietina*) et karakteristisk innslag (Fig. 15b). Strandberg dekker ofte små arealer, men kan på svært værutsatte steder ha betydelig lineær og vertikal utstrekning (og strekke seg noen titalls meter innover



Fig. 16. Stein-, grus- og sandstrand er et ugjestmildt substrat, oftest karakterisert ved artsfattigdom. (a) Sterkt eksponert rullesteinstrand (foran), skarpt avgrenset fra strandberg som på grunn av sjøsprøyt strekker seg flere titalls meter innover land. Mølen, Berg, Brunlanes, Larvik, Vestfold. (b) Middels eksponert strand dominert av grov sand og fin grus. Bildet viser utløpet av en liten bekk som sprer seg i vifteform utover vannstrand-delen av stranda og danner et 'mini-delta'. Osen, Nord-Gutvik, Gutvik, Leka, Nord-Trøndelag. (c) Sandstrand, tilsynelatende uten liv. Innenfor sandstranda sanddyner (økosystem-hovedtype *sanddynemark*). Brusand, Ogna, Hå, Rogaland. (d) Steinstrand med varierende kornstørrelse, flekkvis med akkumulering av litt finmateriale og små strandengfragmenter. Strandkål (*Crambe maritima*) er en art som kan vokse direkte i stein- og grussubstrat. S f Bredebukt, Jeløy, Moss, Østfold. Foto: Rune Halvorsen.

land; Fig. 16a).

Kommentar 1 – Avgrensning av strandberg mot fjæresone-vannstrand på fast bunn. Se **D2g** kommentar 1.

Kommentar 2 – Avgrensning av strandberg mot fastmarkssystemene bergvegg og bergknaus. Avgrensningen mot alle fastmarkssystemer følger fjæresonens grense oppad, det vil si mellom epi- og supralittoralsonen, se **NiN BD 4: F2** kommentar 3.

D2g Nøkkelpunkt 6a: Stein-, grus- og sandstrand (mellomfast bunn/mark i fjæresonen)

Stein-, grus- og sandstrand (Fig. 16) omfatter alle bunn- og markøkosystemer som faller inn under definisjonen av mellomfast bunn/mark i fjæresonen, det vil si sand- og grusdominerte (samt sterkt bølgeutsatte steindominerte) forstränder og (flekkvis forekommende) nakne skjellsandbanker. Mellomfast bunn oppfattes av de fleste artsgrupper som et ugjestmildt substrat, og hovedtypen karakteriseres derfor først og fremst ved sin artsfattigdom.

Kommentar 1 – Avgrensning av stein-, grus- og sandstrand mot strandberg. Grensa mellom stein-, grus- og sandstrand på den ene siden og strandberg på den andre siden trekkes på grunnlag av definisjonene av mellomfast og fast bunn, ved stabilitetskriteriet (se **C2j** kommentar 2).

Kommentar 2 – Avgrensning av stein-, grus- og sandstrand mot strandenger og strandsumper. Grensa mellom stein-, grus- og sandstrand på den ene siden og løs bunn (se **C2m** kommentar 1 og **NiN BD 6: Artikkel 14: C**), trekkes der det grovkornete substratet som ikke er fast (**mellomfast bunn**) går over til å bli fint nok til å konsolideres. Konsolidering skyldes dels økte kohesjonsskrefter, dels redusert bevegelsesenergi og stabil (og økt) materialtilførsel. I **løs bunn** kommer ofte fastsittende organismer inn igjen i betydelig omfang (for eksempel ålegrasskoger i grunne saltvannsviker), og forholdene blir gunstige for en rekke gravende livsformer. Grensa mellom mellomfast bunn og løs bunn er tentativt trukket i området mellom dominerende kornstørrelser 1/4 mm (mellom middels og fin sand) og 1/16 mm (mellom fin sand og silt) se **NiN BD 6: Artikkel 14: C**.

Betydelige områder i fjæresonen har varierende kornstørrelser, der finere sedimenter forekommer flekkvis mellom større steiner og/eller blokker. Siden de aller fleste levende organismer som finnes slike steder er knyttet til finmaterialet, vil disse områdene typifiseres som strandenger.

Stabiliserte sand-, grus- og til dels også steindominerte substrater i fjæresonen vil over tid kunne akkumulere finmateriale på toppen, som holdes sammen av karplantenes røtter etc. Jorddekt stein- grus- og sandstrand vil bli typifisert som strandenger.

Kommentar 2 – Avgrensning av stein-, grus- og sand-

strand mot fastmarkssystemer. Avgrensningen mot alle fastmarkssystemer følger fjæresonens grense oppad, det vil si mellom epi- og supralittoralsonen, se **NiN BD 4: F2** kommentar 3.

D2h Nøkkelpunkt 6b: Strandenger og strandsumper (løs bunn i fjæresonen)

Strandenger og strandsumper omfatter alle bunn- og markøkosystemer på løs bunn/mark i fjæresonen. Løs bunn i fjæresonen finnes gjerne på steder der vannets bevegelsesenergi er lav (beskytta steder), slik at finmateriale kan akkumuleres eller forhindres fra å bli vasket bort. Fuktig finmateriale har en tendens til å konsolideres til et substrat som gir godt grunnlag for etablert vegetasjon og stabile dyresamfunn. Økosystem-hovedtypen strandenger og strandsumper spenner over betydelig variasjon, blant annet med hensyn til vannmetning og salinitet (synlig blant annet ved sammenlikning mellom Fig. 13a og Fig. 17).

Kommentar 1 – Avgrensning av strandenger og strandsumper mot stein-, grus- og sandstrand. Se **D2g** kommentar 1.

Kommentar 2 – Avgrensning av strandenger og strandsumper mot fastmarkssystemer på naturmark. Avgrensningen mot alle fastmarkssystemer følger fjæresonens grense oppad, det vil si mellom epi- og supralittoralsonen, se



Fig. 17. Typisk strandeng (økosystem-hovedtype *strandenger og strandsumper*), formet blant annet gjennom langvarig beiting. Beitende hester sees i bakgrunnen. Oven, Råde, Østfold. Foto: Rune Halvorsen.

NiN BD 4: F2 kommentar 3.

Kommentar 3 – Drøfting av menneskepåvirkning i strandenger: Er strandenger naturmark og/eller kulturmark? Strandengenes opprinnelse er omdiskutert. Åpne strandenger i større deler av Norge er helt eller delvis betinget av menneskepåvirkning. Strandengenes plassering som naturmark eller kulturmark er drøftet i **NiN BD 2: D3d**, hvor det konkluderes at 'fordi strandengene i utgangspunktet oppsto som naturbunn/mark og kulturpåvirkning kan ha bidratt til å opprettholde dette



naturesystemet (Fig. 17) heller enn å forandre det til et kulturbunn/marksystem med kvalitativt andre egenskaper, finner vi det logisk å behandle dem som naturmark'. Strandenger vil ved landhevning over tid utvikle seg til fastmarkssystemer, såvel naturmark som kulturmark. Mange strandenger har fått en større utstrekning lokalt, og er kanskje også i noen tilfeller oppstått, som følge av kulturpåvirkning (beite, slått). I de aller fleste (eller kanskje alle) tilfeller vil det være umulig å avgjøre om en enkelt forekomst har oppstått og/eller er opprettholdt ved kulturpåvirkning. Det er betydelig tilstandsvariasjon innen strandenger.



E Inndeling av ferskvannssystemer i økosystem-hovedtyper

E1 Nøkkel til hovedtypene

1(2) Konstruert ferskvannsbunn	
1 Naturbunn	2
2(1) Eufotisk ferskvannsbunn (innsjø og elv)	3
2 Afotisk innsjøbunn	5
3(2) Eufotisk organisk ferskvannsbunn	
3 Eufotisk ferskvannsbunn dominert av uorganiske sedimenter	4
4(3) Eufotisk ferskvannshardbunn	
4 Eufotisk ferskvannsbøtunn	
5(2) Afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser	
5 Afotisk normal innsjøbunn	

E2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene

Generell kommentar til hovedtypeinndelingen av ferskvannsbunn. I limnologien er det en lang, sterk tradisjon for å typifisere vannforekomster samlet og ikke bunnen og vannmassene for seg (se **NiN BD 2: D5c**). Til tross for at kunnskapsgrunnlaget for økosystem-typeinndeling av ferskvannsbunnen er mangelfullt, har vi i NiN valgt å typifisere bunnen på økosystem-nivå og vannforekomstene på landskapsdel-nivå (**NiN BD 2: D5c** punkter 1 og 2). Framlegget til inndeling av ferskvannsbunn er tentativt, og det er sterkt behov for bedre data om sammenhenger mellom arters forekomst og bunnens egenskaper.

Solheim & Schartau (2004) opererer med bresjøer og breelver som egne typer av vannforekomster, men skriver at det biologiske kunnskapsgrunnlaget for å skille ut disse er sparsomt. Det er behov for en tilsvarende vurdering for NiNs ferskvannsbunnsinndeling. Foreløpig er ikke bresjøer og breelver trukket inn i framleggene til inndeling av ferskvannsbunn fordi det antas at variasjonen i breinfluerte systemer kan beskrives ved hjelp av de samme økoklinene som øvrige ferskvannssystemer; for elvesystemenes del med referanse til økokliner som kornstørrelse (KO), vannets bevegelsesenergi (BE) og massebalanse (MB); se **NiN BD 6: Artikkel 14: A** for overblikk over (glasi)fluviale prosesser og **NiN BD 6: Artikkel 14: B** for sammenhenger mellom nevnte økokliner.

E2a Nøkkelpunkt 1: Konstruert ferskvannsbunn

Konstruert ferskvannsbunn omfatter bunn i ferskvann framkommet ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige bunnen, eventuelt også erstatning av denne med ny bunn med nye livsmedier. Det finnes et stort mangfold av konstruert ferskvannsbunn med stor spennvidde i graden av forskjellighet fra ferskvannssystemer med naturlig bunn.

2

Kommentar 1: Drøfting av begrepet konstruert bunn.

Konstruert bunn er definert i **NiN BD 2: D3d**.

Kommentar 2: Utfyllende karakteristikk av konstruert ferskvannsbunn. Konstruert ferskvannsbunn omfatter konstruert innsjøbunn (Fig. 18a) og konstruert elvebunn (Fig. 18b). Konstruert innsjøbunn omfatter konstruksjoner som for eksempel havneområder i innsjøer, industri- og damanlegg, veifyllinger, og reguleringssonen i oppdemte innsjøer. Konstruert elvebunn omfatter konstruksjoner som for eksempel forbygninger, industri- og damanlegg, veifyllinger, og reguleringssonen i regulerede vassdrag. Innsjø- og elvebunn som er tørrlagt mer enn 50% av tida skal betraktes som konstruert fastmark (jfr. avgrensningen av ferskvannssystemer mot fastmarkssystemer, se **B2c** kommentar 1).

E2b Nøkkelpunkt 2: Skillet mellom eufotisk og afotisk ferskvannsbunn

Kommentar 1 – Begrepe eufotisk og afotisk ferskvannsbunn. Eufotisk bunn (produksjonsbunn) omfatter dybder ned til der produksjonen av organisk materiale er mindre enn nedbrytningen (respirasjonen); det komplementære begrepet er afotisk bunn. For ferskvannssystemer er begrepe eufotisk og afotisk bunn inngående drøftet i **NiN BD 4: G4** og **NiN BD 6: Artikkel 23**; eufotisk sone utgjør i prinsippet trinnene 1–3 mens afotisk sone utgjør trinn 4 langs den generelle økoklinen DL – dybderelatert lyssvekking i vann. I motsetning til i saltvannssystemer finnes i ferskvannssystemer ingen organismer som er i stand til å utnytte det kortbølgete lyset i DL-trinn 3 (rødalgesonen; **NiN BD 4: G4** kommentar 4). Grensa mellom eufotisk og afotisk ferskvannsbunn blir derfor i stedet blir trukket mellom trinn 2 og 3 (mens skillet mellom trinn 3 og 4 ikke blir lagt til grunn for typeinndelingen av ferskvannsøkosystemer).

Valget av begrepsparet eufotisk – afotisk framfor andre mulige begrepspar er drøftet i **NiN BD 4: G4** kommentar 4.

Eufotisk ferskvannsbunn forekommer både i innsjø- og elvesystemer, mens afotisk bunn er begrenset til innsjøsystemer (**NiN BD 6: Artikkel 5**). Eufotisk bunn forekommer i ferskvann bare i tilknytning til sirkulerende vannmasser (se **NiN BD 6: Artikkel 6**).



Fig. 18. Konstruert ferskvannsbunn. (a) Dam på Elingaard (Onsøy, Fredrikstad, Østfold), foran hovedbygningen på herregården. I dammen tjønnaks (*Potamogeton* sp.), langs bredden sverdlilje (*Iris pseudacorus*). (b) Elver som renner gjennom byer og tettsteder har ofte kunstmarksbunn som derfor tilhører konstruert ferskvannsbunn. Bildet viser Akerselvas nedre løp (Oslo) nedenfor Vaterlands bru. Foto: Rune Halvorsen.

E2c Nøkkelpunkt 4a: Eufotisk organisk ferskvannsbunn

Eufotisk organisk ferskvannsbunn omfatter elvebunn og innsjøbunn med dy eller gytje som hovedsedimenttype og lysinnstråling tilstrekkelig for positiv netto fotosyntese. Den organiske bunnens løse struktur gjør den lite egnet som substrat for fastsittende organismer, og artsmangfoldet som er knyttet til eufotisk organisk ferskvannsbunn er derfor gjennomgående lavt (Fig. 2–3). På dypere vann er nymfeider eneste vokseform av fastsittende karplanter som forekommer noenlunde regelmessig, mens flere arter kan vokse i grunt vann (Fig. 19).

Kommentar 1 – Avgrensning av eufotisk organisk ferskvannsbunn fra eufotisk ferskvannsbunn dominert av uorganiske sedimenter. Akkumulering av tilførte organiske sedimenter på ferskvannsbunn (dy og/eller gytje) er ett av sju uttrykk for variasjon langs økoklinen AO – akkumul-

ering av organisk materiale (AO; se **NiN BD 4: E1**, blant annet Tabell E1–1). Økosystem-hovedtypen eufotisk organisk ferskvannsbunn svarer til trinn 3 (organisk ferskvannsbunn) langs økoklinen (**NiN BD 4: Tabell E1–2**). Kriterier for avgrensning mellom trinn 3 og trinn 2 (ferskvannsbunn med intermediært organisk innhold), som her regnes som dominans av uorganiske sedimenter, er drøftet i **NiN BD 4: E1** kommentar 3 (forslag om 30% innhold av organisk materiale, eventuelt egenvekt på sedimentet $< 1,2 \text{ g/cm}^3$) og **NiN BD 6: Artikkel 20** (begrunnelse for forslag om 30 cm tjukkelse på det organiske laget). Det er stort behov for mer kunnskap om samvariasjon mellom disse tre målbare sedimentegenskapene og artssammensetningen, som grunnlag for operasjonalisering av grensa for organisk ferskvannsbunn (se **NiN BD 4: E1** kommentar 5 punkt 2). Det er også behov for mer kunnskap om sammenhenger mellom organisk innhold i sedimentene og i vannet (AO, økoklinuttrykk G; se **NiN BD 4: E1** kommentar 5 punkt 3).

Kommentar 2 – Drøfting av begrepene dy og gytje. Innledningen av ikke-konsoliderte organiske sedimenter avsatt i vann i dy og gytje er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 12: B**.



Fig. 19. Eufotisk organisk ferskvannsbunn, eksemplifisert ved liten grunn humussjø (dystrof sjø) omgitt av kystlynghei og åpen myr. Vanndybden er bare noen få centimeter, og bunnen har spredt forekomst av bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*). Førehelmo, Hjelme, Øygarden, Hordaland. Foto: Rune Halvorsen.

E2d Nøkkelpunkt 4a: Eufotisk ferskvannshardbunn

Eufotisk ferskvannshardbunn omfatter elvebunn og innsjøbunn med lysinnstråling tilstrekkelig for positiv netto fotosyntese, og dominerende kornstørrelse $> 16 \text{ mm}$. Eufotisk ferskvannshardbunn omfatter derfor såvel fast fjell som blokk-, stein- og grovgrusdominert bunn (Fig. 20). Karplantevegetasjon mangler vanligvis på eufotisk ferskvannshardbunn, men påvekstsamfunn dominert av moser, grønnalger eller dyr (blant annet insekter) kan forekomme.

Kommentar 1 – Avgrensning av eufotisk ferskvannshard-



Fig. 20. Eufotisk ferskvannshardbunn, eksemplifisert ved steindominert bunn i Driva ved Gjora (Romfo, Sunndal, Møre og Romsdal). Foto: Rune Halvorsen.

bunn mot eufotisk ferskvannsbloetbunn. Kriteriene for avgrensning mellom hardbunn og bloetbunn i eufotisk sone i ferskvannssystemer er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 14: C**, og omtalt også i forbindelse med trinndeling av kornstørrelseskoklinen (KO), se **NiN BD 4: E3** kommentar 3. Begrepene hard- og bloetbunn nyttes for bunn med lavt eller moderat (inntil ca. 30%) innhold av organisk materiale (se **NiN BD 6: Artikler 14: C og 20**). Vegetasjon dominert av sumpplanter (helofytter) er normalt betinget av et relativt fint mineralsubstrat (bloetbunn) og en viss innblanding av organisk materiale, og regnes derfor i sin helhet til eufotisk ferskvannsbloetbunn.

Kommentar 2 – Drøfting av bruk av skillet hardbunn/løsbunn som grunnlag for hovedtypeinndeling i ferskvannssystemer og skillet fast/mellomfast/løs bunn i saltvannssystemer. Ulike begrepssett blir benyttet for å hovedinndele saltvanns- og ferskvannssystemer på grunnlag av gradientkompleksene kornstørrelse (KO), vannets bevegelsesenergi (BE) og substratfasthet (se **NiN BD 6:**

Artikkel 14: C og i særdeleshet **NiN BD 6: Artikkel 14: Fig. 5**). Begrunnelsen for dette er at de to gruppene av vannsystemer skiller seg vesentlig med hensyn til nøkkelartsgrupper og de miljøforholdene som betinger forekomst av ulike nøkkelartsgrupper. Nøkkelarter i saltvannsbunnsystemer er fastsittende brun- og rødalger som er avhengig av fast bunn. Disse artsgruppene mangler i ferskvannssystemer, der *både* fast bunn og relativt grov mellomfast bunn (middels og grov grus) framstår som et ugjestmildt substrat der påvekstsamfunn mangler eller begrenser seg til alge-mikrofilm og dyresamfunn. I saltvannssystemer (og i fjæresonen) framstår mellomfast bunn som en relativt veldefinert enhet med ugjestmildt substrat, både fordi slik bunn er betinget av relativt sterk bølgeenergi og fordi fastsittende organismer normalt mangler (for eksempel karplantedominert vegetasjon). I ferskvannssystemer forholder dette seg annerledes. Vegetasjon dominert av helofytter (sumpplanter) forekommer rikelig over et stort spenn av kornstørrelser innenfor mellomfast bunn (fra middels sand til middels grus, det vil si opp til dominerende kornstørrelse 16 mm), og skillet mellom mellomfast og løs bunn (ved kornstørrelse 1/4 mm; se **NiN BD 4: E3** kommentar 3) synes ikke å tre tydelig fram i artssammensetningen i bunn-økosystemene.

E2e Nøkkelpunkt 4b: Eufotisk ferskvannsbloetbunn

Eufotisk ferskvannsbloetbunn omfatter elvebunn og innsjøbunn med lysinnstråling tilstrekkelig for positiv netto fotosyntese, og dominerende kornstørrelse < 16 mm. Eufotisk ferskvannshardbunn omfatter derfor sedimenter dominert av middels eller fin grus, sand, silt eller leire (Fig. 21b). Karplantevegetasjon finnes ofte på eufotisk ferskvannsbloetbunn; dominans av helofytter (Fig. 2, 21a) er typisk (men ikke obligatorisk) i grunt vann.

Kommentar 1 – Avgrensning av eufotisk ferskvannsbloet-

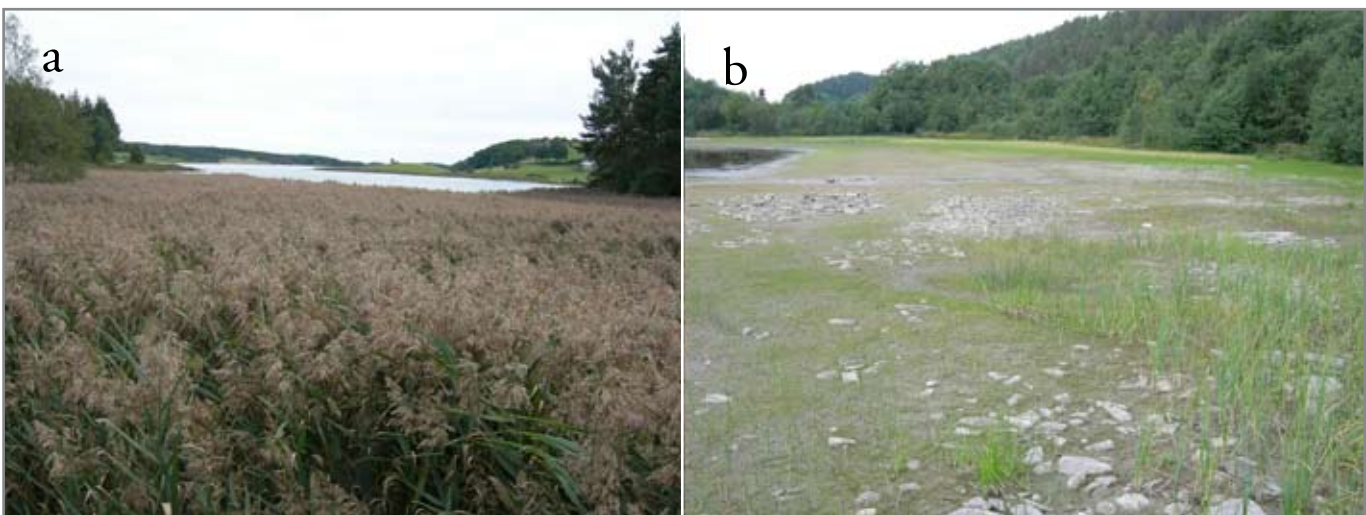


Fig. 21. To eksempler på eufotisk ferskvannsbloetbunn. (a) Breit helofyttbelte med takrør (*Phragmites australis*) som eneste karplanteart. Nord i Hanangervann, Vanse, Farsund, Lista, Vest-Agder. (b) Silt-dominert evje (med spredte steiner) på langgrunn strand langs Snåsavatnet (Hammer, Snåsa, Nord-Trøndelag), fotografert etter en lengre tørkeperiode. Foto: Rune Halvorsen.



bunn mot eufotisk ferskvannshardbunn. Se **E2d** kommentar 1.

innsjøbunn mot afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser. Se **E2f** kommentar 2.

E2f Nøkkelpunkt 5a: Afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser

Afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser omfatter bunnøkosystemer i meromiktiske innsjøer, der mangelen på vannsirkulasjon fører til konstant sedimentasjon og, ikke minst, svært spesielle kjemiske forhold (en rekke ulike typer finnes). Permanent oksygenmangel er typisk for det permanent stagnerende vannet i meromiktiske innsjøer og resulterer, sammen med de spesielle kjemiske forholdene, i artsfattigdom. Meromiktiske innsjøer (og afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser) er sjeldne i Norge.

3

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser og meromiktiske innsjøer. For inndeling av meromiktiske innsjøer, se **NiN BD 6: Artikkel 6**. J. Økland & K. Økland (1998) lister opp et tjuetall meromiktiske sjøer i Norge og gir utfyllende beskrivelser av noen av dem..

Kommentar 2 – Avgrensning av afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser mot afotisk normal innsjøbunn. Økosystem-hovedtypen afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser representerer trinn 3 langs økoklinen PO – permanent oksygenmangel (**NiN BD 4: E4**). Dette trinn 3, permanent oksygenfrihet, er (tentativt) definert ved at det går mer enn 6 år mellom hver gang oksygen tilføres (se også drøfting for permanent anoksisk løs saltvannsbunn i **C2np** kommentar 2). Permanent stagnerende vannmasser i innsjøer kan oppstå av en rekke ulike årsaker (se **NiN BD 6: Artikkel 6**, og er ikke nødvendigvis betinget av akkumulering av organisk materiale [økoklin AO – akkumulering av organisk materiale; økoklinuttrykk E: akkumulering av tilførte organiske sedimenter på ferskvannsbunn; trinn 3: organisk ferskvannsbunn (se **NiN BD 4: Tabell E1**)] slik tilfellet er for permanent anoksisk løs saltvannsbunn.

Kommentar 3 – Drøfting av sirkulasjonssystemer i ferskvannssystemer. Sirkulasjonssystemer i ferskvann er behandlet i **NiN BD 6: Artikkel 6**.

E2g Nøkkelpunkt 5b: Afotisk normal innsjøbunn

Afotisk normal innsjøbunn omfatter økosystemer på større dyp enn kompensasjonsdypet i innsjøer, der sirkulasjon finner sted minst hvert 6. år. Afotisk normal innsjøbunn er gjenstand for konstant sedimentering og består vanligvis av fine sedimenter med varierende organisk innhold.

2

Kommentar 1 – Avgrensning av afotisk normal

F Inndeling av våtmarkssystemer i økosystem-hovedtyper

F1 Nøkkel til hovedtypene

1	Konstruert våtmark	2
1	Natur-våtmark	3
2(1)	Modifisert våtmark	
2	Nykonstruert våtmark	
3(2)	Kilde	4
3	Myr og annen våtmark	6
4(3)	Kildeskogsmark	
4	Åpen kilde	5
5(6)	Kalde kilder	
5	Varme kilder	
6(3)	Myr	7
6	Ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark	8
7(6)	Åpen myr	
7	Myrskogsmark	
8(6)	Arktisk permafrost-våtmark	
8	Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark	

F2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene

F2a Nøkkelpunkt 1: Skillet mellom konstruert våtmark og natur-våtmark

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene konstruert våtmark og natur-våtmark. Begrepene natur-våtmark og konstruert våtmark refererer seg til begrepsapparatet for håndtering av menneskeinnflytelse ved deling i naturmark, kulturmark og kunstmark (som inkluderer konstruert mark); se NiN BD 2: D3d. Mens natur-våtmark er helhetlige systemer med mer eller mindre tydelige spor etter menneskeinnflytelse, omfatter konstruert mark arealer som ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige marka eller ved erstatning av denne med ny mark med nye livsmedier gjennom menneskeaktivitet har blitt vesentlig endret. Konstruert våtmark kan oppstå gjennom irreversible inngrep i natur-våtmark eller ved at våtmark 'anlegges' på arealer tidligere uten våtmarksnatur.

Kommentar 2 – Våtmark i forhold til begrepet kulturmark. Også våtmark preget av langvarig kulturpåvirkning, som for eksempel rike slåttemyrer, skal betraktes som kul-

turpåvirket naturmark (se begrunnelse og drøfting i NiN BD 2: D3d) der variasjon relatert til bruk og tilstand skal beskrives gjennom tilstandsvariabel-systemet.

F2b Nøkkelpunkt 2a: Modifisert våtmark

Modifisert våtmark omfatter våtmarksnatur oppstått fra natur-våtmark ved at den opprinnelige bunnen gjennom irreversibelt inngrep er vesentlig endret. Det finnes et betydelig mangfold av modifisert våtmark med stor spennvidde i graden av forskjellighet fra natur-våtmark.

3

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av modifisert våtmark. Det mest typiske eksempelet på modifisert våtmark er irreversibelt drenert torvmark (Fig. 22). Relativt få år etter grøfting (og forutsatt at dreneringsprosessen er fulgt opp med vedlikehold av grøftene etc.), vil et tidligere torvproduserende torvmarkssystem ha gått inn i en irreversibel torvnedbrytningsfase. Etter hvert kan systemet gå inn i en tilstand der det ikke lenger oversvømmes eller har et grunnvannsspeil tilstrekkelig nær markoverflaten til å betinge forekomst av organismer som typisk er tilpasset liv under vannmettede forhold, og altså ikke lengre tilfredsstiller definisjonen av våtmark. Slike områder vil likevel i overskuelig framtid beholde et umiskjennelig preg av tidligere torvmark, både ved forekomsten av dyp, omdannet torvjord, grøfter og, til dels, et organismesamfunn som i lengre tid vil bevare trekk av våtmarkenes samfunn. Også av hensyn til arealstatistikk og praktisk forvaltning av slike områder, finner ekspertgruppa det hensiktsmessig at irreversibelt drenert våtmark oppfattes som konstruert våtmark etter fullstendig drenering inntil det eventuelt skulle ha nådd en ettersuksjonstilstand med fastmarksskogsmarkas egenskaper, slik at fastmarksskogsmarkas gradientsett er bedre egnet til videre inndeling (om grenseoppgang mellom kultur- og kunstmark på den ene siden og naturmark på den andre siden langs gjenveksts-



Fig. 22. Modifisert våtmark, eksemplifisert ved grandominert myrskogsmark som i betydelig grad er tørrlagt gjennom grøfting, slik at den mer likner en skogsmark på fastmark. Øst for Dæliseterbrakka, Enebakk, Akershus. Foto: Rune Halvorsen.



ksesjonsgradienter, se **NiN BD 2: D3d**).

Kommentar 2 – Avgrensning av modifisert våtmark mot nykonstruert våtmark. Modifisert våtmark har oppstått ved endring av (natur-)våtmark av en eller annen hovedtype, mens nykonstruert våtmark har sin opprinnelse i et naturmarksøkosystem som i utgangspunktet var typifisert til en annen gruppe av hovedtyper enn våtmark.

F2c Nøkkelpunkt 2b: Nykonstruert våtmark

Nykonstruert våtmark omfatter våtmark oppstått gjennom irreversibelt inngrep i mark som ikke tidligere var våtmark.

1

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikkk av nykonstruert våtmark. Nykonstruert våtmark oppstår som følge av endret grunnvannsstand, for eksempel ved permanent oppdemming av vann, ved veibygging etc. Nykonstruert våtmark dekker små arealer, men er så vesentlig forskjellige fra modifisert våtmark at det er hensiktsmessig å skille disse på hovedtype-nivå.

Kommentar 2 – Typifisering av ny våtmark oppstått spontant uten forutgående inngrep. Iblant hender det at ny våtmark oppstår etter spontan naturlig hendelse, for eksempel beveraktivitet. Slik 'spontan naturlig våtmark' faller ikke innenfor hovedtypen nykonstruert våtmark, men må tilordnes andre våtmarkstyper. I de fleste tilfeller vil imidlertid slik våtmark dekke svært små arealer i tilknytning til spontant oppståtte ferskvannsføremøster, som også typifiseres som naturbunn.

Kommentar 3 – Avgrensning av nykonstruert våtmark mot modifisert våtmark. Se **F2b** kommentar 2.

F2d Nøkkelpunkt 3: Skillet mellom kilde og annen våtmark

Kommentar 1 – Drøfting av kildebegrepet og avgrensning av kilde mot annen natur-våtmark. Kilde skiller fra annen våtmark langs økoklinen KI – kildevannspåvirkning (se **NiN BD 4: F3**); trinn 5–7 langs økoklinen er definert som kilde mens trinn 1–4 ikke hører til kilde (se **NiN BD 4: F3** kommentar 3 med utdyping i **NiN BD 6: Artikkel 21**). Ettersom det fortsatt ikke er mulig å karakterisere graden av kildepåvirkning (og derfor avgrense kilde fra annen våtmark) entydig ved hjelp av målbare miljøfaktorer, må skillet mellom kilde og annen våtmark (først og fremst myr) inntil videre trekkes på grunnlag av forekomsten av 'kildearter' (se **NiN BD 6: Artikkel 21**).

Forekomsten av torv [se **NiN BD 6: Artikkel 20** og **NiN BD 4** om økoklinen akkumulering av organisk materiale (AO)], kommentar til økoklinuttrykk A, torvdannelse) er ikke relevant for skillet mellom kilde og annen våtmark. Dette understrekes av ordinasjonsanalyser og artslister hos Moen (1990) og artslister hos Dahl (1957), som viser betydelige fellestrekk i artssammensetning (innhold av 'typiske kildearter') over hele spekteret av variasjon fra typiske stabile (**eustatiske**; Fig. 24a, d) kilder med nær konstant vannføring, temperatur og kjemisk

sammensetning gjennom året til ustabile (**astatiske**) kilder (med større temperaturvariasjon gjennom året, gjerne som følge av mindre stabil vanntilførsel eller plassering lengre fra sjølve oppkommet). Såvel eustatiske som astatiske kilder kjennetegnes imidlertid av at marka har et mykmattepreg (Sjörs 1948), det vil si en matte som knapt bærer et voksent menneske (trinn 5 langs vannmetningsøkolinen; VM økoklinuttrykk A, se **NiN BD 4: F1**). Gradienten fra eustatiske til astatiske kilder kan dels være en gradient som gjenspeiler forskjeller mellom kilder, dels kommer den til uttrykk innenfor en og samme kilde som variasjon mellom kildesentrum (nær oppkommet, som ved konsentererte vannframspring kan være vegetasjonsfrie) og kildeperiferi. Nordhagen (1943) bemerker at variasjonen i planteartssammensetning går fra de egentlige (eustatiske og astatiske) kildene i fire retninger:

1. 'ved avtagende vannføring i kjeldene går det i flatt eller svakt skrånende terreng gradvis over i 'Cari-cion canescentis-Goodenowii' [småstarr-gråstarrmyrenes forbund; myrkant- og kildemyrsamfunn; denne plantesosiologiske enheten omdefinert av Dahl (1957) slik at det bare omfatter natur som her faller innunder kilde]
2. 'i bratt terreng glir [det] over i Mulgedion alpini' [av Nordhagen omtalt som turt-storkenebbengenes forbund, høystaudesamfunn og som 'vierkratt og bjørkeskoger med høystaudebunn'],
3. 'på snøleier glir det ofte nesten umerkelig over i Ranunculeto-Oxyrion' [engsnøleienes forbund], og
4. 'endelig går det på sterkt kulturpåvirkete steder, særlig nær fjøs og avfallshauger, jevnt over i det sterkt nitrofile Polygono-Chenopodion polyspermi'.

Overgangen innenfor torvmark mellom kilde og myr (Nordhagens overgang 1) skjer gradvis, ved at innslaget av 'kildearter' gradvis avtar. Den presiserte definisjonen av rheogent vann, og ei fyldig liste over 'typiske kildearter' skal legges til grunn for å skille kilde fra annen våtmark (**NiN BD 6: Artikkel 21**). Moen (1990) sine ordinasjonsanalyser (se **NiN** upubl. notat 30) støtter Sjörs (1948) og Dahl (1957) sin oppfatning av at grensa mellom kilde og myr bør trekkes så langt i retning av myr at våte matetdominerte kildemyrer, de såkalte høystarrmyrene eller 'Magnocarioceta' (Fig. 24b), blir inkludert i kilde.

Overgangen mellom kilde og vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark er også gradvis, og den grunne arktisk-alpine våtmarka har en god del arter felles med kildene [for eksempel snøull (*Eriophorum scheuchzeri*) og vrangnøkkemose (*Warnstorfia exannulata*)]. Den grunne vekselfuktige våtmarka er imidlertid ikke betinget av kildevann, men finnes typisk på grusflater som ligger nedenfor snøfonner og derfor overrisles av smeltevann til langt ut på ettersommeren. Når snøfonna er borte, kan marka ofte tørke helt ut. I motsetning til i kilder dannes aldri torv; oftest vokser

de typiske fuktmarksmosene direkte på grusen (eller på berg). Likevel har artssammensetningen i disse våtmarkene et umiskjennelig våtmarkspreg som skyldes svært fuktige forhold gjennom en stor del av vekstsesongen (og sikkert også liten uttørkingsfare på grunn av det kjølige klimaet).

F2e Nøkkelpunkt 4: Kildeskogsmark

Kildeskogsmark omfatter mark som samtidig tilfredsstiller definisjonene av kilde (det vil si kjennetegnes ved rikelig forekomst av 'kildearter') og skogsmark (Fig. 23).

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene kilde og skogsmark. Begrepet kilde er drøftet i **NiN BD 4: F2**, se også **F2d** kommentar 1. Begrepet skogsmark er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 4**. Merk at et areal skal typifiseres som kildeskogsmark også når det bærer skog av lave trær eller store busker (se **NiN BD 6: Artikkel 2**).

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristikkk av kildeskogsmark. Kildeskogsmark er en heterogen økosystem-hovedtype som favner all skogsmark som også tilfredsstiller definisjonen av kilde; fra kratt dominert av høyvokste *Salix*-arter i høyereliggende strøk [Gråor-istervierkratt – 'Calamagrostio purpureae-Salicetum pentandrae' i terminologien til Kielland-Lund (1981)] til høyvokst snelle-



Fig. 23. Kildeskogsmark, eksemplifisert ved skog i liser i silt- og leirdominert ravine på Romerike (N f Lyshaughagen, Nannestad, Akershus), med gråor (*Alnus incana*) og gran som dominerende treslag og en frodig undervegetasjon dominert av skogburkne (*Athyrium filix-femina*). I bunnen av ravinen åpen kald kilde dominert av bekkekarse (*Cardamine amara*) og krypsoleie (*Ranunculus repens*). Foto: Rune Halvorsen.

askeskog ['*Equiseto silvatici-Fraxinetum excelsioris*' hos Kielland-Lund (1981)]. Et eksempel på kildeskogsmark er vist i Fig. 23.

Liksom for myr (se **F2i** kommentar 1) kan det diskuteres hvorvidt skogsmarkskriteriet gir en naturlig første todeling av kildene, eller om andre kriterier slik som en gradient fra 'sentrum' til 'kant' eller styrken av kildepåvirkning gir seg sterkere utslag i variasjon i artssammensetning og miljøforhold (eller om kilde burde vært holdt sammen som en økosystem-hovedtype). Dette bør utredes nærmere.

Kommentar 3 – Avgrensning av kildeskogsmark mot åpen kilde. Grensa mellom kildeskogsmark og åpen kilde følger skogsmarksdefinisjonen, se kommentar 1.

F2f Nøkkelpunkt 5a: Kalde kilder

Kalde kilder omfatter mark som samtidig tilfredsstiller definisjonene av kilde (det vil si kjennetegnes ved rikelig forekomst av 'kildearter') og åpen mark, og som har en gjennomsnittstemperatur i vannet omkring årsmiddeltemperaturen for øvre jordlag i området. Kalde kilder spenner over betydelig variasjon i torvtjukkelse og grad av kildevannspåvirkning (Fig. 24).

Kommentar 1 – Avgrensning av kalde kilder mot varme kilder. Kalde kilder omfatter kilder som tilføres vann hvis temperatur ikke (i nevneverdig grad) er påvirket av jordvarme (økoklinen JV – jordvarme, trinn 2–3 jordvarmeinfluert og sterkt jordvarmeinfluert; se også **NiN BD 4: G5**). I eustatiske (stabile) kalde kilder vil temperaturen være nær konstant gjennom året. Den vil derfor være lik temperaturen i øvre jordlag (som er høyere enn årsmiddeltemperaturen i luft fordi jorda om vinteren isoleres mot kulde av et ofte tjukt snølag) fordi årsmiddeltemperaturen i øvre jordlag er korrelert med årsmiddeltemperaturen i dype jordlag, grunnvannstemperaturen i dype jordlag og berggrunnens temperatur. Vanntilførselen til astatiske og svake kilder vil være mindre stabil, men årsmiddeltemperaturen vil likevel ikke være veldig forskjellig fra temperaturen i øvre jordlag.

Det finnes ingen generelt akseptert definisjon av varme kilder (Wikipedia). I vulkanske områder kan varme kilder ha en vanntemperatur opp mot kokepunktet, men det finnes alle mulige overganger mot kalde kilder fordi kildevannets kontakt med øvre jordlag under passering bestemmer hvor sterk avkjølingen blir. Vann som har blitt varmet opp på store dyp blir gjerne sterkere avkjølt enn vann som har blitt varmet opp nærmere overflata. Årsaken til oppvarming av vannet kan være høyt trykk, uten at vulkanske krefter er direkte involvert. Som et minimumskrav til en varm kilde gjelder derfor at en varm kilde skal være geotermal, dvs. oppvarmet av jordvarme på dypere lag enn ved overflaten, at kildevannet skal holde betydelig høyere temperatur enn de omliggende jordlagene, og at artssammensetningen i og ved kilden skal skille seg fra

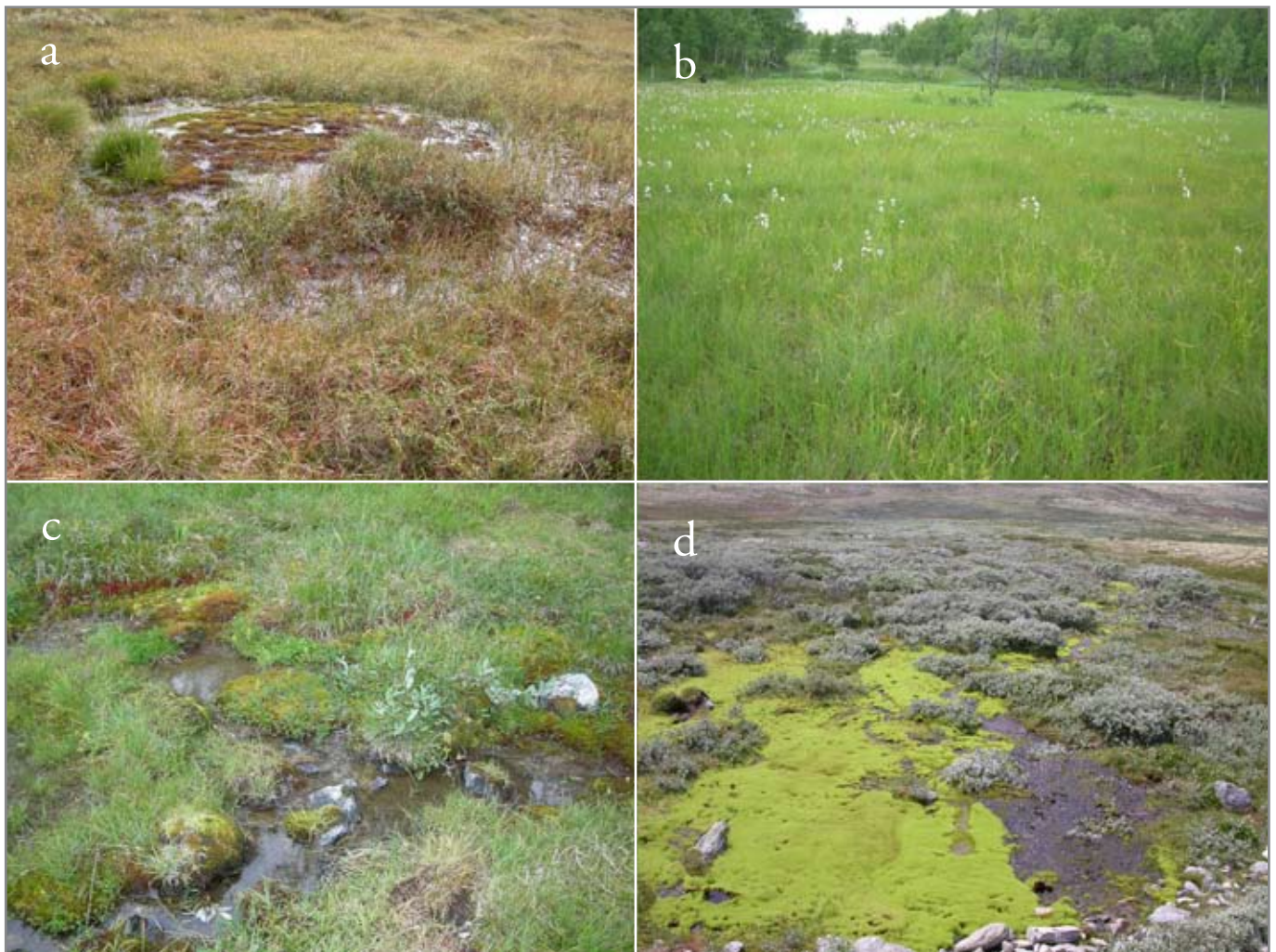


Fig. 24. Økosystem-hovedtypen *kalde kilder* omfatter et betydelig spekter av naturvariasjon, karakterisert av at kildevannspåvirkningen er sterk nok til at artssammensetningen preges av 'kildearter'. **(a)** Stor, eustatisk djuptorvskilde i myr (økosystem-hovedtype *åpen myr*) med flytematter. Øst for Gutulivola, Gutulia, Engerdal, Hedmark. **(b)** Ekstremt baserik kildemyr (torvmark med tilstrekkelig kildevannspåvirkning til å tilfredsstillende definisjonen av kilde) dominert av breiull (*Eriophorum latifolium*), gulstarr (*Carex flava*) og huldrestarr (*Carex heleanastes*). Solendet, Brekken, Røros, Sør-Trøndelag. **(c)** Ekstremt baserik eustatisk grunnortorvskilde der steiner stikker fram, dominert av puter av stortuffmose (*Palustriella falcata*). Samme sted som (b). **(d)** Eustatisk kilde i lavalpin sone, dominert av kaldnikkemose (*Poblia wahlenbergii*) som gir kilden dens karakteristiske lysegrønne farge. Nedstrøms fra kilden gradvis overgang til kildesig dominert av vier-arter (*Salix* spp.). Foto: Rune Halvorsen.

artssammensetningen i og ved kalde kilder i samme område ved forekomst av varmekrevende arter.

F2g Nøkkelpunkt 5b: Varmer kilder

Varmer kilder omfatter mark som samtidig tilfredsstiller definisjonene av kilde (det vil si kjennetegnes ved rikelig forekomst av 'kildearter') og åpen mark, og som har en gjennomsnittstemperatur i vannet som er vesentlig høyere enn årsmiddeltemperaturen i øvre jordlag i området. Innenfor områdene som omfattes av Naturtyper i Norge er varmer kilder bare kjent fra Svalbard, der et fåtall enkeltkilder er registrert. Varmer kilder utgjør et helt spesielt økosystem som på grunn av jordvarmetilførselen skiller seg fra alle andre økosystemer. Fordi varmetilførsel er én av de aller viktigste bestemmende faktorene for organismenes vekst og fysiologi, vil mer eller mindre konstant høyere temperatur enn omgivelsene føre til at artssammensetningen i varmer kilder avviker fra den vi finner i kalde kilder i samme

område, med forekomst av mange arter til dels langt nord for sitt 'normale' utbredelsesområde.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av varmer kilder. Ved Bockfjorden på Nordvest-Spitsbergen finnes to områder med varmer kilder, utviklet langs det samme skyvedekket som har dannet vulkanen Sverrefjellet, mellom røde, devonske silt- og sandsteiner mot øst og prekambrisk grunnfjell mot vest, men med kalkstein og marmor nærmest skyvedekket. Skyvedekket representerer en svakhetsone i jordskorpa der det har funnet sted vulkansk aktivitet (vulkanen Sverrefjellet er estimert til å være 100-250 000 år gammel; Skjelkvåle et al. 1989; se **G2h** kommentar 2). Den høye temperaturen i overflatevannet i kildene (10-25 °C) indikerer kontakt med magma. Originalvannet er salint, holder 130-180 °C, og blir nedkjølt/utvannet av kaldt grunnvann på veg mot overflata (Banks et al. 2003). Årsaken til at vi finner varmer kilder på Svalbard, men ikke på det norske fastlandet, er at jordskorpa på Svalbard vanligvis er tynnere enn på fastlandet på



grunn av oppløftingsprosesser knyttet til kontinentaldrift (Vågenes & Amundsen 1993) og at de varme kildene på Svalbard fører vann som blir transportert opp fra større dyp enn det som er tilfellet for 'kalde kilder' på fastlandet (jf. Liestøl 1977). Dersom de varme kildene er like gamle som Sverrefjellet har de tidligere tidvis vært undersjøiske (submarine) og tidvis har de vært dekket av isbreer.

I begge de to varmkildeområdene ved Bockfjorden (antallet varme enkeltkilder på Svalbard avhenger av hvordan varme kilder blir definert; se **F2f** kommentar 1) er kildevannet kalkholdig, og kalk som felles ut som kalktuff (travertin) gjør at kildene får en særpreget geomorfologisk utforming. Kalktuffen er først geléaktig, men herdes og blir etter hvert hard. Jotunkjeldene ligger i et skrånende terreng og danner konvekse kalktuff-formasjoner langs et sig. De større Trollkjeldene ligger i flattere terreng der kalktuffdannelser og frie vannmasser danner gryteaktige travertin-bassenger i en serie kilder langs ei moderat skråning. Den mest velutviklede av disse danner en liten varm dam med vanntemperatur på ca. 25 °C mens noen av de øvrige har temperaturer ned mot 10 °C (Banks et al. 2003). Rundt Trollkjeldene synes vegetasjonen å være direkte påvirket av det oppvarmede vannet innenfor et område på ca. 1 mål.

De varme kildene ved Bockfjorden ble først beskrevet av Hoel & Høltedahl (1911) og gjennom en serie publikasjoner (Frisvoll 1978, Langangen 1979, Elvebakk & Spjelkavik 1981, Elvebakk et al. 1994) er påvist fore karplantearter [trefingerurt (*Sibbaldia procumbens*), polarhårstarr (*Carex capillaris* ssp. *fuscidula*), marinøkkel (*Botrychium lunaria*), kjeldesaltgras (*Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*)], seks mosearter, en soppart og kransalgearten hårkrans (*Chara canescens*) som på Svalbard kun er kjent fra disse forekomstene, som tilsammen dekker et svært lite areal. Den sistnevnte er en ferskvannsalge som vokser i kildevannet mens de andre finnes i den oppvarmede tundraen like rundt kildene.

På Svalbard finnes også en rekke andre kilder med vanntemperaturer godt over årsmiddeltemperaturen (som er det normale for kalde kilder). Liestøl (1977) gjengir punktmålinger av vanntemperatur opp til 16 °C. Trolig er det derfor flere kilder på Svalbard som fører vann fra så store dyp at de får overflatetemperaturen som tilsier en mellomting mellom varme og kalde kilder, men det er ikke kjent flere områder med et eksklusivt artsinventar lik det vi her bruker som kriterium på 'varme kilder'. Dette er imidlertid ennå ikke godt nok dokumentert.

Fordi varme kilder er så sjeldne i de norske områdene, må vi se på varme kilder andre steder for å gi en mer generell beskrivelse av disse unike økosystemene. Både på Grønland og på Island finnes tallrike varme kilder, og de fleste av disse inneholder svært disjunkte artsforekomster (forekomster av arter langt unna nærmeste forekomst eller hovedutbredelsesområdet). For de fleste av disse artsforekomstene er innvandringshistorien ukjent, men

det er sannsynlig at både tilfeldig langdistansespredning og relikte restarealer etter en videre lokal utbredelse i den postglasiale varmeperioden er representert blant dem. Blant mulige relikter på Svalbard er arter som trefingerurt (*Sibbaldia procumbens*) og marinøkkel (*Botrychium lunaria*), men det finnes ikke pollen- eller makrofossilfunn fra varmetida som kan bekrefte dette. Inntil nylig var også fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) blant de eksklusive artene for Trollkjeldene, men denne arten er nå funnet i de to antatt varmeste sørskråningene andre steder på Svalbard. Det gjelder også en annen sjelden karplantearter ved Trollkjeldene, fjellmarinøkkel (*Botrychium boreale*), som er funnet på en annen varm Svalbard-lokalitet. Med den forventede sterke temperaturøkningen i Arktis kan en postulere at de små populasjonene ved varme kilder kan bli framtidige spredningssentra for ekspansjon av slike termofile arter i Arktis.

Den særpregete landformen pingo, som forekommer en rekke steder på Spitsbergen (Liestøl 1977), har oppstått ved at vann under trykk på flere hundre meters dyp har presset seg gjennom en sprekk (talik) i permafrosten. Prosessen er altså beslektet med varme kilder, men vannet er oftest avkjølt når det når overflaten. Vannet som bringes til overflaten fryser og bygger opp de isolerte hau-gaktige formasjonene kalt pingoer. Noen er fremdeles aktive, andre inaktive. Vegetasjonen er ofte en pionerpreget rabbevegetasjon, nærmest beslektet med vegetasjonen på morenehauger. Pingo blir omhandlet som en landform og ikke som en økosystem-hovedtype.

F2h Nøkkelpunkt 6: Skillet mellom myr og ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet myr. Myrbegrepet, som er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 7**, tar utgangspunkt i definisjonen av torvmark (se **NiN BD 6: Artikkel 20** for kommentar til økoklinuttrykk A torvdannelse for økoklinen AO, akkumulering av organisk materiale; se **NiN BD 4: E1**).

Kommentar 2 – Drøfting av begrepet sump. En begrunnelse for at all våtmarksnatur fanges opp av kilde, myr og ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark, slik at et eget sumpbegrep overflødiggjøres, finnes i **NiN BD 6: Artikkel 8**.

Kommentar 3 – Avgrensning av myr mot ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark. Mot fjellet avtar torvakkumuleringsraten, og myrenes torvlag blir derfor gradvis tynnere. Dette medfører at arealer med typisk våtmarkskarakter (jf. våtmarksdefinisjonen), og som ikke er kilde, fra skoggrensene og videre oppover og nordover i alpine og arktiske soner, gradvis mister 'myrpreget' på økosystemet sjøl om artssammensetningen i stor grad fortsatt består av 'typiske myrarter'. Ekspertgruppa har, for ikke å vanne ut myrbegrepet, valgt å skille ut to økosystem-hovedtyper for ikke torvproduserende arktisk og alpin våtmark. Kriterier for å skille hver av disse fra myr

er drøftet i **F2k** og **F2l**.

Kommentar 4 – Avgrensning av myr mot fuktmarksutforminger av fastmark i alpine og arktiske områder. Arealet som er dekket av økosystemer på overgangen mellom myr og fuktmarksutforminger av fastmarksøkosystem-hovedtypene fjellhei og snøleier øker oppover i lavalpin sone. I mellomalpin sone kan det finnes store arealer av grunnlendt fuktmark (tilhørende fjellhei), gjerne dominert av storbjørnemose (*Polytrichum commune*; se for eksempel Dahl 1957). Kriterier for grensetrekking mellom våtmark og fastmark i arktiske og alpine områder er videre drøftet i **B2d** kommentar 3, men generelt vil størstedelen av slike 'overgangsarealer' bli typifisert som fuktsnøleier (fuktmark med topogen eller soligen markfukting) innenfor fastmark. Fuktsnøleiene er periodevis fuktige, de kan ha et grunnvannsspeil som tidvis står i eller nær markoverflata, men de tørker periodevis ut. Først ved mer permanent vanntilførsel øker innholdet av myr-, og særlig av kildearter. Innenfor det Gjærevoll (1956) karakteriserer som snøleier 'rich in hygrophiles' finnes stor variasjon i forekomsten av typiske 'kildearter' og typiske 'myrarter'.

F2i Nøkkelpunkt 7a: Åpen myr

Åpen myr omfatter våtmark som tilfredsstiller myrdefinisjonen (torvmark der torvakkumulering pågår og som ikke faller inn under definisjonen av kilde, mosetundra eller mark med grunnere torv der artssammensetningen er dominert av 'myrarter'), og som er åpen (det vil si ikke tilfredsstiller definisjonen av skogsmark). Åpen myr er, på grunn av at marka er bygd opp av ufullstendig nedbrutt plantemateriale som er produsert på stedet gjennom tusener av år, et svært særpreget økosystem (Fig. 25). Åpen myr omfatter også 'sump' der torv akkumuleres og flytetorv langs innsjøer (Fig. 2).

Kommentar 1 – Avgrensning av åpen myr mot myrskogsmark. Grenseoppgangen mellom åpen myr og myrskogsmark følger definisjonen av skogsmark som i sin tur er basert på definisjonen av skog (**NiN BD 6: Artikkel 4**). Merk at et areal skal typifiseres som myrskogsmark også når det bærer skog av lave trær, for eksempel på ombrogen myr (se **NiN BD 6: Artikkel 2**).

Liksom for kilder (se **F2e** kommentar 2) er det behov for revurdering av inndelingen i de to hovedtypene åpen myr og myrskogsmark. Det er minst to grunner til dette:

1. Overgangene mellom åpen mark og skogsmark på myr er svært gradvise, og skogsmark med store busker eller lave trær (kratt) forekommer hyppig. Mosaikker av kratt og åpne partier forekommer også ofte, og utgjør en stor utfordring.
2. Det er åpenbart at en del myr er holdt åpen på grunn av slått og beiting. Når utmarka ikke lenger brukes, starter en gradvis gjenvoksning som kan ende i ei skogsmark. Skillet mellom åpen myr og myrskogsmark etter definisjonen vil da falle sammen med et trinn i en gjengroingssuksesjon, i strid med intensjonene i NiN om at økosystem-typeinndelingen skal gjenspeile grunnleggende

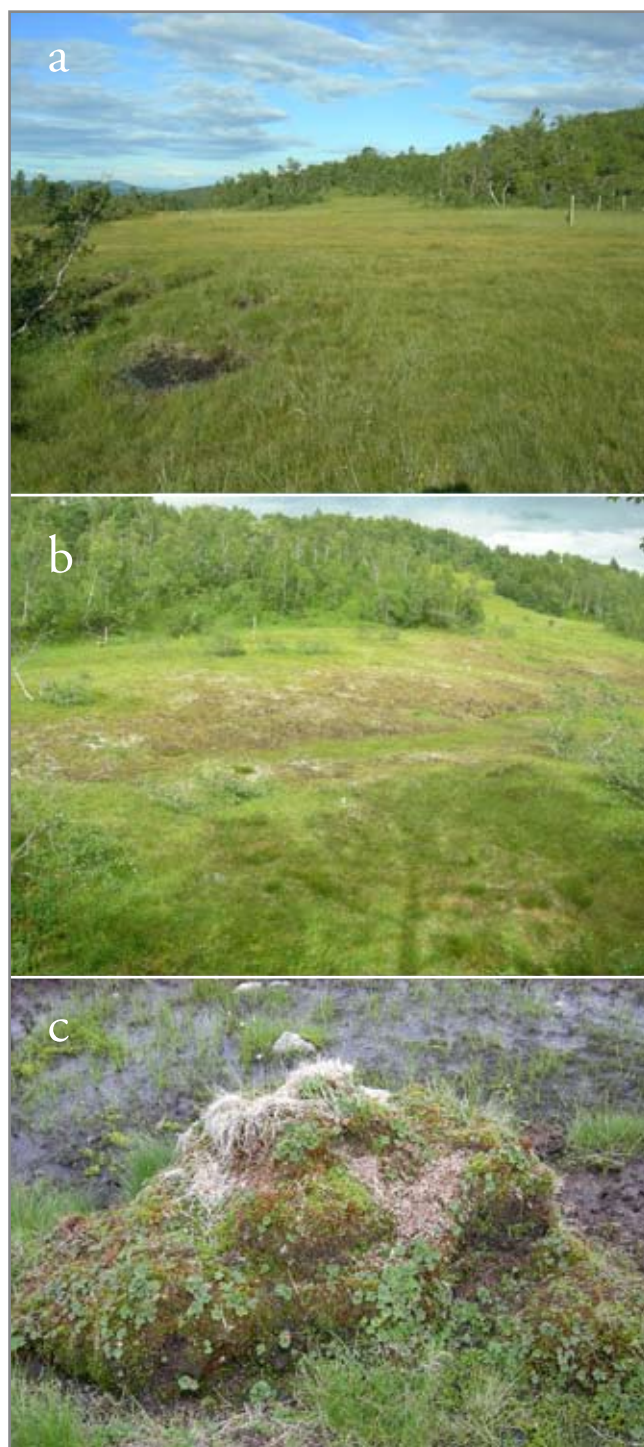


Fig. 25. Noen eksempler på åpen myr, økosystem-hovedtypen som oftest utgjør størstedelen av landskapsdelen myr. (a) Bakkemyr dominert av ekstremt baserike fastmatter. Tågdalen, Nordmarka, Mo, Surnadal, Møre og Romsdal. (b) Kanthøgmyr, en oseanisk myrtype, som består av et sentralt, svakt hvelvet regnvannsmyrparti (fastmatter og tuer med brunlig farge), omgitt fastmattedominerte jordvannsmyrpartier (lysere grønne). Samme sted som (a). (c) Pals (tue med iskerne) som holder på å kollapse fordi iskjernen smelter. Pals, som bare forekommer på noen få myrer i Sør-Norge, vil bli borte fra dette området dersom klimaet fortsetter å bli mildere. Bak i bildet: Mykmatte og vassfylte partier på grunn torv (med oppstikkende steiner). Mellomalpin sone; myra på Kattuglehøi i Grimsdalen, Dovre, Oppland. Foto: Rune Halvorsen

økosystemegenskaper (NiN BD 2: D2f).

Alternativet til en inndeling i åpen myr og myrskogsmark er en inndeling i myrflate og myrkant. I Skandinavisk myrforskning har gradienten fra myrflate til myrkant vært regnet som én av tre hovedgradienter i myrvegetasjonen gjennom mange tiår (Sjörs 1948, Fransson 1972, Moen 1973, Økland 1989, Fremstad 1997). Myrflate-myrkant-gradienten har imidlertid blitt kritisert for å mangle klar økologisk årsak. Wheeler & Proctor (2000) hevder for eksempel at den er en samling ulike effekter hvis årsak varierer fra sted til sted. Økland et al. (2001) forsvarer berettigelsen av en økoklin fra myrflate til myrkant, sjøl om den økologiske årsaken er uklar. Det faktum at det er mulig å fordele de fleste myrarter i grupper etter preferanse for myrflate eller myrkant (se for eksempel Fremstad 1997: Tabell 2) understreker at dette er en konsistent vegetasjonsgradient som kan gjenfinnes over større områder og derfor sannsynligvis også er forårsaket av en kompleksgradient sammensatt av et mer eller mindre konsistent sett av enkeltmiljøfaktorer. Økland (1989) og Økland et al. (2001) antyder at større vannstandsveksling og hyppigere uttørring av overflaten i myrkanten, ofte inn mot grensa mot fastmark, kan være en viktig delårsak. Men de økologiske årsakene til variasjonen fra myrflate til myrkant er dårlig kjent, og en eventuell bruk av en økoklin fra myrflate til myrkant for å skille økosystem-hovedtyper på myr vil være umulig å operasjonalisere uten gjennom bruk av skillearter.

F2j Nøkkelpunkt 7b: Myrskogsmark

Myrskogsmark omfatter våtmark som både tilfredsstiller myrdefinisjonen (torvmark der torvakkumulering pågår og som ikke faller inn under definisjonen av kilde, eller mark med grunnere torv der artssammensetningen er dominert av 'myrarter') og skogsmarksdefinisjonen (Fig. 26). Liksom åpen myr er

3

marka i myrskogsmark bygd opp av ufullstendig nedbrutt plantemateriale som er produsert på stedet gjennom tusener av år. Forekomsten av et mer eller mindre tett tresjikt reduserer imidlertid normalt moseproduksjonen, og tilførselen av lett nedbrytbart plantemateriale er ofte også større enn på åpen myr slik at torvakkumuleringen går langsommere. Derfor er torva ofte relativt grunn på myrskogsmark. Myrskogsmark inkluderer det meste av 'sumpskog' (et begrep som ikke blir brukt i NiN) og også skogsmark på ferskvanns-landstrand der torv akkumuleres).

Kommentar 1 – Avgrensning av myrskogsmark mot åpen myr. Se F2i kommentar 1.

F2k Nøkkelpunkt 8a: Arktisk permafrost-våtmark

Arktisk permafrost-våtmark omfatter særpregede våtmarksøkosystemer i mellomarktisk sone i Arktis (på Svalbard), som er godt skilt fra andre våtmarksøkosystemer. Arktisk permafrost-våtmark er betinget av permafrost, som oftest føles som et betonggulv 30–40 cm under moseoverflata om sommeren. Økosystem-hovedtypen finnes på flater og i forsengkninger i terrenget, der stagnerende vann samler seg opp og typisk står i eller like over moseoverflata det meste av sommeren (Fig. 27). Kombinasjonen av stående vann og iskald mark (temperaturen er omkring 0 °C hele sommeren) begrenser artsutvalget til noen få våtmarksarter som tåler både vanndekning og tidvis innfrysing i is.

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet permafrost. Permafrost med tynt aktivt lag utgjør nivå C i forhold til økoklinen FM – frostvirkning på marka (NiN BD 4: F5). Bakgrunnsinformasjon om permafrost finnes i NiN BD 6: Artikkel 16.

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristikk av hovedtypen. Fylldig beskrivelse av artssammensetning og økologiske forhold i arktisk permafrost-våtmark fra Sassendalen på



Fig. 26. Myrskogsmark. (a) Basefattig, grandominert 'sumpskog' med storkbarnmose (*Polytrichum commune*) som dominerende bunnsjiksart. Rausjømarka, Enebakk, Akershus. (b) Baserik 'sumpskog' dominert av svartor (*Alnus glutinosa*) og gran, til dels med ansamling av vann og svak torvdannelse. Øst for Kolabonn, Jeløy, Moss, Østfold. Foto: Rune Halvorsen.



Fig. 27. Arktisk permafrost-våtmark, kjennetegnet ved grunt, kaldt, stagnerende vann over permafrosten. Sabinegras (*Pleuropogon sabinei*). Forkdalen, Svalbard. Foto: Arve Elvebakk.

Svalbard finnes i Vanderpuye et al. (2002), som beskriver vegetasjonen i denne økosystem-hovedtypen som 'marsh communities' (Cardamino nymanii-Saxifragion foliolosae).

Artsutvalget i arktisk permafrost-våtmark er begrenset til noen få våtmarksarter, blant annet hengegras (*Arctophila fulva*), stortundregress (*Dupontia psiloxantha*) og setersoleie (*Ranunculus hyperboreus*), som tåler både vanddekning og tidvis innfrysing i is. Sistnevnte er eneste art med flyteblad (flytebladplante, jf. **NiN BD 6: Artikkel 1: A**) på Svalbard. Flere fuglearter [kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*), smålom (*Gavia stellata*), polarsvømmesnipe (*Phalaropus fulicarius*)] er knyttet til denne økosystem-hovedtypen. Noen slike våtmarker danner små dam-liknende strukturer i landskapet, andre er utformet som en bord langs tjern. Gjess i mytestadiet flykter ut fra land når de er truet, men søker ellers inn til den tilgrensende våtmarka for å beite på gress der. Mosevegetasjonen domineres av stauttjønnmose (*Calliergon richardsonii*) eller (enda våtere) nøkkemoser (*Warnstorfia* spp.), som ofte danner flytematter.

Kommentar 3 – Avgrensning av arktisk permafrost-våtmark mot myr. Arktisk permafrost-våtmark er klart skilt fra myr både med hensyn til artssammensetning (se Vanderpuye et al. 2002 og kommentar 2) og miljøforhold. Mens myr kjennetegnes av torvdannelse, er torvakkumulering vanskelig å måle i arktisk permafrost-våtmark. På grunn av metning av vann med høyt oksygeninnhold brytes planterestene godt ned. Men den sterkt omdannede torva erobres nedenfra av permafrostnivået, og boring for påvisning av mektigheten av det organiske laget har knapt vært gjort i denne økosystemhovedtypen. Trolig er mektigheten moderat de fleste stedene. Kombinasjonen av myr og permafrost forekommer også i åpne myrer på Svalbard, kjennetegnet av grunnvann på 5–15 cm dyp, og dominans av vidt utbredte myrmoser og starrarter, særlig blankstarr (*Carex saxatilis*). Økologisk sett står myrene på Svalbard i en hydrologisk mellomstilling mellom mosetundra og arktisk våtmark (Elvebakk 1994).

Kombinasjonen finnes også på palsmyrer, der tuedominerte konvekse partier (som aldri har grunnvannsspeilet i nivå med moseoverflata) inneholder en permafrostkjerne.

Kommentar 4 – Avgrensning mot vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark. Arktisk permafrost-våtmark kjennetegnes av et permanent høyt grunnvannsspeil og et permafrostnivå som man bokstavelig talt direkte kan trække på, mens vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark har et dominerende mineraljordssjikt og kun periodisk vannmetning og. På fastlandet er det oftest smeltevann fra snøfonner lenger oppe i skråningen som er opphav til vanntilførselen til arktisk-alpin grunn våtmark. I nordarktisk tundrasone på Svalbard er et grunt permafrostnivå like viktig. Dette forhindrer drenering, og gir en vannmettet mineraljord med mye frostbevegelser først i sesongen, og delvis uttørking senere på sesongen når det aktive laget er tint, men oftest ikke til større dyp enn 40 cm.

F2I Nøkkelpunkt 8b: Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark

Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark

omfatter mark i arktiske og alpine områder som tilfredsstiller våtmarksdefinisjonen, men der torvdannelse ikke finner sted (Fig. 28). Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark omfatter først og fremst sand- og grusflater uten eller med svært lavt innhold av organisk materiale, og som overrisles av smeltevann (for eksempel fra seint utsmlta snøfonner) gjennom store deler av sommeren. Den vekselfuktige arktisk-alpine grunne våtmarka har imidlertid ikke sjøl langvarig snødekke (og hører derfor ikke til snøleiene). Moser dominerer (ofte med spredte karplanter). Artsutvalget domineres av våtmarksarter, både arter som dominerer i myr og i kilde. Dette understreker at vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark har fellestrekk både med myr og med kilde.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av hovedtypen. Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark omfatter områder som både økologisk og med hensyn til artssammensetning har likhetstrekk med kilde, myr, snøleier og flommark. Forskjeller fra kilde og myr er drøftet i kommentar 2. Sjøl om en del arter som er vanlige i kilder også finnes i vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark [slike som vrangnøkkemose (*Warnstorfia exannulata*), som mangler på Svalbard, og blodnøkkemose (*W. sarmentosa*)] er det også et sterkt innslag av arter som normalt mangler i kilder. En rekke arter, for eksempel snøull (*Eriophotum scheuchzeri*), er felles med myr.

På Svalbard dominerer oftest fjellbunke (*Deschampsia alpina*) totalt, en vegetasjonsutforming som kun finnes i tilliggende deler av Arktis. Denne arten er også viktig på fastlandet, men dominerer der mer flekkvis. Sneller (*Equisetum* spp.) er særlig hyppige i vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark, og dvergssyre (*Koenigia islandica*) er en karakteristisk art (Fig. 28b). Det synes å være forskjel-



Fig. 28. Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark, eksemplifisert med et parti fra myr- og vårmarksområdet på Kattuglehøi i Grimsdalen, Dovre, Oppland. **(a)** Bilde som viser at det i denne naturtypen ikke finner sted noen akkumulering av torv. Steiner, grus og sand er synlig mellom sparsomt vegetasjonsdekke. **(b)** Dvergssyre (*Koenigia islandica*), en av de ytterst få ettårige fjellplantene, er karakteristisk for denne økosystem-hovedtypen (her på grunn torv, på overgang mot åpen myr). Samme sted som (a). Foto: Rune Halvorsen.

ler mellom fastlandet og Arktis med hensyn til hvordan arktisk-alpin grunn våtmark forekommer i terrenget. På fastlandet er snøfonnene større høyt til fjells enn på Svalbard, derfor er også smeltevanntilførselen til avrenningsområdene større. På Svalbard finnes arktisk-alpin grunn våtmark på svakt konkave sletter med lite snø (og følgelig liten smeltevannsavrenning), men der den lave temperatursummen gjennom vekstsesongen reduserer permafrostsmeltinga slik at stagnerende smeltevann blir stående og gi opphav til våtmark.

Et økologisk likhetstrekk med overrisla snøleier er tilførsel av smeltevann gjennom store deler av vekstsesongen, men typiske snøleiearter mangler i stor grad fordi snødekket ikke er langvarig.

Smeltevann fra snøfonner som tilføres arktisk-alpin grunn våtmark (først og fremst på fastlandet) fører ofte med seg finmateriale som blir sedimentert (silt, sand og fin grus). Sterk sedimentasjon kan gi vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark likhetstrekk med flommarksøkosystem-hovedtypen åpen flommark. Sedimentasjonen er imidlertid beskjeden, og begrenset til perioder med svært

aktiv snøsmelting.

Økosystem-hovedtypen kan dekke store arealer på Svalbard, mens dens forekomst på det norske fastlandet er mer begrenset. Den forekommer hyppigst i mellomalpin sone, med enkeltforekomster i øvre del av lavalpin sone.

Kommentar 2 – Avgrensning av vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark mot kilde og myr. Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark er knyttet til overrislete sand- og grusflater uten langvarig snødekke (Fig. 28a). I motsetning til kilder, er vanntilførselen til hovedtypen først og fremst fra smeltevann, og derfor ikke stabil gjennom vekstsesongen. Det er også mulig at smeltevannet skiller seg fra kildevann (rheogent vann; se **NiN BD 6: Artikkel 21**) med hensyn til kjemiske egenskaper. Den arktisk-alpine grunne våtmarka tørker oftest opp utover ettersommeren. I motsetning til i myr, finner det ikke sted noen torvdannelse. Dette kan skyldes en kombinasjon av lav temperatur (se **F2h** kommentar 3) og at forholdene for nedbrytning er relativt gunstige på grunn av tilførselen av oksygenrikt rennende vann.



G Inndeling av fastmarkssystemer i økosystem-hovedtyper

G1 Nøkkel til hovedtypene

1 Snø- og isdekte landområder	
1 Fastmark som ikke er permanent dekt av snø og is	2
2(1) Kunstmark	3
2 Natur- og kulturmark	4
3(2) Konstruert fastmark	
3 Områder med intensiv landbruksproduksjon	
4(2) Kulturmark	5
4 Naturmark	6
5(4) Beite- og slåttemark	
5 Kystlynghei	
6(4) Lavamark	
6 Natur på geologisk eldre bergarter	7
7(6) Flommark	8
7 Annen fastmark	10
8(7) Flomskogsmark	
8 Åpen flommark	9
9(8) Åpen elveør	
9 Fosseberg	
10(7) Breforland og snøavsmeltingsområder	
10 Annen fastmark	11
11(10) Kystnære, åpne, kvartærgeologisk unge områder	12
11 Annen fastmark	13
12(11) Kystnær grus- og steinmark	
12 Sanddynemark	
13(11) Fastmarksområder betinget av fuglegjødsling	14
13 Områder som ikke er betinget av fuglegjødsling	16
14(13) Fugleberg	
14 Jorddekt mark	15
15(14) Fuglefjell-eng	
15 Mosetundra	
16(13) Åpen ur, snørasmark og skredmark	17
16 Annen fastmark	18

17(16) Åpen ur og snørasmark	
17 Åpen skredmark	
18(16) Bart fjell	19
18 Områder dekket av løsmasser eller jordsmonn	21
19(18) Grotter	
19 Bergknaus og bergvegg	20
20(19) Bergvegg	
20 Bergknaus	
21(14) Åpen blokk- og steinmark	22
21 Jorddekt fastmark	24
22(21) Polarørken	
22 Annen blokkmark	23
23(22) Forvittringsblokkmark	
23 Breavsetningsblokkmark	
24(21) Fastmarksskogsmark	
24 Åpen mark	25
25(24) Isinnfrysingsmark	
25 Annen jorddekt fastmark	26
26(25) Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet	
26 Arktisk-alpin fastmark	27
27(26) Arktisk steppe	
27 Åpen mark uten steppe-preg, i Arktis eller på fastlandet	28
28(27) Mark med mer eller mindre usammenhengende vegetasjonsdekke på grunn av frostaktivitet:	
Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra	
28 Mark ikke sterkt preget av frostaktivitet	29
29(28) Fjellhei og tundra	
29 Snøleier	

G2 Kommentarer til nøkkelpunktene og karakterisering av hovedtypene

G2a Nøkkelpunkt 1: Snø- og isdekte landområder

Snø og isdekte landområder omfatter landarealer, først og fremst fastmark, som er dekt av snø og eller is, det vil si breer og snøansamlinger som forventes å ha en varighet på mer enn seks år (Fig. 29).

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet snø- og isdekte landområder. Denne hovedtypen hører til blant fastmarkssys-

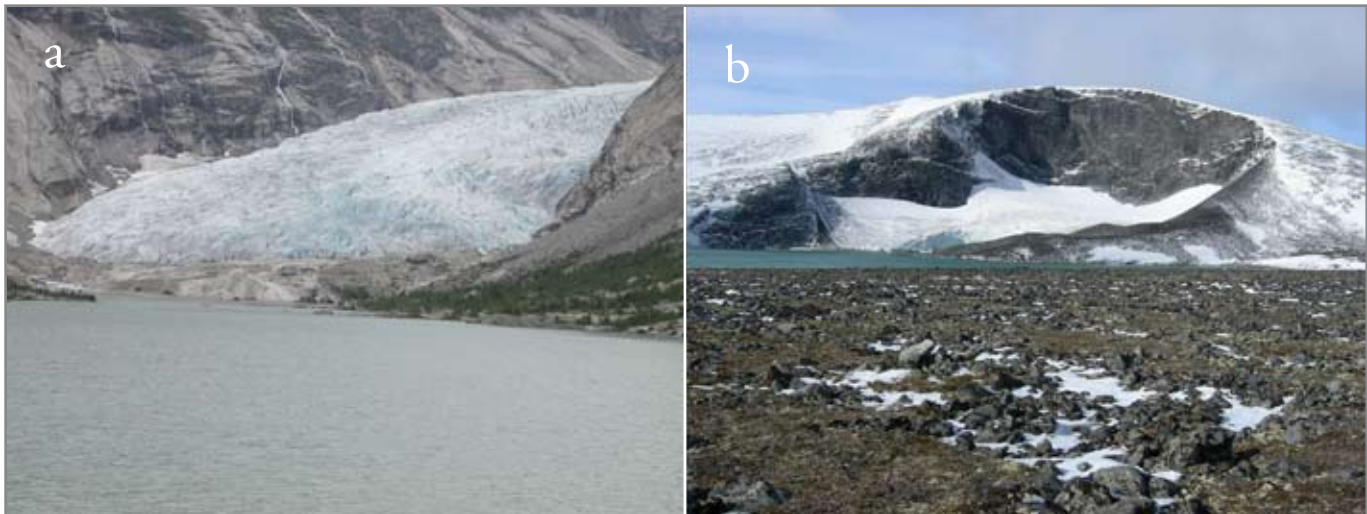


Fig. 29. Snø- og isdekte landområder omfatter både isbreer og 'snøbreer'. (a) Nigardsbreen sett fra øst (N f Nigardsbrevatnet, Jostedal, Luster, Sogn og Fjordane). (b) Gjuvbrean ved Gjuvatnet (Bøverdalen, Lom, Oppland) som er Norges høyest beliggende innsjø. Foran: Oppfrysingsmark, med karakteristiske steintunger med vegetasjonsdekt finjord i midten (økosystem-hovedtypen oppfrysingsmark og oppfrysingstundra). Foto: Rune Halvorsen.

temene fordi den omfatter arealer som i all hovedsak er snø- og isdekt fastmark. Det er imidlertid umulig å vite eksakt hva som skjuler seg under en stor snø- eller isbre, for eksempel finnes avrenningssystemer som ikke er synlige fra overflata. For å ta høyde for et mangfold i markegenskaper under den snø- og/eller isdekte overflata, er begrepet *landområder* benyttet i hovedtypenavnet og ikke *-mark*.

Kommentar 2 – Avgrensning av snø- og isdekte landområder mot annen fastmark. Kriteriet om 6 års varighet av snø- og/eller isdekke er begrunnet i **NiN BD 2: E1b** punkt 4.

Kommentar 3 – Arealutvikling for snø- og isdekte landområder i Norge. På det norske fastlandet dekker snø og is 3 133 km² av et totalt landareal på 323 782 km², det vil si 0,97% (Statens Kartverk, Arealstatistikk 2007, http://www.statkart.no/filestore/Profil/Areal_milj_og_plan/Geostatistikk fylker_n50_2007_v2.xls). Andelen av det norske fastmarksarealet som er dekket av snø og is har sunket gjennom flere tiår, og prognoser for videre utvikling i snø- og isarealet gitt fortsatt klimaendring indikerer at inntil 40% av dagens areal kan være snø- og isfritt innen år 2100. Parallelt med reduksjon i arealandelen av snø- og isdekt fastmark øker arealandelen av breforland og snøavsmeltingsområder.

G2b Nøkkelpunkt 2: Skillet mellom kunstmark på den ene siden og natur- og kulturmark på den andre siden

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene naturmark, kulturmark og kunstmark.

Grenseoppgangen mellom kunstmark på den ene siden og natur- og kulturmark på den andre siden er inngående drøftet i **NiN BD 2: D3d**. Mens naturmark og kulturmark er helhetlige økosystemer som i større eller mindre grad er påvirket eller endret gjennom menneskers bruk (men ikke inngrep), omfatter kunstmark arealer som gjen-

nom menneskepåvirkning (oftest direkte fysisk endring av substratet) har fått markstruktur og/eller markegenskaper vesentlig endret, og som vanligvis ikke representerer helhetlige økosystemer.

Grenseoppgang mellom kunstmark og naturmark langs et gjengroings-suksessjonsforløp er drøftet i **NiN BD 2: D3d**.

Merk at grensa mellom kunstmarksøkosystemer og natur- og kulturmarksøkosystemer skal trekkes ved grensa for det/de inngrepene som definerer et areal som kunstmark. For eksempel går grensa mellom kunstmarkstypen veg der vegskjæringa møter naturmarka utenfor vegskjæringa. Merk også at kunstmarksøkosystemer normalt vil inneholde et stort mangfold av livsmedier; bygninger, beplantninger, fast opparbeidet mark (asfalterte plasser) etc. innenfor et og samme areal. Natur- eller kulturmarksarealer som er omsluttet av kunstmark skal imidlertid skilles ut som egne figurer når deres størrelse overskrider 100 m² (**NiN BD 2: E1b** punkt 2a).

G2c Nøkkelpunkt 3a: Konstruert fastmark

Konstruert fastmark er arealer med ny mark, framkommet ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige marka og eventuelt også erstatning av denne med ny mark med nye livsmiljøer. Det finnes et stort mangfold av konstruert mark (for eksempel steinbrudd, veganlegg, golfbaner og andre idrettsanlegg, boligområder og industriutbyggingsområder) med stor spennvidde i graden av forskjellighet fra systemer med naturlig mark.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av konstruert fastmark. Eksempler på konstruert fastmark laget gjennom moderat drastiske inngrep er vegkanter med oppbygd veglegeme og kant (de fleste moderne veger), jernbanetraseer, plener, golfbaner, parkanlegg og kirkegårder (Fig. 30a–b); eksempler på konstruert natur laget gjennom mer drastiske inngrep er bygninger, asfalterte veger og 'urban



Fig. 30. Noen eksempler på *konstruert fastmark*. (a) Jernbane; skinnegang og stasjon. Skoppum stasjon, Borre, Horten, Vestfold. (b) Park; Botanisk hage (Naturhistorisk museum) på Tøyen i Oslo. (c) Bygate med blokkbebyggelse. Motzfeldts gate i Oslo. (d) Pukkverk; Skoppum pukkverk, Borre, Horten, Vestfold. Foto: Rune Halvorsen.

natur' som havne- og industriområder, og store steinbrudd og andre masseuttaksområder (Fig. 30c–d).

Kommentar 2 – Avgrensning av konstruert fastmark mot områder med intensiv landbruksproduksjon. Det er behov for grundig beskrivelse av grenseoppgangen mellom konstruert fastmark og kunstmarkshovedtypen på fastmark, områder med intensiv landbruksproduksjon. Avgrensningen mellom disse hovedtypene er i grove trekk drøftet i **NiN BD 2: D3d**. Med konstruert mark/bunn menes i NiN-sammenheng arealer med ny mark framkommet

ved fjerning eller vesentlig endring av den opprinnelige marka/bunnen og eventuelt også erstatning av denne med ny mark med nye livsmiljøer, mens kunstmark er områder med intensiv landbruksproduksjon (som innebærer pløying av jorda, tilsåing med kulturvekster, gjerne i monokultur, og ofte også sprøyting og gjødsling).

Kommentar 3 – Behandling av konstruert fastmark og områder med intensiv landbruksproduksjon i EUNIS. EUNIS opererer med to (av ti) hovedtyper for fastmark-kunstmark: Hovedtype I *Regularly or recently cultivated*

agricultural, horticultural and domestic habitats, og hovedtype J *Constructed, industrial and other artificial habitats*. Mens hovedtype J i sin helhet omfatter konstruert fastmark, er hovedtype I definert på grunnlag av 'grøntareal', som i NiN kan være områder med intensiv landbruksproduksjon (I1 *Arable land and market gardens*) eller konstruerte grøntarealer (I2 *Cultivated areas of gardens and parks*), for eksempel parker, kirkegårder, golfbaner etc. EUNIS skiller imidlertid på hovedtype-nivå mellom arealer dominert av ulike plantelivsformer, slik at kunstmarksarealer der de dyrkede vekstene er busker (frukthager, vingårder etc.) finnes i hovedtype F *Heathland, scrubs and tundra* og kunstmarksarealer der det dyrkes trær (energiskog, juletreplantasjer etc.) finnes i hovedtype G *Woodland*. I NiN har vi imidlertid valgt å inkludere alle arealer som utnyttes til intensiv landbruksproduksjon i en og samme økosystem-hovedtype.

Kommentar 3 – Skrotemarksbegrepet. Begrepet **skrotemark**, som i løpet av det siste tiåret har blitt etablert som en betegnelse på ugrasdominert kunstmark utenom landbruksarealene [innført av Reidar Elven i 1994-utgaven av Lids flora (Lid & Lid 1994) og videreført av Fremstad (1997)], vil bli brukt som en generell betegnelse på ugrasdominert konstruert mark (Fig. 31).



Fig. 31. Skrotemark, et begrep for ugrasdominert konstruert mark utenom landbruksarealene, her eksemplifisert ved en nå utrettet veisving som brukes som lagringsplass, blant annet for tømmer. Skrotemark hører til økosystem-hovedtypen *konstruert fastmark*. Kattstranda ved Finneidfjorden, Hemnes, Nordland. Foto: Rune Halvorsen.

G2d Nøkkelpunkt 3b: Områder med intensiv landbruksproduksjon

Områder med intensiv landbruksproduksjon (Fig. 32) omfatter arealer der jorda er pløyd, det vil først og fremst si åkermark og fulldyrket eng (kunsteng/kultureng/kulturbete). Oftest blir også arealene tilsådd eller plantet til med kulturvekster gjerne i monokultur. Gjødsling og sprøyting er typisk for områder med intensiv landbruksproduksjon.

Kommentar 1 – Avgrensning av områder med intensiv

landbruksproduksjon mot beite- og slåttemark. Områder med intensiv landbruksproduksjon er, i tråd med definisjonen av kunstmark, så intensivt drevet med pløying, sprøyting, gjødsling og utsæd av kulturvekster at økosystemene ikke er helhetlige. Straks arealene ikke lenger skjottes på samme måte vil, vil systemene gå inn i en (oftest langvarig) suksesjon. Beite- og slåttemark vil derimot, typisk, ha blitt modifisert fra naturmark gradvis gjennom en langvarig kultiveringsprosess (beite, slått og andre former for moderat intensiv hevd). Forekomsten av plogskjær (ofte lettest synlig nær kanten av et kunstmarksareal i suksesjonstilstand) er ofte en klar indikasjon på grensa mellom områder med intensiv landbruksproduksjon og beite- og slåttemark. Grensa kan imidlertid også være glidende. Fulldyrket eng (kunsteng/kultureng/kulturbete) som får bli 'gammel eng', det vil si som ikke dyrkes opp på lang tid, men fortsatt beites eller slås, får etter hvert et stadig større innslag av ville engarter, særlig hvis enga ikke lenger gjødsles eller gjødsles lite. Noen innsådde arter kan forsvinne, men totalt sett blir enga mer artsrik over tid. Det kan imidlertid ta 100 år eller mer før en slik eng blir like artsrik som en tilsvarende eng som ikke har vært oppløyd (Ihse & Norderhaug 1995). Forekomst av noen tidligere innsådde arter avslører som oftest også at det dreier seg om tidligere fulldyrket eng. Forskjellen mellom kunstmark og kulturmark er drøftet i detalj i **NiN BD 2: D3d**.

Tett plantasjemessig skog (juletre- og energiskogsplantasjer) vil ofte anlegges på tidligere kunstmark, og vil da naturlig høre inn under områder med intensiv landbruksproduksjon. Tett plantet skog på kulturmark vil typifiseres som kulturmark inntil systemet gjennom tresjiktssuksesjonen når en tilstand (ettersuksesjonstilstand) der naturmarksegenskaper dominerer (se **NiN BD 2: D3d** for videre drøfting, og **NiN BD 2: Fig. 39** for illustrasjon), mens tett plantet skog på naturmark (fastmarksskogsmark der tresjiktet er avvirket) vil typifiseres som en tilstandsutforming av naturmark.

Kommentar 2 – Avgrensning av områder med intensiv landbruksproduksjon mot konstruert fastmark, og håndtering av disse økosystem-hovedtypene i EUNIS. Se **G2d** kommentarer 2 og 3.

G2e Nøkkelpunkt 4: Skillet mellom kulturmark og naturmark

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene kulturmark og naturmark og operasjonell avgrensning av fastmarksøkosystem-hovedtyper av de to kategoriene. Grenseoppgangen mellom kulturmark på den ene siden og naturmark på den andre siden er drøftet generelt i **NiN BD 2: D3d**. Grenseoppgangen mellom kulturmark og naturmark langs et jengroingsuksesjonsforløp er også drøftet i **NiN BD 2: D3d**.

På åpen mark er grensa mellom naturmark og kulturmark særlig vanskelig å trekke i kontinentale områder, der 'torrbakker' kan forekomme både som et resultat av

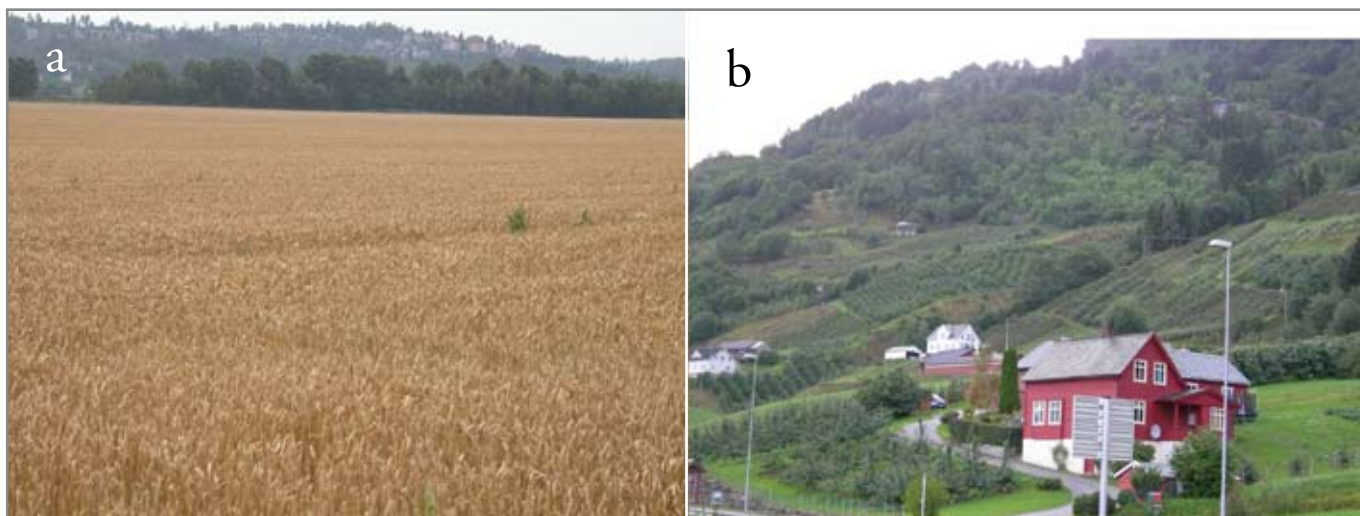


Fig. 32. Områder med intensiv landbruksproduksjon. (a) Hveteåker. Ilene, Sem, Tønsberg, Vestfold. (b) Velskjøttete frukthager. Sandstå, Ullensvang, Hordaland. Foto: Rune Halvorsen.

kulturpåvirkning (beite) og som resultat av tørkeutsatthet (se **NiN BD 2: D3d**). Med utgangspunkt i observasjoner (R. Halvorsen, observasjoner i Dovre, Vågå og Lom i Oppland, 2007) har ekspertgruppa valgt å betrakte slike 'tørrbakker' på djupt jordsmonn som kulturmark, fordi de ser ut til å gro igjen med busker og trær dersom beitingen opphører.

Også på tresatt mark er grensa mellom naturmark og kulturmark gradvis, slik at ei definisjonsmessig grenseoppgang er påkrevd. Fire begreper er i bruk for å beskrive tresatte, kulturpåvirkte arealer:

- **lauveng:** kulturmark dominert av gras og urter, skapt gjennom langvarig slått og målbevisst rydding av trær, ofte med glissen tresetting; trærne blir vanligvis lauvet/styva;
- **slåttemarksskog:** kulturmark dominert av gras og urter (på basefattig grunn også med lynginnslag), skapt gjennom langvarig slått og målbevisst rydding av trær i utmark som resulterer i en utslått med tettere tresetting enn lauveng; trærne blir vanligvis lauvet/styva (Fig. 33a);
- **hagemark:** kulturmark dominert av gras og urter (på basefattig grunn også med lynginnslag), skapt gjennom langvarig beite og målbevisst rydding av trær (Fig. 33b), med lauvtrær (eventuelt også bartrær); alle sjikt (inkludert tre- og busksjikt) blir vanligvis høstet (til ved, emner etc.) og kanskje også lauvet/styva; og
- **beiteskog:** skogbærende kulturpåvirket mark med betydelig innslag av gras og forekomst av kulturmarksarter som følge av beite over lang tid; også tresjiktet blir ofte høstet (Fig. 33c)

I store trekk øker tretettheten fra lauveng via slåttemarksskog og hagemark til beiteskog, men disse tresatte kulturpåvirkte arealtypene er ikke definert først og fremst på grunnlag av tretetthet og andre tresjiktsegenskaper.

Fordi det generelt er en negativ sammenheng mellom vegetasjonsdekningen i tre- og busksjiktet og dekningen i karplantesjiktet, og mellom dekningen i karplantesjiktet og dekningen i kryptogamsjiktet (moser og lav), avtar dekningen i karplantesjiktet når skogen blir tettere mens dekningen av moser og lav kan øke noe. Lauvenga og slåttemarksskog skiller seg for øvrig fra hagemarka ved at urter, som fremmes av slått, er relativt viktigere enn gras, som fremmes av beiting (se **NiN BD 4: J** om forskjeller mellom beite og slått som miljøfaktorer). Felles for lauveng og hagemarksskog er imidlertid at tresjiktet er skjøttet med sikte på at marka skal være så åpen at undervegetasjonens produktivitet ikke begrenses. Markas egenskaper skiller seg derfor lite mellom åpen kulturmark, lauveng, hagemarksskog og slåttemarksskog. Større variasjon i lysforhold fører imidlertid til at lauveng og hagemarksskog kan bli mer artsrik enn åpen kulturmark.

Beiteskogen vil normalt skille seg fra hagemarksskog ved at tresjiktet ikke eksplisitt er skjøttet med sikte på å bevare en åpen skogstruktur. Beiteskogen har derfor et betydelig mindre innslag av lyselskende kulturmarksarter (urter og gras). Ekspertgruppa har derfor valgt å trekke grensa mellom skogkledd kulturmark og skogkledd naturmark mellom hagemark og beiteskog. Som eksempel på hvordan grensa mellom skogkledd kulturmark (hagemark) og skogkledd naturmark skal trekkes, vil ekspertgruppa trekke fram de gras- og høgstaudedominerte slåttemarksbjørkeskogene på Sølendet, Røros, Sør-Trøndelag (Moen 1990), som gjennom lang tid er skjøttet med sikte på slått og beite (Fig. 33a). Moen (1990) dokumenterer fotografisk variasjonen i slik slåttemarksskog over et spekter av variasjon fra basefattige til baserike (inkludert ekstremt baserike) typer (terminologi for trinn langs økoklinen SB – syre-basestatus, se **NiN BD 4: D1**), og over flere trinn langs gjengroingstilstandsgradienten. I basefattige (og intermediære) typer vil smyle (*Avenella flexuosa* helt eller delvis erstatte blåbær (*Vaccinium myrtillus*) som dominant i feltsjiktet, i baserike (og ekstremt



Fig. 33. Tresatte kulturpåvirkete arealer. (a) Bjørkedominert slåttemarksskog som er restaurert og planmessig skjøttet på tradisjonelt vis gjennom flere tiår. Sølendet, Brekken, Røros, Sør-Trøndelag. (b) Bjørkedominert hagemarksskog, med relativt sterkt beitetrykk av storfe. Bakken, Alvdal, Hedmark. (c) Beiteskog; lyngfuruskog med rikelig grasinnslag som følge av langvarig storfebeiting. Rimbareid, Fitjar, Hordaland. Slåttemarksskog og hagemarksskog typifiseres som kulturmark (økosystem-hovedtype *beite- og slåttemark*) mens beiteskog typifiseres som *fastmarksskogsmark*. Foto: Rune Halvorsen.

baserike) typer dominerer urter og/eller høgstauder, blant annet avhengig av markfuktigheten. Den typiske slåttemarksskogen med god hevdstatus på Sølendet er en åpen, mer eller mindre rettstammet bjørkeskog uten ungbjørkoppslag (basefattig: Fig. 9.5.2 s. 257; ekstremt baserik: Fig. 9.6.2 s. 264), i motsetning til skog i dårlig hevdstatus der krattskogen raskt kommer opp (basefattig: Fig. 9.5.4 s. 259; ekstremt baserik: Fig. 9.6.2 s. 264).

De gjengroende gamle slåttemarkskogene (og åpne slåttemyrer) på Sølendet har, sammen med sammenliknbare områder på Nordmarka [inkludert slåttemyrer i Tågdalen naturreservat; se Moen (2000) og Fig. 25a] i Surnadal (Møre og Romsdal) vært gjenstand for en rekke forskningsprosjekter, inkludert ubrutte langtidstudier gjennom mer enn 30 år. Totalt er det i disse undersøkelsesområdene gjennomført tre doktorgradsarbeider og åtte hovedfagsoppgaver i botanisk økologi og mer enn 100 artikler/rapporter er publisert [oppsummert i Øien & Moen (2006)].

Studiene av næringsomsetning i rike slåttensamfunn har omfattet produksjonsmålinger, analyser av jordprøver, gjødslingsforsøk og fruktbarhetsmålinger (jord fra Sølendet er brukt som vekstemedium for kulturvekster på laboratoriet) innen prøveflater som er slått regelmessig (slått hvert år, annethvert år eller sjeldnere) eller som er overlatt til gjengroing de siste 50 årene. Disse studiene demonstrerer fundamentale forskjeller i funksjon mellom kulturmark og naturmarksskog. Tilgangen på nitrogen (N) er viktigste produksjonsbegrensende faktor i plante-samfunnene i slåttemarksskogen, sammen med fosfor (P) i de mest artsrike, lavproduktive samfunnene. Dessuten er kalium (K) viktig, og synes å være det eneste av disse næringsstoffene som til en viss grad tappes ut ved intensiv slått (Øien & Moen 2001). Ved tilførsel av ett eller to av disse tre stoffene blir raskt de(t) andre begrensende. Nedgangen i produksjon ved intensiv slått skyldes ikke at slått utarmer jorda (slik en tidligere antok, blant annet ut fra resultater fra land lenger sør), men at plantene skades. Tvert i mot så øker jordas fruktbarhet ved slått (også motsatt av hva som tidligere ble antatt), noe som settes i sammenheng med at prøveflater som blir slått har høyere omsetningshastighet av bundet N og P, noe som fører til bedre tilgjengelighet av disse stoffene. Forklaringen på dette synes å være høyere temperatur i jord og torv (større innstråling ved mindre vegetasjon og strø). Det er dessuten mulig at hyppigere, dypere og mer varig tele kan frigjøre mer næringsstoffer i slåtteflatene. For å opprettholde åpne, artsrike myrer og enger er framtidig skjøtsel

med slått nødvendig; det er forstyrrelsen mer enn tappingen av næringsstoffene som er viktig for opprettholdelse av disse artsrike systemene.

Beiteskog som utsettes for overbeiting slik at markstruktur og bakkesamfunn blir ødelagt, for eksempel ved erosjon, kan måtte betraktes som kunstmark.

Tett plantet skog på kulturmark vil typifiseres som kulturmark inntil systemet gjennom tresjiktssuksesjonen når en tilstand (ettersuksesjonstilstand) der naturmarksegenskaper dominerer (se **NiN BD 2: D3d** for videre drøfting), mens tett plantet skog på naturmark (fastmarksskogsmark der tresjiktet er avvirket) vil typifiseres som en tilstandsutforming av naturmark (se **NiN BD 2: D3d**).

Merk at skogsmark nyttes som hovedtypekriterium på naturmark, men ikke i kultur- og kunstmark.

G2f Nøkkelpunkt 5a: Beite- og slåttemark

Beite- og slåttemark omfatter engpregete, åpne eller tresatte, økosystemer som er formet gjennom moderat instensiv bruk (beite og/eller slått) gjennom lang tid, ofte hundrer av år. Beite- og slåttemark kan huse et stort mangfold av arter av mange ulike grupper; karplanter, sopp og insekter.

Kommentar 1 – Ufyllende karakteristikk av beite- og slåttemark. Både beitemark og slåttemark kjennetegnes av spesielle innstrålingsforhold (jf. økoklinen IS; se **NiN BD 4: G1**) nær marknivået. Både slått og beite forhindrer (ny)etablering av busk- og tresjikt og holder kulturmark-søkosystemene slåttemark og beitemark lysåpne. Beite- og slåttemark er derfor helt åpne eller har et spredt busk- og/eller tresjikt. Til sammenligning med skog er jordtemperaturen høyere i de åpne kulturmark-søkosystemene fordi lyset når marka. Dette fører til at fordampningen blir større og jorden blir tørrere når skogsmark erstattes av kulturmark. All næringsomsetning går også fort i den åpne kulturmarka enn i skogsmarka, og organisk materi-

ale brytes raskere ned slik at næringsstoffer blir lettere (og raskere) tilgjengelig. Over tid fører dette til en endring i jordsmonnsegenskaper som syre-basestatus (økoklin SB; se **NiN BD 4: D1**) og jordprofil, blant annet utvikles vanligvis en moldartet humus (Sjøs 1954, Steen 1954, 1956, Hæggstrøm 1983, Øien & Moen 2006).

Feltsjiktet i både slåtte- og beitemark består hovedsakelig av lavvokste, lyselskende, lite næringskrevende og ofte også konkurransesvake arter (Fig. 34). Både slått og beite medfører tap av biomasse og fjerning av næringsstoffer. I kunstmarksøkosystemene blir dette kompensert med (kunst)gjødsling, men kulturmarksøkosystemene kjennetegnes ved at de ikke eller nesten ikke blir gjødslet. På mager mark kan derfor næringsinnholdet i jorda etter hvert bli for lavt (særlig ved slått) slik at produksjonen ikke opprettholdes. På ikke altfor mager mark oppstår imidlertid en slags balanse mellom fjerning av næringsstoffer (ved beite og slått) og naturlig tilførsel av næringsstoffer fra forvitring, tilsig, regnvann, nitrogenbindende bakterier, alger og erteplanter. Næringsstilgangen blir en produksjonsbegrensende faktor (stressfaktor i Grimes terminologi; se **NiN BD 2: D3c**), men lyselskende stress-tolerante arter klarer seg bra med lite næring. Fjerning av biomasse innebærer også forstyrrelse (se **NiN BD 2: D3c**), og påvirker samspillet mellom arter. Høyvokste arter som effektivt tar opp næring vokser fort og har stor biomasse, og skygger vanligvis ut mindre lyselskende arter. Slått og beite som fjerner en stor del av biomassen, reduserer imidlertid slike arters konkurranseevne og flere slike arter kan derfor gå ut ved vedvarende slått og/eller beite. Det er særlig urter med høytsittende vekstpunkter som får vanskeligheter med å ta seg inn igjen mens gras, rosettplanter og krypende urter med lave vekstpunkter greier seg bra.

Flere undersøkelser har vist at moderat forstyrrelse og en viss knapphet på ressurser øker artsmangfoldet (*intermediate disturbance hypothesis*; Huston 1979). De fleste av våre karplanter foretrekker også lysåpenhet eller halvsky-



Fig. 34. Åpen beite- og slåttemark. (a) Beitemark med sterkt beitetrykk, til dels svakt terrassert (bak). Foran: Intensivt drevet innmarksbeite (økosystem-hovedtype områder med intensiv landbruksproduksjon). Sønstebo, Bremnes, Bømlo, Hordaland. Foto: Rune Halvorsen. (b) Slåttemark på Øvre Ormelid (Fortun, Luster, Sogn og Fjordane); en avsesliggende gård der slåttemarka fortsatt holdes i hevd. Foto: Anette Edvardsen.

gge. Slåtte- og beitemarker er blant de mest artsrike økosystemene i Norden (Kull & Zobel 1991, Norderhaug 1966, Austrheim et al. 1999, Eriksson et al. 2002), og der vanligvis mer artsrike enn naturmarksøkosystemene de erstatter. Lang slåtte- eller beitekontinuitet bidrar til artsmangfoldet gjennom å bedre arters mulighet for å etablere seg (Gustavsson 2007). Mykorrhiza spiller sannsynligvis også en viktig rolle for utviklingen av disse artsrike økosystemene. Artsmangfoldet er imidlertid et resultat av en rekke faktorer og et komplekst samspill mellom disse faktorene, og vår kunnskap om dette er fortsatt begrenset (Bruteig et al. 2003, Pykälä 2007). Sjörs (1954) skriver "Ett fint och länge reglerat samspel, lätt att ödelägga, svårt att återställa, mellan ståndort, växtsamhälle och invanda kulturåtgärder..."

Kommentar 2 – Avgrensning av beite- og slåttemark mot kystlynghei. Generelt er skillet mellom beite- og slåttemark på den ene siden og kystlynghei på den andre siden et fysiognomisk skille (skille mellom naturtyper med forskjellig utseende). Mens beite- og slåttemark er engpreget, det vil si domineres av grasvekster (graminider) og urter, domineres kystlyngheiene av lyngarter, først og fremst røsslyng (*Calluna vulgaris*), men også klokkelyg (*Erica tetralix*), purpurlyng (*E. cinerea*) og krekling (*Empetrum nigrum*); se Fig. 35. Stedvis kan også forekomme innslag av andre lyngarter [for eksempel mjølbær (*Arctostaphylos uva-ursi*), tyttbær (*Vaccinium vitis-idaea*) og blokkebær (*V. uliginosum*)]. Men med økende markfukting og/eller økende tilførsel av nitrogenforbindelser fra luft og nedbør øker også innslaget av graminider, først og fremst blåtopp (*Molinia caerulea*), og med økende beitepress og/eller økende baserikdom øker såvel urte- som graminideinnslaget og kystlyngheia glir gradvis over i beitemarkstyper innenfor beite- og slåttemark (Fig. 35). Kystlyngheibegrepet er knyttet både til fysiognomi (utseende; at kystlyngheia er dominert av lyngarter mens beite- og slåttemark er dominert av gras og urter; Fremstad & Kvenild 1993, Fremstad 1997: 84), som i stor grad gjenspeiler forskjeller i brukshistorie.

Kystlynghei forekommer dessuten i et avgrenset belte langs kysten som omfatter seksjonene O2 (sterkt oseanisk seksjon) og O3 (klart oseanisk seksjon), mens beite- og slåttemark forekommer i alle bioklimatiske seksjoner. Kystlynghei forekommer i de bioklimatiske sonene fra og med nemoral til og med mellomboreal, mens beite- og slåttemark forekommer fra og med nemoral sone til og med lavalpin sone.

I høyereliggende kontinentale innlandsområder i Sør-Norge [først og fremst Folldal (He) og Røros (STr), men også i andre kommuner i samme området] finnes særpregete 'lyngheier' med dominans av røsslyng (*Calluna vulgaris*), krekling (*Empetrum nigrum*) og lavvokst einer (*Juniperus communis*), som utseendemessig kan minne om kystlyngheier (Fig. 36). Dette er sannsynligvis relativt stabile seine gjengroingsstadier av 'mager' kulturmark med



Fig. 35. Overgang mellom beitemark (økosystem-hovedtype beite- og slåttemark) og kystlynghei. Inntil gjerdet finnes en smal sone med karakteristisk, grasdominert beitemark der beitepresset fra sau over lengre tid har vært høyt, mens det såvel lengre fra gjerdet som utenfor gjerdet finnes typisk kystlynghei dominert av røsslyng (*Calluna vulgaris*). Kollsnes, Ona, Blomvåg, Øygarden, Hordaland. Foto: Rune Halvorsen.

en lang beitehistorie på basefattige, relativt tørre (sandige eller grus-rike) morener, hvor tresjiktet en eller annen gang har blitt fjernet (for eksempel for uttak av brensel blant annet til gruvedrift), og hvor ny skog ikke eller bare svært langsomt har regenerert. Årsaken til langsom etab-



Fig. 36. Kontinentale heier dominert av røsslyng (*Calluna vulgaris*), lavvokst einer (*Juniperus communis*) og krekling (*Empetrum nigrum*), sannsynligvis oppstått fra beitemark etter at bruken opphørte. Disse heiene skiller seg fra kystlynghei ved å ha en helt annen historie, og typifiseres i NiN som beitemark. Bergsgang, Folldal, Hedmark. Foto: Rune Halvorsen.

lering av nytt tresjikt, eller at trær ikke etableres i det hele tatt, kan være at de kontinentale dalbunnene der slike 'lyngheier' forekommer, er sterkt vind- og kuldeutsatt om vinteren.

G2g Nøkkelpunkt 5b: Kystlynghei

Kystlynghei omfatter heipregete økosystemer i oseanisk klima med lyngarter, først og fremst røsslyng (*Calluna vulgaris*), som nøkkelart.

Kystlyngheiene er formet gjennom rydding av kratt og skog og langvarig skjøtsel (tusener av år) med beite og brann som viktige elementer (Fig. 37a). Kystlyngheier forekommer i et bredt belte langs kysten fra Kragerø (Te) til Lofoten (No). Et vintermildt klima er en forutsetning for de bruksformene som lå til grunn for utvikling av ei kystlynghei (blant annet beite året rundt).

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av kystlynghei. De norske kystlyngheiene er en del av et europeisk kystlyngheiområde som strekker seg langs atlantehavskysten fra Portugal i sør til Lofoten i nord. Norge har verdens nordligste kystlyngheier, og store deler av denne naturtypen er i våre dager i ferd med å bli borte, hovedsakelig på grunn av opphør av tradisjonell bruk, og påfølgende gjengroing (Fig. 37c). I Norge dekker kystlyngheiene de ytterste kystområdene, med mildt vinterklima, fra skagerrakkysten [lyngheienes eksakte østgrense er vanskelig å trekke; Fremstad (1997) angir at store sammenhengende lyngheiområder finnes øst til Portør- og Stabbestadhalvøyene (Kragerø, Telemark) til Lofoten, mens Fremstad & Kvenild (1993) angir utbredelsen av kystlynghei til området fra Vest-Agder til Lofoten]. Vi vet i dag at åpne kystlyngheier er et resultat av kystbefolkningens ressursbruk gjennom noen tusen år (Fremstad et al. 1991). Den vintergrønne lyngarten røsslyng, nøkkelarten som dominerer i kystlyngheia, er sammen med et mildt vinterklima (som gjør at husdyra kan gå ute året rundt), nødvendige forutsetninger for den tradisjonelle lyngheidriften og derfor også for kystlyngheiene. Med rett skjøtsel er røsslyngen ei brukbar forplante, og den tåler hardt beitepress. Brenning (lyngsviing), lyngslått og beiting var de tradisjonelle metodene i lyngheidriften.

Kystlyngheiene er en del av det tradisjonelle jordbrukslandskapet langs kysten. For flere tusen år siden var kysten skogkledd. Avskoginga som skapte dette åpne landskapet begynte allerede i yngre steinalder. Kystbøndene formet landskapet gjennom måten de livnærte seg på; ved kombinasjon av sesongfiske og jordbruk. Landskapet var tradisjonelt sett delt inn i ei lita innmark og ei stor utmark. På innmarka ble det dyrket gras, korn og litt grønnsaker, mens kystlyngheiene i utmarka utgjorde en særdeles viktig beiteressurs som ble tatt godt vare på gjennom målrettet skjøtsel.

Arealet som dekkes av åpen kystlynghei er i sterk tilbakegang, i Norge som i resten av Europa. Flere faktorer, særlig oppdyrking og opphør av bruk fulgt av tilplant-

3



Fig. 37. Kystlynghei. (a) Nylig avsvidd kystlynghei i aktiv bruk som beite for sau. Eide, Alvøyna, Hjelm, Øygarden, Hordaland. (b) Fukthei dominert av røsslyng (*Narthecium ossifragum*) og klokkelyg (*Erica tetralix*). Føreheimo, Hjelm, Øygarden, Hordaland. (c) Kystlynghei i forfall, med einer (*Juniperus communis*) som tar over for røsslyng som dominant. Samme sted som (b). Foto: Rune Halvorsen.

ing med skog, har bidratt til at store arealer som tidligere hadde kystlynghei nå har forsvunnet. Det store presset på arealressursene langs kysten har dessuten medført tallrike fysiske inngrep i forbindelse med hus- og hyttebygging, oljeindustri, vindkraft og utbygging av samferdselsnett. Nitrogenforurensning truer heiområdene lenger sør i Europa og i det sørligste Norge, fordi sterk nitrogengjød-



sling favoriserer gras, særlig blåtopp (*Molinia caerulea*) i forhold til røsslyngen (Fremstad et al. 1991) og gjør at de over tid endrer seg i retning av grasheier. Den største trusselen for kystlyngheiene i dag er imidlertid opphør av bruk og mangel på skjøtsel. Kystlyngheiene gror igjen, og biologiske og kulturhistoriske verdier er i ferd med å gå tapt. Kystlyngheiene ble derfor karakterisert av Fremstad & Moen (2001) som sterkt truet.

De europeiske kystlyngheiene har mange fellestrekk. Røsslyngen dominerer fra sør til nord, og har vært den viktigste beiteplanten. Men det er også store regionale forskjeller, noe som skyldes forskjeller i klimaet. I Norge endrer kystlyngheiene karakter fra sør til nord, fra vest til øst og fra lavland til høyereliggende områder. Arter som er vare for kulde holder seg lengst i sør eller vest, for eksempel purpurlyng (*Erica cinerea*) som har nordgrense på Sunnmøre. Mer fuktbevende arter, sammen med nordlige arter og fjellarter øker nordover i Trøndelag og Nordland, for eksempel dvergbjørk (*Betula nana*), rypebær (*Arctous alpinus*) og greplyng (*Loiseleuria procumbens*). Også krekling (*Empetrum nigrum*) øker i mengde i kystlyngheia mot nord og mot fjellet. Disse nordligste kystlyngheiene er altså spesielle, og det betyr at Norge har et nasjonalt, i tillegg til et internasjonalt ansvar for å ivareta verdens nordligste kystlyngheier.

Kommentar 2 – Avgrensning av kystlynghei mot beite- og slåttemark. Se **G2f** kommentar 2.

Kommentar 3 – Avgrensning av kystlynghei mot åpen grunn naturmark. Fordi både basefattig åpen grunn fastmark og basefattig kystlynghei er lyngdominert, ofte med røsslyng som viktigste art, kan forskjellene i artssammensetning mellom de to hovedtypene være minimale. Som hovedregel skal, i 'kystlyngheiområdet', arealer som i mer kontinentale områder ville vært typifisert som åpen grunn fastmark (grunnlendte områder nær kysten og overgangssoner mellom fastmarksskogsmark og bergknaus), konsekvent typifiseres som kystlynghei når de er del av store sammenhengende områder med mosaikk mellom kystlynghei og bergknaus. Bare 'kystlynghei-liknende natur' som forekommer i små flekker som grenser til bergknaus og/eller skogsmark, uten tilknytning til kystlyngheiområder, skal typifiseres som åpen grunn naturmark. Slike flekker vil typisk mangle røsslyng i ulike faser av syklisk populasjonsutvikling samt spor etter kontrollert lyngbrann, noe som er typisk for kystlyngheia.

Kommentar 4 – Avgrensning av kystlynghei mot fjellhei og tundra. På samme måte som kystlynghei utseendemesig glir gradvis over i åpen grunn naturmark, finnes gradvise overganger mellom kystlynghei og fjellhei og tundra. Særlig er grensa vanskelig å trekke ut mot kysten, der skoggrensa faller. Fremstad (1997: 91–92) skiller ut en undertype av kystlynghei, 'H5 Kystfjellhei', av 'kultur-betinget lynghei på høyere nivå, vanligvis fra 300–400 m og oppover'. Videre karakteriseres kystfjellheia som følger: 'Holdes for det meste i hevd ved sauebeite. ... [forekom-

mer] noe under og noe over den lokale, potensielle skoggrensa [nordboreale og lavalpine soner]... fra Sunnhordland til Sunnmøre, og som mindre, spredte arealer nord til Leka [Nord-Trøndelag]'.

Ekspertgruppa anser at denne 'kystfjellheia' ovenfor den lokale skoggrensa i så liten grad er betinget av kulturpåvirkning, at den vil være å anse som kulturpåvirket fjellhei. I nordboreal sone (det vil si under den lokale skoggrensa) forekommer ofte hei av denne typen på steder der lokale miljøforhold (grunnlendt mark) i seg sjøl ville forhindret trevekst (jf. forekomsten av fjellhei også i nordboreal sone; se **G2aj**). Også slike heier skal typifiseres som fjellhei. Ellers i nordboreal sone vil graden av kulturpåvirkning måtte avgjøre om et areal skal typifiseres som kystlynghei eller som åpen grunn fastmark (se kommentar 3).

Kommentar 5 – Avgrensning av kystlynghei mot åpen myr. På fuktig mark finnes gradvise overganger fra vel-drenert hei via fukthei (Fig. 37b) til åpen myr. Avgrensning mellom fastmark og våtmark er generelt drøftet i **B2d** kommentar 3.

G2h Nøkkelpunkt 6: Lavamark

Lavamark omfatter geologisk unge områder der ny mark bestående av størknet lava med innslag av lavagrus og -sand er skapt av resente vulkanutbrudd. Innen det området som omfattes av NiN finnes lavamark i hovedsak på Jan Mayen.

1

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av lavamark. Lavamark kjennetegnes av karakteriske substrater i et særpreget landskap (Fig. 38). Lavaen er mørk og porøs, dominert av basalt, av varierende kjemisk sammensetning; ofte med store innslag av gulgrønne olivinbergarter. Lava er størknede bergarter som har rent ut av en vulkan. Lavamark inneholder i tillegg til lava også varierende innslag av 'tefra', som er materiale slengt ut av en vulkan og som mer eller mindre har størknet i lufta. Tefraen kan variere i størrelse fra støvaktig aske til større stein, kalt bomber. Slagg er en mellomting mellom lava og tefra som oppstår når flytende masse slengt ut i lufta ikke størkner før den treffer bakken. Pimpstein er ekstra porøs stein som er dannet av svært gassrik vulkansk masse. Lavamark finnes hovedsakelig på Jan Mayen. En naturfaglig beskrivelse av øya finnes i Gabrielsen et al. (1997). De eldste vulkanske bergartene på øya er 500 000 år gamle. Noen vulkanutbrudd er datert til peroiden 1650–1882; de to siste utbruddene fant sted i 1970 og 1985. I 1970 ble et 100 km² stort landareal dekket av aske og 4 km² nytt land ble dannet, helt ned til 300 m dyp. Seinere er halvparten av dette nye arealet erodert bort. Lavaproduksjonen fra 1985-utbruddet var i omfang bare 1 % av det fra 1970 (Gabrielsen et al. 1997). Både de gamle og de helt ferske vulkanske områdene har sitt særpreget, ulik vanlige tundradominerte områder. Vulkanen Beerenberg på Jan Mayen, 2277 m høy, er verdens nord-

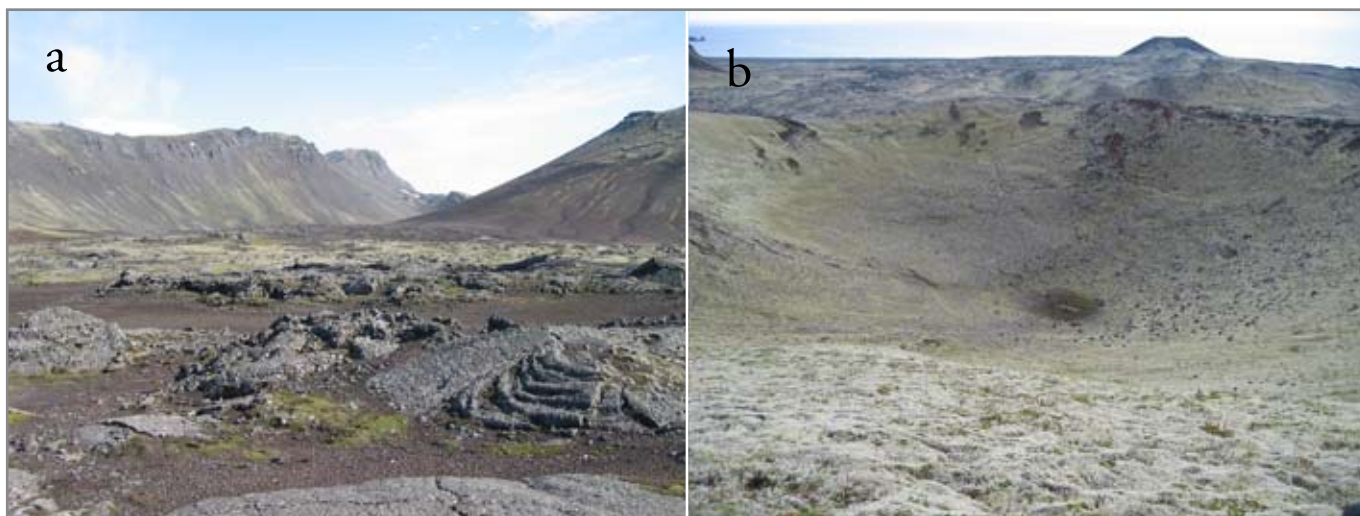


Fig. 38. Lavamark dekker størstedelen av Jan Mayen. Den dominerende mosearten på lavamark er heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*). (a) Område med unge lavastrømmer. (b) Krater. Foto: Børge Widding Larsen.

ligste aktive vulkan.

Det eneste andre området i Norge som er beskrevet med lavamarka slik den finnes på Jan Mayen, er vulkanen Sverrefjellet ved Bockfjorden på Svalbard. Dette er også en relativt ung vulkan. Ifølge Skjelkvåle et al. (1989) var den aktiv i perioden mellom 100 000 og 250 000 år siden, selv om russiske forskere har antydnet yngre alder. Geologisk sett er dette ungt, og Sverrefjellet har fremdeles sin regulære kjegleform intakt. Skråningene er dominert av løs og veldrenert porøs tefragrus med store innslag av gulgrønne olivinstener, avsatt under tidligere utbrudd. Den vulkanske geomorfologien er helt dominerende, og vulkanen Sverrefjellet på Svalbard regnes derfor som det eneste området i Norge med lavamark, i tillegg til at nesten hele Jan Mayen kommer i denne kategorien. De mest typiske lavafeltene har porøs, størknet lava uten noe jordlag. Gjennom primær suksesjon dekkes etter hvert lavaen av svulmende matter av heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*), liksom på høytliggende unge vulkanske områder i hele verden. Gjennom videre suksesjon vil gråmosestrøet som dannes i overgangen mellom mose og lava etter hvert gi opphav til en organisk jord som muliggjør etablering av karplanter. Men suksesjonen på disse lavamarkene gjennom nærmere 10 000 år etter siste istid har ikke ført til overgang mot 'normal tundra' (økosystem-hovedtype 'fjellhei og tundra'; se **G2ak**). Selv på de geologisk eldste delene av Jan Mayen er det gråmosematene som dominerer, de er bare tykkere her enn andre steder (B.W. Larsen, pers. medd.). Etablerte karplantebestander finnes, men blir for øyer å regne i det heigråmose-dominerte landskapet. Også skråningene av Sverrefjellet har beholdt sitt særpreg til tross for at det er lang tid siden vulkanen var aktiv.

I mosaikk med lavafeltene finnes ofte avsetninger av veldrenert grus og sand. Mange av disse er så ustabile selv etter lang tid at de nesten er uten vegetasjon. Mange områder på Jan Mayen har dramatiske terrengformasjoner. Siden særpreget på lavamarka har blitt beholdt selv

etter et suksesjonsforløp som har vart hele den postglasiale perioden, defineres ikke bare inntil 300 år gamle lavaområder innenfor hovedtypen, men også områder som hadde sin vulkanske aktivitet for noen hundre tusen år siden. De eneste områdene på Jan Mayen som ikke inngår i lavamark er områder der en annen økoklin har tatt over som dominerende miljøfaktor. Dette gjelder kunstmarka rundt stasjonsanlegget på øya, havstrand, innsjøer, og et mindre fuglefjellsområde.

G2i Nøkkelpunkt 7: Skillet mellom flommark og annen fastmark

Kommentar 1– Drøfting av flommarksbegrepet. Flommark er definert som fastmarksareal i flomsonen, som i noen grad er utsatt for vannforårsaket erosjon eller sedimentering (se **NiN BD 6: Artikkel 14: A** for beskrivelse av geomorfologiske prosesser i og i tilknytning til rennende vann). Flommark omfatter altså ikke all fastmark i flomsonen, fordi definisjonen inneholder et tilleggskrav om vannforårsaket forstyrrelse. All fastmark i flomsonen langs hurtigstrømmende større elver [vann med betydelig bevegelsesenergi; se **NiN BD 6: Artikkel 14: B** og **NiN BD 4: H1** om økoklinen BE – (vannets) bevegelsesenergi] vil falle inn under definisjonen av flommark, også områder som regelmessig påvirkes av fossesprut. Mark i flomsonen som ikke faller inn under flommarksdefinisjonen vil derfor først og fremst finnes langs sakteflytende elver og innsjøer, der eneste virkning av periodisk flom vil kunne være kortvarig oversvømmelse, som ikke eller i ubetydelig grad setter spor i artssammensetningen. Det er behov for ytterligere presisering av denne avgrensningen.

G2j Nøkkelpunkt 8: Flomskogsmark

Flomskogsmark omfatter skogsmarksarealer i flomsonen, først og fremst langs større elver, som i noen grad er utsatt for vannforårsaket forstyrrelse (erosjon eller sedimentasjon). Flomskogsmarka utgjør dels et (langvarig) trinn langs en suksesjonsgradi-



ent på elvesedimenter og/eller et stabilt trinn langs en gradient i vannforårsaket forstyrrelse på flommark der det er balanse mellom sedimentasjon og erosjon. Flommark huser skog når vannets forstyrrelseeffekt er lav nok til at vedvekster klarer etablere seg og opprettholde stabile bestander over tid. Flomskogsmark finnes oftest som en sone mellom åpen flommark og annen fastmark på landsiden av flommarkssonen (Fig. 39).

Kommentar 1 – Avgrensning av flomskogsmark mot åpen elveør. Grensa mellom de flomskogsmark og de to hovedtypene av åpen flommark (elveør og fosseberg) følger grensa mellom åpen mark og skogsmark (se B3d og Fig. 39a). Flomskogsmark er presist definert som 'fastmarksareal i flomsonen som bærer skog (av trær, lave trær eller store busker) eller som i nær fortid har båret og i nær framtid forventes å bære skog (omfatter mark som har båret skog og som ikke har vært utsatt for forstyrrelse, inngrep eller liknende som forhindrer utvikling av ny skog)'. At skogsbegrepet forutsetter bestander av trær, lave trær og/eller busker innebærer at skogen må ha middelhøyde 2 m. Forskjellen mellom åpen flommark og flomskogsmark kommer også til uttrykk som grensa mellom trinn 3 (sterkt utsatt) og 2 (moderat utsatt) langs økoklinen VF – vannforårsaket forstyrrelse (se NiN BD 4: H2).

Elveør skiller seg fra flomskogsmark ved at massebalansen (hvorvidt erosjon eller sedimentasjon er dominerende som geomorfologisk prosess) er en viktig økoklin. I flomskogsmarka er det normalt balanse mellom erosjon og sedimentasjon, og begge prosesser er relativt svake (se NiN BD 6: Artikkel 14: B).

G2k Nøkkelpunkt 9a: Åpen elveør

Åpen elveør omfatter åpne fastmarksarealer med liten helning i flomsonen, først og fremst langs større elver, som i større eller mindre grad er utsatt for vannforårsaket erosjon (av bre- eller elvesedimenter) eller sedimentasjon (av elvetransportert materiale). Flommarka forblir åpen når vannets forstyrrelseeffekt er så sterk at vedvekster ikke klarer etablere seg og/eller opprettholde stabile bestander over tid. Økologiske årsaker til dette kan være vann- og iserosjon av elvesedimentene (som blir sterkere mot elveløpet) og sterk sedimentering. Særlig stor utstrekning har åpen elveør på elvesletter (innlandsdeltaer), langs større elver i flate dalbunner, særlig der elver møtes.

3

Fig. 39. Flomskogsmark. (a) Grøvu sitt utløp i Driva (Romfo, Sunndal, Møre og Romsdal). Elveløpet kranses nær utløpet av steindominert åpen elveør som er mer eller mindre vegetasjonsfri, innenfor den ne finnes store partier med flomskogsmark dominert av gråor (*Alnus incana*). (b) Baserik, høgstausedominert flomskogsmark på 'øy' i elveløp. Dominerende treslag er selje (*Salix caprea*) og gråor (*Alnus incana*). Mørkrisdalselvi, som er en breelv, her fotografert i en periode med høy vannføring (Fortun, Luster, Sogn og Fjordane). (c) Flomskogsmark i form av vier- og pilekratt (*Salix* spp.) forekommer langs store elver på søndre Østlandet. Her karakteristisk sonering langs Nitelva ved Sørumsneset (Lillestrøm, Skedsmo, Akershus): Gråseljekratt (*Salix cinerea*) innenfor helofyttbelte (økosystem-hovedtype eufotisk ferskvannsbøtunn). Foto: Rune Halvorsen

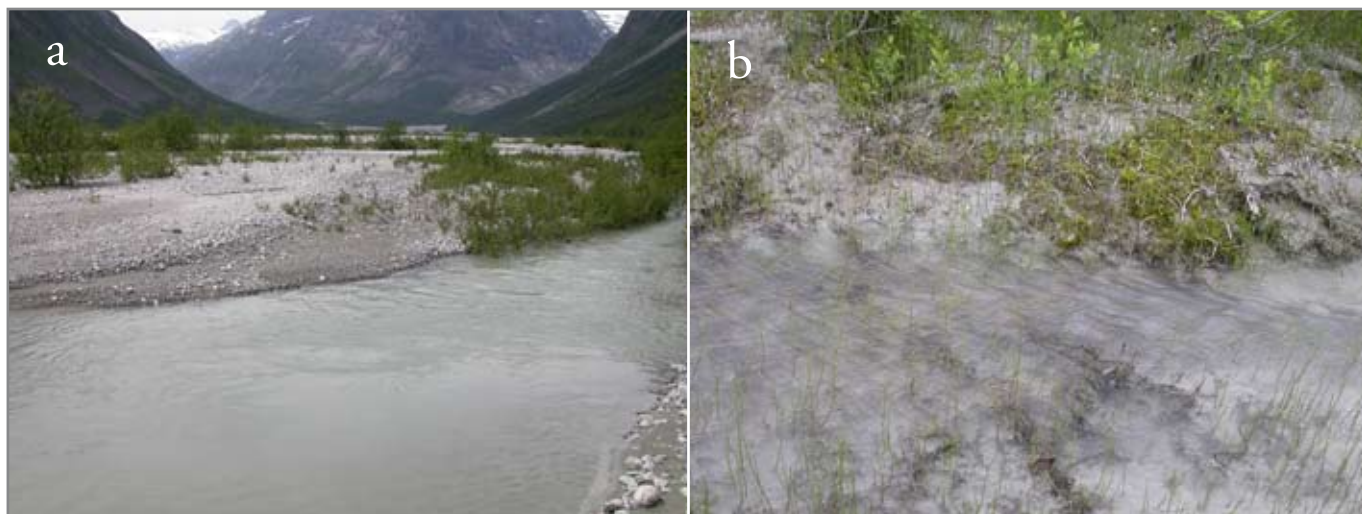


Fig. 40. Åpen elveør, eksemplifisert ved sanduren på Fåbergstølsgrandane (Jostedalen, Luster, Sogn og Fjordane). (a) Oversiktsbilde. (b) Detalj fra samme, med spredt vegetasjon, deriblant moseputer. Foto: Rune Halvorsen.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av åpen elveør. Åpen elveør finnes langs større elver, særlig på elvesletter i nedre deler av elveløpet der dalene flater ut og flommarka får stor horisontal utstrekning (for eksempel Øyeren-deltaet i Glomma); på slake dalpartier i innlandet, for eksempel omkring deltaer der ei elv munner ut i en annen [for eksempel Follas delta i Glomma i Alvdal (Hedemark); Grimsas delta i Folla i Folldal (Hedemark), Visas delta i Otta i Lom (Oppland) og Grøvus utløp i Driva i Sunndal (Møre og Romsdal); se Fig. 39a]. Vegetasjonen på åpen elveør i Sør- og Midt-Norge er beskrevet i større arbeider av Galten (1978), Klokk (1980, 1981) og Fremstad (1981). Store sedimentasjonsflater som over lengre tid forblir åpne og der det skjer en netto sedimentering av sand og grus finnes der breelver går gjennom flatt landskap. Disse blir betegnet **sandurer**. Det best utviklete sandurområdet i Norge er Fåbergstølsgrandane i Jostedalen (Fig. 40; se Odland et al. 1989).

Kommentar 2 – Avgrensning av åpen elveør mot flommarksskog. Se **G2j** kommentar 1.

Kommentar 3 – Avgrensning av åpen elveør mot fosseberg. Åpen elveør er knyttet til sedimenter med liten helning langs større elver, med dominerende kornstørrelse opp til og med stein (men oftest omkring grus). Fosseberg omfatter derimot hellende blokkdominerte områder og fast fjell (inkludert hyller og jorddekt åpen mark) som kan variere i helning fra liten til sterk. Typiske fosseberg er mer eller mindre vertikale bergflater i flomsone langs hurtigstrømmende elver, først og fremst langs fosser og stryk der et større areal blir regelmessig påvirket av fossesprut. Fosseberg omfatter også mer eller mindre sterkt hellende jorddekte områder med finere sedimenter når disse som forekommer i tilknytning til fosser og stryk. Åpen elveør består følgelig av elveavsetninger (se **NiN BD 6: Artikkel 14: A**) mens fosseberg består av fast fjell eller nedre del av ur (eller skredmark; se **NiN BD 6: Artikkel 11** for omtale av massebevegelse i skrån timer som geomor-

fologiske prosess) som regelmessig utsettes for fossesprut.

G2I Nøkkelpunkt 9b: Fosseberg

Fosseberg omfatter åpne fastmarksarealer i flomsone langs hurtigstrømmende elver, først og fremst dominert av fast fjell. Fosseberg kan være mer eller mindre vertikale bergflater langs fosser og stryk der et større areal blir regelmessig påvirket av vannsprut, samt større fossesprutpåvirkete områder rundt foten av fossen (Fig. 41). Fosseberg inkluderer også hyller og jorddekt åpen grunnlendt mark i fossesprutsonen, som kan huse en frodig karplantevegetasjon (fosse-enger). Disse fosse-engene forutsetter et konstant fuktig mikroklima, men leveforholdene er spesielle på mange måter. Om sommeren er temperaturen gjennomgående lavere enn i omgivelsene, og om vinteren forekommer ofte innfrysing i is. Fuktingen avtar langs en gradient vekk fra fossen (Fig. 41a), parallelt med avtakende dråpestørrelse (fra tunge dråper nær fossen til fint 'fosseyr' lenger unna) og tilførselsfrekvens av fossesprut. Økosystem-hovedtypen fosseberg omfatter også mer eller mindre sterkt hellende, mer eller mindre jorddekte områder med finere sedimenter som forekommer i tilknytning til fosser og stryk, først og fremst nedre deler av ur (eller skredmark), oppstått som resultatet av massebevegelse i skrån timer (Fig. 41b).

Kommentar 1 – Avgrensning av fosseberg mot åpen elveør. Se **G2k** kommentar 3.

Kommentar 2 – Avgrensning av fosseberg mot bergknaus, bergvegg, ur og skredmark. Grensa for fosseberg mot de åpne fastmarks-hovedtypene bergknaus, bergvegg, ur og skredmark følger øvre/ytre grense for flomsone, det vil si ytre grense for regelmessig påvirkning av fossesprut. Ofte vil imidlertid den ytre grensa for fosseberg være relativt skarpt markert som grense mot skogsmark.

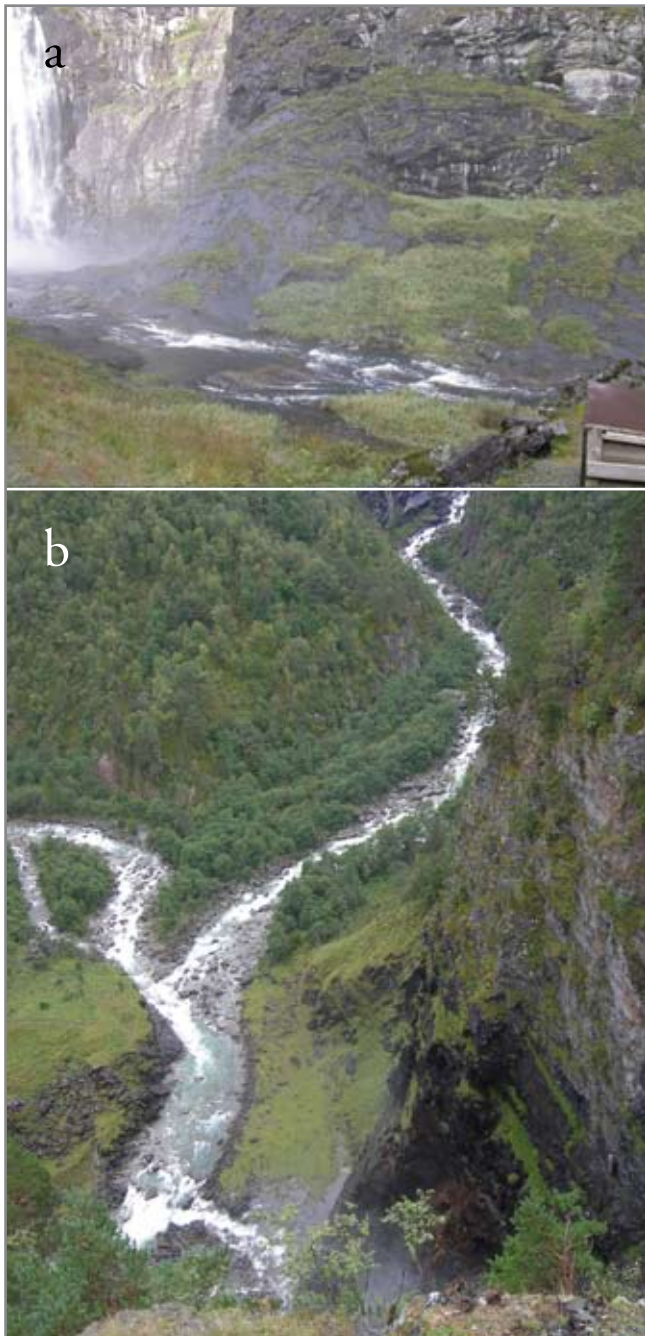


Fig. 41. Fosseberg. (a) Sprutsonen nedenfor Skjervefossen (Granvin, Hordaland), *Fosseberg* kjennetegnes ved at vegetasjondekningen øker med økende avstand fra fossen. Ved Skjervefossen, som er en stor foss, finnes store arealer med åpen (ikke tresatt) mark (*fosseberg*). **(b)** Åmotan, sjuelversmøtet ved Jenstad i Grøvdalen, som har store arealer med *fosseberg* på grunn av at fin sprut fra Svøufallet (like til høyre for bildekanten) spres ut over et større område. Bildet er tatt fra Fjellgarden, Romfo, Sunndal, Møre og Romsdal. Foto: Rune Halvorsen.

G2m Nøkkelpunkt 10: Breforland og snøavsmeltingsområder

Breforland og snøavsmeltingsområder omfatter fastmarksarealer som har smeltet fram etter lille istids maksimum, det vil for det norske fastlandet si etter ca. 1750, for norske områder i Arktis enda seinere.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikkk av breforland og snøavsmeltingsområder. Norske is- og snøavsmelt-

ingsområder har en helt spesiell historie. På fastlandet startet blottlegging av tidligere bredekt mark etter 'lille istidsmaksimum' omkring 1750, på Svalbard til dels noe seinere. Dagens breforland (inkludert snøavsmeltingsområder) er altså lagt åpne for primær suksesjon gjennom en periode kortere enn 250 år, og breforland-arealene har derfor ikke den samme lange utviklingshistorien som andre områder i og nær fjellet. Innenfor breforlandet finnes betydelig variasjon i lokale økologiske forhold og organismesamfunn, ikke minst fordi breforland finnes over et stort spenn av vegetasjonssoner. Breforland utgjør størst arealandel i nordboreal og alpine soner (Fig. 42a), men finnes unntaksvis helt ned til sørboreal sone (Fig. 42b). Den store regionale variasjonen i hastigheten på økologiske prosesser er en vesentlig årsak til variasjonen innen breforlandet, og en annen vesentlig kilde til variasjon er tid siden framsmelting. Innenfor breforlandet finnes samme kombinasjoner av klimatiske forhold og berggrunn/løsmasser/fuktighetsforhold som på 'gammel mark' like utenfor breforlandet (der det finnes våtmarker og en rekke ulike typer åpen fastmark, samt skogsmark i boreale soner). Likevel skiller breforlandet seg vesentlig fra slik 'gammel mark' ved å mangle velutviklet jordsmonn (og jordprofil). Dette gjelder både på fastmark og våtmark. Typisk er jordsmonnet (over eventuell mineraljord) i breforlandet usjiktet og bare noen få cm tjukt, og ofte mangler sjikt med høyt innhold av organisk materiale. Det er uvisst hvor lang tid breforlandet trenger for å utvikle økosystemer som med hensyn til egenskaper ikke kan skilles fra fjellhei, tundra og snøleier, fastmarksskogsmark, kildesig og myr, men sannsynligvis dreier det seg om vesentlig mer enn 250 år. Dagens breforland vil derfor i overskuelig framtid bevare distinkte karaktertrekk som for eksempel jordsmonnutvikling, til tross for at vegetasjonstyper med overflatisk likhet med vegetasjonen på tilsvarende arealer utenfor breforlandet kan utvikle seg på mindre enn 250 år. Eksempelvis finnes i breforlandet framfor Nigardsbreen (Jostedal, Luster, Sogn og Fjordane) vegetasjon med overflatisk likhet med vegetasjonen i myrer, kildesig, fastmarks- og torvmarksskoger, som alle har et svært grunt jordsmonn (under 10 cm); se **NiN BD 2: Fig. 41**). Et tilleggsargument for å betrakte breforland og snøavsmeltingsområder som egen økosystem-hovedtype er at arealdekingen (og endringen i arealdeking) av blottlagt mark er av spesiell interesse i ei tid med global oppvarming, som indikator på balansen mellom økt vinternedbør og økt sommeravsmelting.

Kommentar 2 – Arealutvikling for breforland og snøavsmeltingsområder i Norge. Arealet som dekkes av breforland og snøavsmeltingsområder har økt gradvis fra 0 ved slutten av den lille istida (ca. 1750) og fram til i dag. Eksakte arealtall for denne økosystem-hovedtypen i Norge i dag finnes ikke. Dersom avsmeltingen forsetter med samme hastighet som i dag, vil arealet av breforland og snøavsmeltingsområder fortsette å øke i kommende tiår (se **G2a**

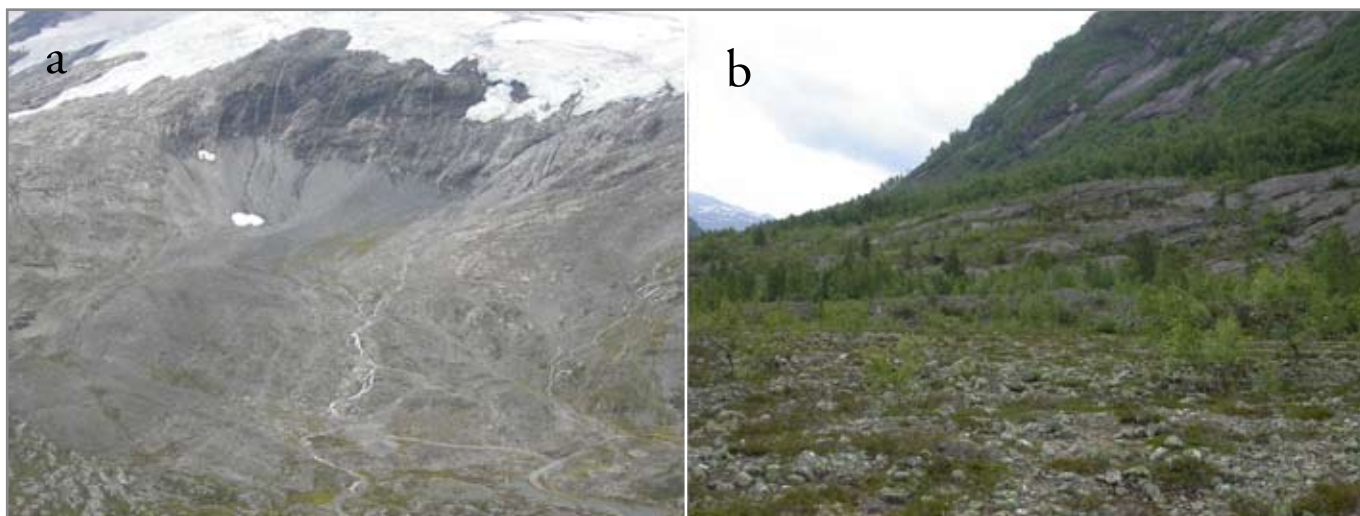


Fig. 42. Breforland og snøavsmeltingsområder. (a) Skjerdingsdalsbreen (bilde tatt fra Dalsnibba, Geiranger, Stranda, Møre og Romsdal); bre i rask tilbaketrekning (botnen under breen hvor en liten skavl er synlig på bildet står avmerka som bre på kart fra 1995). Foran i bildet er ulike morenetrinn synlige. Sparsom vegetasjon kan sees noen steder. Bak i bildet synes rester av breen som fortsatt dekker toppen av fjellet. (b) Sørvestsida av breforlandet foran Nigardsbreen, som ligger i sørboreal sone. Marka, som smeltet fram like etter 1750, er til dels fortsatt åpen, men etablering av vegetasjon pågår. Oppi lisida sees 'trimline', linja som skiller tidligere isdekt areal (breforland og snøavsmeltingsområder) fra arealer som ikke har vært dekket av is på flere tusen år. 'Trimline' er synlig som en skarp grense mellom skog og åpen mark.. Nigard, Jostedalen. Luster, Sogn og Fjordane. Foto: Rune Halvorsen.

kommentar 2).

G2n Nøkkelpunkt 11: Skillet mellom kystnære, åpne, kvartærgeologisk unge områder og annen fastmark

Kommentar 1 – Avgrensning av kystnære, åpne, kvartærgeologisk unge områder mot annen fastmark. Dette nøkkelpunktet skiller ut de karakteristiske kystnære økosystemene som på grunn av landheving etter siste istid (se NiN BD 6: Artikkel 3) har gått fra å være saltvannssystemer via fjæresonen til å bli fastmark (på land), og som fortsatt har karakter av å være åpne (ikke dekket av skogsmark; se NiN BD 6: Artikkel 4) og kvartærgeologisk unge – det vil si uten et velutviklet jordsmonn og fortsatt i primær suksisjon ('sand-, grus- og steinstrender'). Lengden på den perioden disse systemene forblir åpne bestemmes av en rekke faktorer, slike som substratets egnethet for kolonisering (avtar med økende kornstørrelse og med økende vindeksponering).

Oftest grenser arealene som kjennetegnes som 'åpne og kvartærgeologisk unge' nedad mot fjæresonen, men de kan også forekomme til dels langt fra havet, i form av gamle strandlinjer som av ulike grunner (for eksempel svært sterk vindrosjon, beiting el.l.) har forblitt åpne. Vakre eksempler på systemer av gamle strandlinjer finnes flere steder, blant annet på vestsiden av øya Leka (Leka kommune, Nord-Trøndelag; Fig. 43a). Gamle strandlinjer som har beholdt karakteren av sand-, grus- eller steinstrender hører inn under 'kystnære, åpne, kvartærgeologisk unge områder'.

G2o Nøkkelpunkt 12a: Kystnær grus- og steinmark

Kystnær grus- og steinmark omfatter åpne

2

områder, fortrinnsvis nær kysten, med mark dominert av grus og stein ('grus- og rullesteinstrender'). Innenfor kystnær grus- og steinmark finnes variasjon fra vegetasjonsfri mark til mer eller mindre etablert vegetasjon, avhengig av graden av vindeksponering og dominerende kornstørrelse. Kystnær grus- og steinstrand omfatter arealer i mer eller mindre langsom primær suksisjon, blant annet drevet av landhevingen (Fig. 43).

Kommentar 1 – Avgrensning av kystnær grus- og steinmark mot sanddynemark. Kystnær grus- og steinmark er formet av bølgeenergi (først og fremst utvasking av finmaterialet i sedimenter; se kommentar 3) mens marka fortsatt befant seg i fjæresonen, til dels også mens den var saltvannsbunn. Kystnær grus- og sandmark og sanddynemark kjennetegnes ved en dominerende kornstørrelse større enn 2 mm, det vil grus og grovere (se NiN BD 4: E3, om økoklinen KO). Større forekomster av finere løsmasser vil, dersom de ikke utsettes for sterke vinder i tørr tilstand, være relativt stabile, raskt akkumulere organisk materiale og utvikle seg til en eller annen type skogsmark eller våtmark. I Norge vil løsmasser med dominerende kornstørrelse finere enn 1/16 mm (silt og leire; se NiN BD 4: E3) i de aller fleste tilfeller være stabile, fordi de konsolideres på grunn av høyt fuktighetsinnhold. I et tørrere klima, som for eksempel i et belte fra Sørøst-Europa gjennom Sentralasia til Nord-Kina, vil derimot slike fine sedimenter (løss; som er breavsetninger fra siste istid) periodevis tørke helt ut og i tørr tilstand ligge åpne for transport med sterke vinder. I Norge vil derimot sanddominerte løsmasser (kornstørrelser mellom 1/16 og 2 mm) som utsettes for vinder som er sterke nok til regelmessig massetransport av sand (se NiN BD 6: Artikkel 17 for mekanismer) og som gjerne også får tilført ny sand fra havet kunne huse økosystem-typen sanddynemark. De karakteristiske sanddynesystemene skiller seg fra andre



Fig. 43. Kystnær grus- og steinmark. (a) Rullesteinstranda på Mølen (Berg, Brunlanes, Larvik, Vestfold), som er en del av det store raet. Steinmarka strekker seg her fra fjæresonen langt opp på land, der den stedvis er i ferd med å vokse til med lave kratt, bla. av einer (*Juniperus communis*), hassel (*Corylus avellana*) og slåpetorn (*Prunus spinosa*). **(b)** Gammel strandlinje dominert av rullestein (avrunda steiner), ca. 70 m.o.h., på Leka (Ø f Steine, Skei, Leka, Nord-Trøndelag). Bak i bildet møter den 'fossile' rullesteinstranda en olivinsteinsur (karakteristisk ved sin rødbrune farge). Store enkeltblokker har rullet ut i steinmarka, men de enkelte steinenes opphav er lett å skille på grunnlag av form (steinene i ura er kantete og øker i størrelse nedover i ura), farge, og plassering. Foto: Rune Halvorsen.

kystnære åpne økosystemer ikke bare ved at den dominerende kornstørrelsen er sand, men også ved at økoklinen dynestabilisering (DS; se NiN BD 4: I2), til dels også massebalanse (MB, økoklinuttrykk vinddeflasjon; se NiN BD 4: H3); er viktig kilde til lokal miljøvariasjon.

Kommentar 2 – Avgrensning av kystnær grus- og steinmark mot andre hovedtyper av økosystemer. Åpen grus- og

steinmark kan også forekomme naturlig et godt stykke fra kysten (gamle strandlinjer), når sterk vindvirkning holder marka åpen (se G2n kommentar 1; Fig. 43b). De aller fleste tilfeller av åpen grus- og steindominert mark langt fra kysten (men under skogrensa) er imidlertid resultatet av inngrep (grustak, steinbrudd, områder lagt åpne for erosjon etter hogst eller annen virksomhet). Inngreppsskapte åpne områder med grus eller grovere som dominerende kornstørrelse typifiseres som kunstmark (konstruert fastmark).

Kystnær grus- og steinmark skiller seg fra ur og skredmark ved å være formet av bølgevirkning på grove sedimenter i et kystmiljø, mens ur og skredmark er formet av massebevegelse i skrånninger (se NiN BD 6: Artikkel 11). Kystnær grus- og steinmark forekommer i relativt flatt terreng, mens ur og skredmark typisk har en helning mellom 30 og 40 grader.

Kystnær grus- og steinmark skiller seg fra de to hovedtypene av åpen blokk- og steinmark som utvikles på fastmark ved dannelses måte; forvitningsblokkmark er dannet ved forvitring mer eller mindre direkte på underlaget og breavsetningsblokkmark består av bresedimenter som er naturlig grove eller utvasket gjennom lang tid i et terrestrisk miljø.

Kommentar 3 – Prosesser som gir opphav til kystnær grus- og steinmark. Kystnær grus- og steinmark finnes først og fremst på steder der sedimenter tilført fra landsida (blant annet elve- og bretransporterte sedimenter) ved et gitt tidspunkt befinner seg i strandlinja. Disse sedimentene utsettes for erosjon drevet av bølgeenergi (se NiN BD 6: Artikkel 14: C). Over tid vil fine kornstørrelsesfraksjoner, hvor fine avhenger av hvor stor energi som tilføres, vaskes ut mens grovere sedimenter blir att. Kornstørrelsesfordelingen innenfor kystnær grus- og steinmark bestemmes derfor både av størrelsesfordelingen på opprinnelsessedimentene og av bølgeeksponeringen i perioden systemet ble formet. Maksimal helning på marka vil også være en funksjon av bølgeenergien; desto større bølgeenergi, jo større helning og grovere substrat (Sulebak 2007).

G2p Nøkkelpunkt 12b: Sanddynemark

Sanddynemark omfatter åpne områder, fortrinnsvis nær kysten, med ustabilt sanddominert substrat. Sanddynemarka er et helt særpreget, dynamisk system betinget av tilførsel av ny sand (oftest fra havet) som vindtransporteres innover land. Langs en gradient fra hav til land (dynestabiliseringsgradienten, som til dels er en primær suksessjonsgradient) avtar sandtilførselen, substratstabiliteten øker og et jordsmonn bygger seg gradvis opp. Sanddynemarka blir derfor mer stabil innover og vil etter hvert, om den ikke omformes til kultur- eller kunstmark, utvikle seg til skogsmark. Sanddynemark er knyttet til relativt sterkt eksponert kyst, men finnes langs store deler av norskekysten.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av sanddyne-



Fig. 44. Sanddynemark. (a) Stabiliserte dyner (brune dyner) i sanddyner på Brusand, Ognå, Hå, Rogaland. Havet skimtes bak i bildet. (b) Eroderte sanddyner (bak i bildet). Foran: Sandstrand (fjæresonen; økosystem-hovedtype sand-, grus- og steinstrand). (c) Sanddynemark i 700 meters høyde, i slakt parti i øvre del av stort sandskredområde langs Folla, der marka er slakere og sandflukt heller enn sandutrasing er viktigste geomorfologiske prosess. Naturens preg minner sterkt om det eroderte sanddyneområdet i (b). Grimsmoen, Folldal, Hedmark. Foto: Rune Halvorsen.

mark. Sanddynemark er et svært karakteristisk økosystem, betinget av sandtilførsel fra havet og formet av vinden (Fig. 44a–b). Elementer av en utfyllende karakteristikk er gitt i NiN BD 4: I2; økoklinen DS – dynestabilisering fanger opp variasjonen innen sanddynemarka fra fjæresonegrensa til stabil mark innenfor dynene, og be-



Fig. 45. 'Sanddynene' på Røros (Sør-Trøndelag), forårsaket av avskoging i forbindelse med gruvedrift. Sanddominert fastmark som er resultatet av inngrep typifiseres som *konstruert fastmark*. Foto: Rune Halvorsen.

skriver involverte prosesser (se også NiN BD 6: Artikkel 17 om vinden som miljøfaktor og geomorfologisk agens – aeoliske prosesser).

Kommentar 2 – Avgrensning av sanddynemark mot kystnær grus- og steinmark. Se G2o kommentar 1.

Kommentar 3 – Avgrensning av sanddynemark mot andre hovedtyper av økosystemer. Sanddynemark kan også forekomme naturlig som fragmenter et godt stykke fra kysten (gamle strandlinjer), når sterk vindvirkning holder marka åpen (se G2n kommentar 1). Sanddynemark kan også forekomme på flate sanddominerte banker ovenfor flomsone langs elver, som er utsatt for de samme prosessene som i kystnær sanddynemark (f.eks. langs Tanaelva i Finnmark) virker.

Elver som graver seg gjennom sanddominerte morener vil også gi opphav til sanddominert mark. Oftest vil denne formes av prosesser som bevirker massetransport i skråninger (se NiN BD 6: Artikkel 11) og typifiseres som skredmark (se G2w). Men unntaksvis kan det i forbindelse med store sandskredområder forekomme flater områder der vindtransport av sand er viktigste landformdannende prosess, slik som i Folldal (Fig. 44c). Slik mark skal typifiseres som sanddynemark.

De aller fleste tilfeller av åpen sanddominert mark langt fra kysten er imidlertid resultatet av inngrep (sandtak) eller som er lagt åpen for erosjon etter at skogsmark på sanddominert mark har blitt avskoget el.l., for eksempel som på Røros som følge av tømmerhogst til gruveindustrien (Fig. 45). Inngrepskapte åpne områder med sand som dominerende kornstørrelse typifiseres som kunstmark (konstruert fastmark).

G2q Nøkkelpunkt 13: Skillet mellom fastmarksområder betinget av fuglegjødsling og områder som ikke er det

Kommentar 1 – Avgrensning av fastmarksområder betinget av fuglegjødsling mot fastmarksområder som ikke er det.

Fuglegjødsling fastmark skiller seg fra annen åpen fastmark

(beite- og slåttemark, bergvegg og bergknaus, ur, skredmark etc.) ved at stor bestandstetthet av fugl over lang tid har skapt helt spesielle miljøforhold. Fuglene gjødsler marka og forårsaker tilgang på nitrogen og fosfor i et omfang som er unikt i forhold til andre terrestre systemer (uttrykt i økoklinen NG – naturlig gjødsling; se **NiN BD 4: D2**).

Fuglegjødsel har andre kjemiske egenskaper enn for eksempel pattedyrgjødsel, ettersom den er både avføring og urin på samme tid. Nær store kolonier av store sjøfugl (fuglefjell) preger gjødslingseffekten alle (fysiske) livsmiljøer, og resulterer dermed i en karakteristisk artssammensetning også av planter og andre dyr enn fugler. Store og typiske fuglefjell finnes langs kysten fra Herøy på Sunnmøre (Møre og Romsdal) nordover til Øst-Finnmark samt på Svalbard. Fuglefjellene forutsetter nærhet til store fiskebestander. Fuglefjellene som sådan må karakteriseres som en landskapsdel (høyere organisasjonsnivå og grovere skala enn økosystem-nivået, jf. **NiN BD 2: D5a, E3**). Grønlie (1948) beskriver for eksempel hvordan det på hver av fuglefjell-øyene utenfor Røstlandet (Røst, Nordland) finnes naturvariasjon over et vidt spekter av økosystem-hovedtyper som også inkluderer hovedtyper uten preg av fuglegjødsling (bart berg, ur og skredmark etc.). 'Fastmarksområder betinget av fuglegjødsling' omfatter derfor bare økosystemer (mark) med artssammensetning og miljøforhold tydelig betinget av fuglegjødsling (Økoklinen NG, trinn 2–4; **NiN BD 4: D2**).

Det knytter seg stor økologisk og forvaltningsmessig interesse til fuglegjødslet natur i sin alminnelighet og fuglefjellene i særdeleshett.

Fuglegjødslete arealer, for eksempel fuglesteiner, finnes også som elementer i andre landskapsdeler enn de typiske fuglefjellene (økosystem-hovedtyper enn de som er deler av landet, for eksempel i fjellet).

Den typiske mosetundraen, som her er definert som i Elvebakk (1997, 2005) og Vanderpuye et al. (2002), forekommer på Svalbard i den nordarktiske sonen på permafrost i skråninger under fuglefjell (som erstatningssamfunn for fuglefjell-enger i varmere soner), og er klart fuglegjødslingsbetinget. Mosetundrabegrepet har imidlertid blitt brukt i flere meninger (se Vanderpuye et al. 2002), og den typiske mosetundraen er forbundet med andre naturtyper via overganger. Avgrensningen av mosetundra er drøftet i **G2t** kommentar 3.

G2r Nøkkelpunkt 14: Fugleberg

Fugleberg omfatter nakent berg (det vil si uten jordsmonn) med langsom primær suksessjon og en artssammensetning som tydelig gjenspeiler regelmessig fuglegjødsling.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av hovedtypen. Fugleberg er klipper og bergknauser som skiller seg fra normale berg på grunn av fuglegjødsling (høy tilgang på nitrogen og fosfor). De er av to hovedtyper, avhengig

av hvilke sjøfugler som er de viktigste som hekker der. Krykkje (*Rissa tridactyla*) hekker i svært tette kolonier. Gjødselsvirkningen kan bli så sterk at berget fulstendig domineres av fugler, hvit guano og reirmateriale. Giftvirkningen av de høye gjødselskonsentrasjonene gjør at det praktisk talt ikke finnes lav i velutviklede deler av krykkjekolonier. Det er også en steril sone like under bergrota dominert av nedfalt reirmateriale og med veldig kraftig gjødselskonsentrasjon.

Fuglefjell dominert av alkefugler, stormfugler og andre måker har ikke en slik reirtetthet. Gjødselsnivået er kraftig, men begunstiger en kraftig vekst av lav, i første rekke rødberglav (*Xanthoria elegans*), men også andre oransjefargete arter i messinglavfamilien, samt andre ornithokopprofile ('fuglegjødsel-elskende') lav. På Svalbard er fargeforskjellen mellom de hvitaktige krykkje-fuglebergene og de oransje alkefugl-bergene (Fig. 46) synlig på mange kilometers hold, lenge før en kan skilne fugleartene. Gjødslingsintensiteten er en viktig kilde til variasjon innen fugleberg (trinn 2–4 langs økoklinen fuglegjødsling – FG).

Fugleberg forekommer mest typisk (og dekker størst sammenhengende arealer) i fuglefjell langs kysten fra Møre og Romsdal og nordover, men finnes også flekkvis på strandberg og blokker langs hele kysten. I innlandet og i fjellet forekommer fuglesteiner som økosystem-del i andre økosystem-hovedtyper.

Kommentar 2 – Avgrensning av fugleberg mot fuglefjell-eng. Forskjellen mellom fugleberg og fuglefjell-eng er den samme som mellom bergknaus og åpen grunn naturmark. Bergknaus (og fugleberg) mangler jordsmonn og er dermed dominert av steinboende (epilittiske) arter, først og fremst lav (moser er vanlig i bergknaus, men skyr fuglegjødslete steder), mens åpen grunn naturmark (og



Fig. 46. Fuglefjell ved Blomstrand på vestsiden av Spitsbergen. I et fuglefjell finnes normalt økosystem-hovedtypene *fugleberg* og, under fuglefjellet, *fuglefjell-eng*. Foran i bildet: Kalksteinsknaus (økosystem-hovedtype *bergknaus*). Foto: Arve Elvebakk.



fuglefjell-eng) er dominert av jordboende arter.

G2s Nøkkelpunkt 15a: Fuglefjell-eng

Fuglefjell-eng omfatter åpne engpregete områder (det vil si områder med jordsmonn) med en artssammensetning som tydelig gjenspeiler regelmessig fuglegjødsling.

3

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikkk av hovedtypen.

Fuglefjell-enger omfatter jorddekt fastmark i fuglefjell (Fig. 46). Fuglefjell-enger har få eller ingen eksklusive plantearter, og har gjennomgående en flora som er fattig på arter (både karplanter og moser). Dette skyldes at mange engarter ikke tåler de høye nitrogen- (og fosfor)konsentrasjonene som fuglegjødslingen medfører (jf. Grønlie 1948). Fuglefjell-engene er likevel ofte særdeles frodige fordi de få artene som tåler dette spesielle miljøet også evner å utnytte den høye tilgangen på nitrogennæring til høy produksjon. Det finner normalt sted minimal akkumulering av organisk materiale i fugleengene fordi nedbrytningen er rask (men se **G2t** om mosetundra og forskjeller mellom fuglefjell-enger og mosetundra).

Fuglefjell-engene er typisk utformet som skråninger under fugleberg, med en mosaikk av ulike utforminger, både betinget av variasjon i gjødselskonsentrasjon og andre økokliner, særlig vannmetning og berggrunnsegenskaper (økoklinen SB –syre-basestatus; se **NiN BD 4: D1**). Den sistnevnte faktoren er ikke så markant på fastlandet, der kystfjellene stort sett består av harde bergarter. Men på Svalbard finnes også fuglefjell på kalkstein og marmor, og en art som polarsaltgras (*Puccinellia angustata*) kan dominere totalt på tørre steder under kalkholdige fuglefjell. Polarskjørbusurt (*Cochlearia groenlandica*) og fjellsyre (*Oxyria digyna*) er arter som danne énartsbestander i de sterkest gjødslete delene av fuglefjell-enger. Rødsvingel (*Festuca rubra*) er trolig den viktigste arten i fuglefjell-enger på fastlandet. På Svalbard er fuglefjella viktige for polarrevens mattilgang. En god del insekter, blant andre noen sommerfuglarter, forekommer på Svalbard bare under fuglefjell, som der utgjør varme og høyproduktive eksklaver (utposter) av miljøforhold en ellers bare finner lenger sør.

De typiske fuglefjell-engene er fattige på moser, som generelt disfavoriseres i forhold til karplanter når næringstilgangen er svært stor. Men ved svært lave temperaturer endrer dette seg, slik at det kan utvikles en mosetundra til erstatning for fuglefjell-eng under fuglebergene (se **G2t**).

Kommentar 2 – Avgrensning av fuglefjell-eng mot fugleberg og mosetundra. Se henholdsvis **G2r** kommentar 2 og **G2t** kommentar 3.

Kommentar 3 – Avgrensning av fuglefjell-eng mot beite- og slåttemark. På fastlandet, for eksempel på Røst, er fuglefjell-engene noen steder modifisert av sauebeiting. Hvor beitepreget har overtatt for fuglegjødslingseffekten som viktigste preggivende miljøfaktor, bør engene typifis-

eres som kulturmark (beite- og slåttemark; se **G2f**). Saueholdet på slike vanskelig tilgjengelige øyer er nå imidlertid stort sett helt borte; slike arealer var trolig blant de første til å gå ut av bruk i etterkrigstidas dramatiske omlegging av landbruket. Rimelig intakte, særpregete, fuglegjødslete beitemarksutforminger i fuglefjell vil, om slike i det hele tatt finnes, være svært sjeldne. Trolig er mange allerede degenerert til samfunn dominert av sølvbunke (*Deschampsia caespitosa*). Tilsvarende problemstilling – naturmark eller kulturmark? – finnes også for bergrot-enger i ur og skredmark som, i hvert fall delvis, er betinget av beiting av husdyr og ville dyr. For alle disse typene beitepåvirket natur gjelder prinsippet om at tvilstilfeller skal typifiseres som naturmark (se **NiN BD 2: D3d**).

G2t Nøkkelpunkt 15b: Mosetundra

Mosetundra omfatter særpreget arktisk natur, betinget av permafrost og gjødsling, fortrinnsvis av fugl, men også der stasjonær svalbardrein finnes i høye tettheter. Den mest typiske mosetundraen finnes i skråninger med 5–30° helning under (større) fuglefjell i den nordarktiske sonen på Svalbard. Mosetundraen kjennetegnes ved sammenhengende matter av store, relativt hurtigvoksende moser som ligger direkte på et permafrostlag 20–40 cm under moseoverflata, og i motsetning til i myr og våtmark, ved mangelen av et fritt grunnvannsspeil i det aktive laget.

2

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet mosetundra. Vanderpuye et al. (2002) drøfter begrepet mosetundra ('moss tundra'), som har vært brukt og fortsatt blir brukt i mange ulike betydninger. De foreslår at begrepet avgrenses til arktisk, permafrostbetinget mosedominert mark uten myrkaraktistika. Denne betydningen av begrepet mosetundra ligger til grunn for bruken av begrepet også i NiN. Avgrensning av mosetundra er drøftet i kommentar 3.

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristikkk av hovedtypen. Mosetundra kjennetegnes ved sammenhengende matter av store, relativt hurtigvoksende moser. Den viktigste arten er gullmose (*Tomentypnum nitens*) som ligger direkte på et permafrostlag 20–40 cm under moseoverflata, og (mer eller mindre) ved mangel av et fritt grunnvannsspeil i det aktive laget. Den typiske mosetundraen finnes i moderat til sterkt hellende skråninger (5–30°) under fuglefjell. Fuglegjødslingen forklarer mosemattenes høye produktivitet. En kombinasjon av lave temperaturer (i den nordarktiske sonen) og at mosematta isolerer dypere jordlag mot varme gjør at nedbrytningen blir lavere enn produksjonen, slik at organisk materiale akkumuleres (økoklin AO, økoklinuttrykk C, akkumulering av organisk materiale i permafrost; **NiN BD 4: E1**), også i hellende terreng uten stående grunnvannsstand. Mosetundraen er altså etter definisjonen et torvproduserende økosystem. Vanderpuye et al. (2002) hevder at den typiske mosetundraen økologisk sett mest likner på mosedominerte,



gjødslete (sub)antarktiske systemer enn på myr.

Mosetundra erstatter fuglefsjell-enger i skråningene under bergveggene i fuglefsjell i nordarktisk sone. Lenger sør vil klimaet være varmt nok til at karplanter dominerer og til at nedbrytningen holder tritt med produksjonen av organisk materiale. Elvebakk (2005) figurerer ut fire større mosetundraområder på vegetasjonskart over Svalbard i målestokk 1:3 500 000, men mosetundra er vanlig i alle deler av nordarktisk tundrasone på Svalbard. I mellomarktisk tundrasone finnes mosetundra i svært begrenset omfang, oftest som mindre arealer i nordvendte skråninger, som dels kan ses på som nordarktiske enklaver, eller i sig fra områder med kraftig reinbeiting.

Mosetundra kan også utvikles utenom fuglefsjell, i første rekke der svalbardreinen har store bestander. Svalbardreinen er ikke nomadisk som reinen på fastlandet. I stedet utvikler den et tykt fettlag som gjør at den klarer seg over vinteren med mindre mattilgang enn fastlandstreinen (Tyler & Øritsland 1989). Delpopulasjonene på Svalbard er derfor konsentrert til områder der det både finnes gode vinter- og sommerbeiter, hvor reinen normalt vandrer innenfor et begrenset areal. I slike områder er lav-vegetasjonen allerede nedbeitet, men fettlaget gjør at svalbardreinen, i motsetning til sine frender på fastlandet, har frigjort seg fra nødvendigheten av lavtilgang på vinterbeitene. Vinterstid eter svalbardreinen karplanter, moser og rester av lavvegetasjon. I fravær av predatorer er det perioder med regn vinterstid, som resulterer i at det legger seg ei iskappe over vegetasjonen, som er viktigste bestandsregulerende faktor (Svalbard har et svakt oseanisk element i sitt høyarktiske klima som andre høyarktiske områder mangler). Svalbardreinen ser derfor ut til å være svært godt tilpasset forholdene på Svalbard.

I en situasjon der en reinpopulasjon utnytter en gunstig, avgrenset område sommer som vinter, og har gjort dette gjennom årtusener, er det å forvente at den har satt sitt preg på vegetasjonen, også på andre måter enn ved å beite ned av lavdekket (det kan skje på svært få år). Store mengder avføring som brytes relativt raskt ned, det arktiske klimaet tatt i betraktning, gir stedvis en sterk gjødslingseffekt, men graden av gjødselpåvirkning varierer mye på fin skala og gir vegetasjonen et mosaikkartet preg. Svalbardreinen beiter ikke våtmarkene verken sommer (da står grunnvannet for høyt og er for kaldt, og bedre beiteområder er tilgjengelige) eller vinter (da er de utilgjengelige på grunn av is og snø). Rabbene brukes bare om vinteren, men der brytes den perleforma vintermøkka sakte ned. Det er i det mellomliggende terrenget – der mosetundraen finnes – at de favoriserte beiteplantene finnes og mat er tilgjengelig både sommer og vinter. Mosetundra utvikles i områder med høye tettheter av svalbardrein på lokale steder der marka er fuktig, men ikke våt, der tettheten av både sommer- og vintermøkk er høy, og der nedbrytningen av møkka går relativt raskt. Mosetundra slik den er definert her, utvikles derfor også

i intensivt reinbeitede områder, selv om det her kan være overganger mellom kontinuerlige mosematter, som oftest betinget av gjødslete dreneringsbaner, og mer diskontinuerlig utviklete mosematte-utforminger.

Et spesialtilfelle av mosetundra er mosematte-samfunnene en finner på platåene av Edgeøya og Barentsøya, som er svært tydelig detekterbare på satellittbaserte kart. Disse områdene ligger klimatisk innen polarørken-sonen, men har mye skodde og tilførsel av fuktig luft sommerstid. Disse områdene er vanskelig tilgjengelige og har ikke vært studert de siste tiårene. Studier av Philippi (1973) antyder at de tilhører hovedtypen mosetundra sjøl om de ligger i områder med polarørken-klima.

Et annet moment som forklarer de store forekomstene av mosetundra på Svalbard, er mangelen på smågnagere. Smågnagere som lemen har mose som viktig vinterdiett. Østmarkmus er innført til Colesbukta-området på Svalbard (Fredga et al. 1990) i nyere tid og har en begrenset utbredelse innenfor et område der fuglefsjell-enger og ikke mosetundra dominerer.

Mosetundra, slik den er definert her, har sin hovedutbredelse på Svalbard, trolig også på deler av Novaja Zemlya, men mangler i stor grad i øvrige deler av Arktis. Dette kan forklares ved tre zoologiske hovedkarakteristika på øygruppen:

1. Svalbard er isfritt lenger nord enn øvrige deler av Arktis, og store sjøfuglkolonier finnes derfor under kaldere klima enn i andre arktiske områder.
2. Svalbardreinen er ikke-nomadisk og gir opphav til en akkumulert, kraftig gjødselseffekt over lang tid innen sine favoriserte beiteområder.
3. Mosespisende smågnagere som lemen mangler på Svalbard.

Avgrensning av mosetundra er drøftet i kommentarer 3–5.

Kommentar 3 – Avgrensning av mosetundra mot andre økosystem-hovedtyper betinget av fuglegjødsling. Sjøl om mosetundra erstatter fuglefsjell-eng i den nordarktiske tundrasonen, er de to økosystemene distinkt forskjellige. Fuglefsjell-engene, både på fastlandet og på Svalbard, tørker tidvis opp under varme perioder, og kan ha stor torvakumulering. Den gode energitilgangen, også på Svalbard, gjør at det aktive laget blir så tykt at det dype permafrostnivået ikke har noen vesentlig innflytelse på vegetasjonsutformingen på overflata. Vegetasjonen er dominert av grasarter, med unntak for de sterkest gjødslete områdene, der spesialtilpassede arter som skjorbuksurt (*Cochlearia* spp.) og fjellsyre (*Oxyria digyna*) dominerer. Ekstra fuktige områder på fastlandet kan få et hogstaudepreg, hvor kvann (*Angelica archangelica*) kommer inn (dette er enda mer utpreget i fuglefsjell-enger på Island).

Kommentar 4 – Typifisering av natur på overgangen mellom mosetundra og våtmark. Det finnes imidlertid,



både med hensyn til artssammensetning og miljøforhold, gradvise overganger mellom mosetundra og våtmark. Vanderpuye et al. (2002) drøfter dette inngående med utgangspunkt i materiale av vegetasjonanalyser og miljøobservasjoner fra Sassendalen på Svalbard, i den mellommarktske tundrasonen. Deres 'Tomentypnum nitens-Aulacomium turgidum-samfunn' ('Tomentypnum nitens mosetundra'), som finnes på relativt flat mark i dalbunnen med permafrost 30–40 cm under overflata og som således minner mye om den typiske mosetundraen under fuglefjell. Den er også gjødslingbetinget, med gjødsling fra den stasjonære reinbestanden i Sassendalen som viktig betingende årsak på samme måte som fuglegjødsling er for den typiske mosetundraen under fugleberg. På de slake, reingjødsle områdene spres gjødsel med dreneringen. Her finnes det et grunnvannsspeil ca. 25 cm under markoverflata, i gjennomsnitt stående 14 cm over grensa for det aktive laget. Men et 25 cm grunnvannsfritt lag gjør at det er fuktdynamikken i moselaget over, og ikke den direkte vannregulerende effekten av grunnvannet, som karakteriserer vegetasjonsutformingen. Som for mosetundra under fugleberg viser vegetasjonsanalyse materialet (Vanderpuye et al. 2002: Tabell 1) dessuten at dette samfunnet huser en blanding av karplanter og moser som har sitt optimum i fjellhei og tundra, snøleier, kilder, myr og grunn arktisk-alpin våtmark, og ikke et utpreget myrplante-inventar. Det skiller seg imidlertid klart fra arktiske utforminger av åpen myr og arktisk permafrost-våtmark, som har stagnerende grunnvann nær markoverflata og er svært artsfattig. Denne utformingen av mosetundra finnes også i mellommarktsk tundrasone. En tilleggsforklaring (til gjødslingseffekten) kan være at den svake helningen hemmer dreneringen og forårsaker ei grunnvannsfri mosematte med tjukkelse i samme størrelsesorden (20–30 cm) som i mosetundra under fugleberg i kjøligere klima.

Neste trinn på gradienten (mot våtmark) er *Orthothecium chryseon-Calliargon richardsonii*-samfunnet (*Orthothecium chryseon*-samfunnet) som er enda mer typisk myr, med grunnvann stående bare ca. 10 cm under markoverflata og sterkere innslag av myrarter. Også slik natur blir av Vanderpuye et al. (2002), under sterk tvil (A. Elvebakk, pers. medd.), typifisert som mosetundra, men den faller klart innenfor definisjonen av våtmark i NiN. I Naturtyper i Norge er den typifisert som åpen myr.

På overgangen mellom mosetundra og arktisk permafrost-våtmark på Svalbard finnes også typisk myr med grunnvannsspeil ca. 10 cm under overflata som domineres av vanlige rikmyrsarter som brunmakkmose (*Scorpidium cossonii*), myrstjernemose (*Campylium stellatum*) og/eller gullhøstmose (*Orthothecium chryseon*) på litt tørrere steder og sumptjønnmose (*Calliargon richardsonii*) på steder som tilføres sigevann eller tider har høyt vannspeil. På slike steder finnes også rikelig med karplanter typisk for myr, med starr (*Carex* spp.) som viktigste slekt. Absolutt vanligste art er blankstarr (*C. saxatilis*). På kalkgrunn i

tuenivå finnes også mye smalstarr (*C. parallella*), til dels også tundragras (*Dupontia fisheri*), som finnes i våtmarkene sammen med den mer flekkvis utbredte spriketundragras (*D. psilosantha*). Sistnevnte forekommer særlig ned mot kysten, men har mye snevrere miljøtoleranseområde enn tundragras (*D. fisheri*) som forekommer i mange andre typer. Det er permafrost også i slik myr, men myr på Svalbard er likevel mye mer lik fastlands-utforminger av myr enn de eksklusivt arktiske økosystem-hovedtypene mosetundra og arktisk permafrost-våtmark.

Kommentar 5 – Typifisering av natur på overgangen mellom mosetundra og polarørken. Elvebakk (2005) opererer med en kartleggingsenhet (#15) fra den arktiske polarørkenen, 'Manured polar desert communities characterized by discontinuous Tomentypnum nitens moss tundra' (se også G2ac kommentar 2) som forekommer over større arealer på Barentsøya og på Edgeøya. Denne kjennetegnes ved forekomst av mosedominert vegetasjon på permafrost ('Tomentypnum nitens-Tundra' hos Philippi 1973), på samme måte som den typiske mosetundraen under fuglefjell. Produksjonen er vesentlig større enn hva som ellers er typisk for polarørkenen (og hva man skulle forvente i et så kaldt klima). Ifølge Elvebakk (2005) er beite- og gjødslingseffekt fra stedege reinsdyrstammer gjennom tusener av år (lik som for mosetundra-samfunnene i Sassendalen) en forutsetning for utvikling av dette spesielle økosystemet. Satellittbaserte vegetasjonskart (Berge 1998) indikerer at det på Edgeøya både finnes store arealer med velutviklet mosetundra og mosaikk av mosetundra og polarørken, som til sammen har høyere produksjon pr. arealenhet enn det som er typisk for polarørkenen. (se kommentar 1 over og G2ac kommentar 2).

G2u Nøkkelpunkt 16: Skillet mellom åpen ur, snørasmark og åpen skredmark på den ene siden og annen fastmark på den andre siden

Kommentar 1 – Avgrensning av åpen ur, snørasmark og åpen skredmark fra annen natur-fastmark. Økosystem-hovedtypene åpen ur og snørasmark og åpen skredmark er betinget av **massebevegelse**, det vil si transport av materiale i skråninger uten hjelp av en transporterende agens (som for eksempel vann eller vind), i et omfang som er stort nok til påvirke et område som tilfredsstillende arealkravet til et økosystem (100 m² i grunnversjonen av økosystem-inndelingen i NiN; se NiN BD 2: E1b). Massebevegelse i skråninger drives av tyngdekraften, og skaper økosystemer (urer, rasmarker og skredmarker) med spesifikke geomorfologiske egenskaper (form, helning, plassering i landskapet) som skiller dem tydelig fra andre fastmarksøkosystemer. Massebevegelse forårsaker (til dels sterk) forstyrrelse, og dersom massebevegelse, for eksempel skred og/eller snøras (se **Artikkel 11** for klargjøring av begreper) forekommer tilstrekkelig hyppig på samme sted, vil urene/rasmarka/skredmarka forbli i et tidlig relativt stadium av primær suksesjon og beholde en sluttet, men



Fig. 47. Snørasmark (økosystem-hovedtype *åpen ur og snørasmark*). Orheimen i Sunndal (Møre og Romsdal) fotografert på to ulike tidspunkter. **(a)** 23. februar 2008, etter en periode med mildvær, regn og snøras. Det kan gå 5–10 ras her på en vinter, som gjerne lander oppå hverandre og danner flere meter tykke lag. Buskmarkene nedenfor snørasene tåler sannsynligvis årlige ras, men antakelig ikke tykke, tunge snølag. **(b)** Juni 2002. Forekomsten av åpne rasmarkenger (lett synlige på grunn av den lysegrønne fargen) faller sammen med forekomsten av tjukke snøskavler i (a). Under engene *fastmarksskogsmark* dominert av gråor (*Alnus incana*). Foto: John Bjarne Jordal.

åpen (ikke tresatt) vegetasjon (Fig. 47). Dersom massebevegelsen er et engangsfenomen eller det går lang nok tid fra en massebevegelsesepisode til neste, vil imidlertid den primære suksesjonen kunne løpe til det nås en dynamisk ettersuksesjonstilstand av annen fastmark. Under skoggrensa vil denne vanligvis være en skogsmark, og grensa mellom åpen ur, snørasmark og åpen skredmark på den ene siden og annen fastmark (fastmarksskogsmark) på den andre siden vil da settes ved grensa (i tid og rom) mellom åpen mark (som typifiseres som ur og snørasmark eller skredmark) og skogsmark. Over skoggrensa vil det være vanskeligere å trekke ei eksakt grense mot annen fastmark, som da normalt vil være fjellhei og tundra eller snøleier. I utgangspunktet skiller åpen ur og snørasmark og åpen skredmark seg fra fjellhei og tundra og snøleier ved å ha opphav i ulike prosesser (massebevegelse i skråninger kontra elve- og breavsetninger eller mark uten eller med tynt løsmasselag). Men i tilfeller der det har gått svært lang tid siden siste massebevegelse, snørashyppigheten er lav og/eller i overgangen mellom talus og liseide der forvittringsmaterialet ligger mer spredt, vil overgangen være gradvis. Særlig gradvis vil denne overgangen være mellom høgstaude- og storbregne-rasmarkfuktenger (se **NiN BD 5: G16**) og steinete snøleier ['bregnesnøleier'; Fremstad (1997) type T10, og 'Cryptogrammo-Athyrium alpestris'; Gjærevoll (1956), som er skilt ut som egen vegetasjonstype i de fleste inndelinger av fjellvegetasjon (Nordhagen 1943, Gjærevoll 1956, Dahl 1957, Fremstad 1997). Gjærevoll (1956) framholder at bregnesnøleier dekker trinn 1 *moderate snøleier* og 2 *seine snøleier* langs økoklinen SV (snødekkebettinget vekstsesongreduksjon), og at de er knyttet til stein- eller blokkrik mark. Bregnesnøleienes særpreg kommer ikke minst av at de er artsfattige fordi få kryptogamar trives i det kraftige bregnestrøet (Nordhagen 1943). I NiN vil ikke bregnesnøleier opprettholdes som økosystem-type på noe nivå, men bregnesnøleiene

vil pragmatisk bli fordelt på åpen ur og snørasmark og snøleier på grunnlag blant annet av arealet av fastmark mellom oppstikkende steiner. Et areal som dekker < 50% av et område som er større enn 100 m² og som geomorfologisk sett er en stabilisert talus, vil i utgangspunktet være å betrakte som åpen ur og snørasmark.

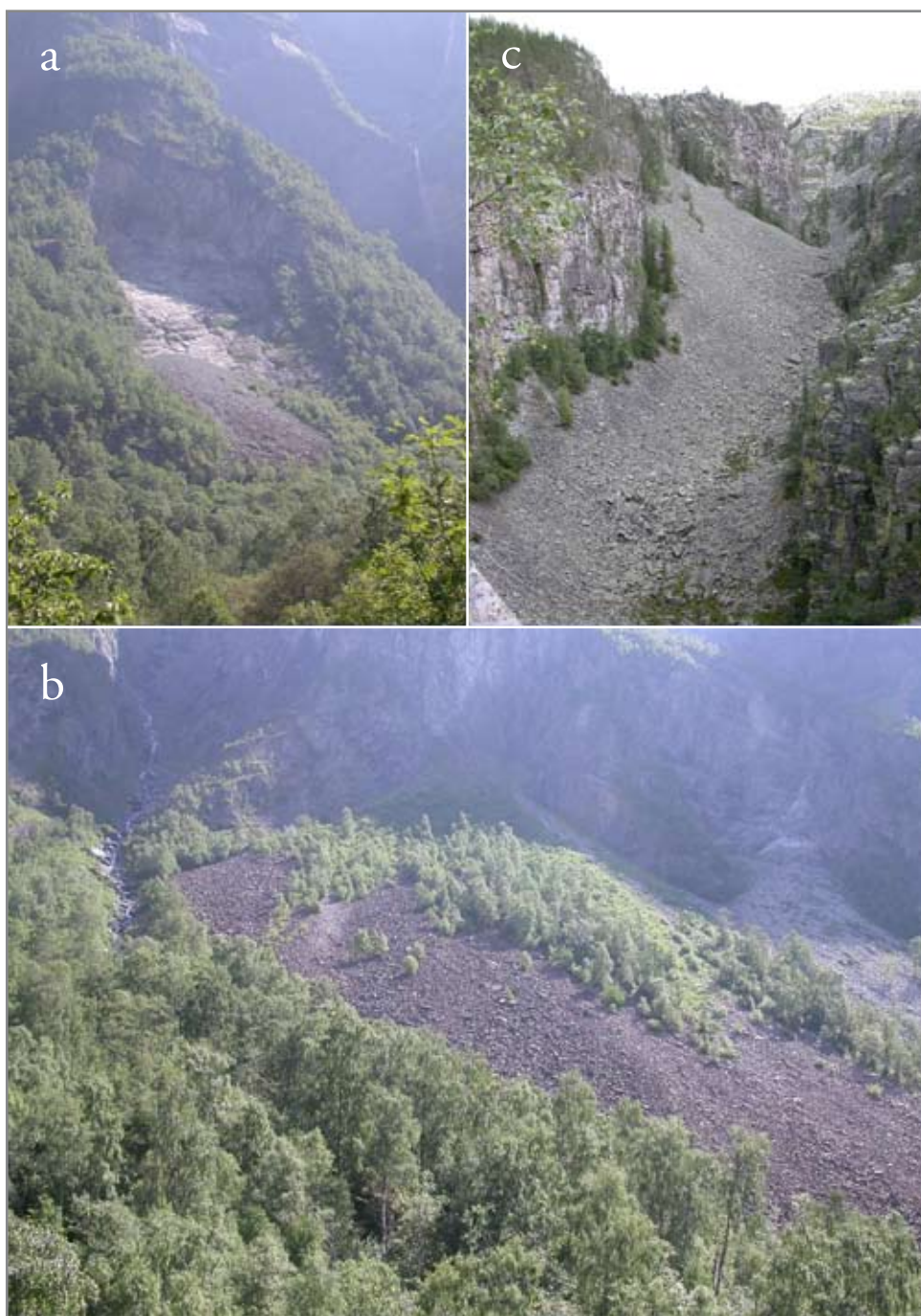
Åpen ur og snørasmark og åpen skredmark skiller seg fra åpen blokk- og steinmark (kystnær grus- og steinmark, polarørken, forvittringsblokkmark og breavsetningsblokkmark) ved å være betinget av massebevegelse i skråninger. Åpen ur og snørasmark og åpen skredmark er uløselig knyttet til relativt bratte skråninger (25–40°), mens øvrige hovedtyper av åpen blokk- og steinmark forekommer i flatt til slakt hellende terreng.

En utfyllende beskrivelse av prosessen for massebevegelse i skråninger som geomorfologisk prosess finnes i **NiN BD 6: Artikkel 11**.

Kommentar 2 – Avgrensning av åpen ur og åpen skredmark fra beite- og slåttemark. Rasmarkenger (stabilisert sluttet vegetasjon i åpen ur og snørasmark, se Fig. 47, 48b og **NiN BD 5: G16**) kan være svært frodige med høy produksjon, og dermed svært attraktive som beite både for ville og husdyr på utmarksbeite. I fjellnære strøk kan for eksempel sau ofte observeres i bergrot-enger. Beite vil over tid prege et økosystem, og grenseoppgang mellom åpen ur og snørasmark på den ene siden og beite- og slåttemark på den andre siden må vurderes ut fra graden av kulturmarkspreg på artssammensetningen og økosystemet for øvrig. De fleste bergrot-ene (rasmarkengene) vil likevel klart være å betrakte som naturmark.

G2v Nøkkelpunkt 17a: Åpen ur og snørasmark
Åpen ur og snørasmark omfatter økosystemer, overveiende dominert av grovt mineralmateriale (ur eller talus, som først og fremst består av blokker og steiner), men til dels også grus og fi-

Fig. 48. Åpen ur og snørasmarek. (a) Ur dannet ved fjellskred – utglidning av et større fjellparti som etterlater seg en *bergvegg* (økosystem-hovedtype) med en stein- og blokkrik ur under (økosystem-hovedtype *åpen ur*). Ura er sannsynligvis ganske ung eller utsatt for hyppige skred, fordi den synes å være nesten vegetasjonsfri. Jerven, Fortun, Luster, Sogn og Fjordane. **(b)** Stor, typisk vestlandsur (Vedaholten, Fortun, Luster, Sogn og Fjordane), med vegetasjonsfri sone helt innunder bergrota, nedenfor denne en åpen 'bergrot-eng', en åpen skogsmarek, en større åpen ur på grovsteinet og/eller ustabil substrat og, mot bunnen av ura, gradvis overgang til skogsmarek. **(c)** Den store ura i østre del av Jutulhogget (Alvdal, Hedmark), som har spredte trær oppunder bergrota, men som, i likhet med de fleste andre urer i mer kontinentale områder, mangler ei bergroteng. Foto: Rune Halvorsen.



neret materiale, særlig i øvre del av talus og i snørasmarek). Åpen ur (Fig. 48) og snørasmarek (Fig. 47) er bygd opp gjennom årtuseners tilførsel av forvittringsmateriale fra ovenforliggende berg gjennom fjellskred, steinskred og steinsprang, modifisert og/eller holdt åpne av hyppige snøraser. Uras helningsvinkel med horisontalplanet gjenspeiler den dominerende kornstørrelsen i materialet; grovsteinet ur vil ha en helningsvinkel omkring 37°. Urer kan ha to hovedformer; som langstrakt taluskråning under en bergvegg og som taluskjegle under en smal tilførselskanal (rasskar).

Kommentar 1 – Prosesser som forårsaker dannelse av åpen ur og snørasmarek. Se NiN BD 6: Artikkel 11.

Kommentar 2 – Avgrensning av åpen ur og snørasmarek mot åpen skredmarek. Åpen ur og snørasmarek dannes ved at en ny skråningsprofil bygges opp av forvittringsmate-

riale tilført fra ovenforliggende berg, mens skredmarek er dannet ved utrasing av (hele) materialmasseenheter (jord-, snø- og leirskred, samt skred utløst ved sideerosjon av elver i moreneavsetninger). For andre forskjeller mellom ur og skredmarek, se NiN BD 6: Artikkel 11.

G2w Nøkkelpunkt 17b: Åpen skredmarek

Åpen skredmarek omfatter økosystemer, overveiende dominert av fint mineralmateriale (sand, silt og leire) og/eller jord, eventuelt også vegetasjon, oppstått mer eller mindre spontant gjennom utglidning av tidligere stabilisert materiale, for eksempel etter vannmetning av jord (jordskred; Fig. 49a), ved destabilisering og utstrømming av kvikkleire (leirskred), ved snøskred eller ved sideerosjon av elvesider

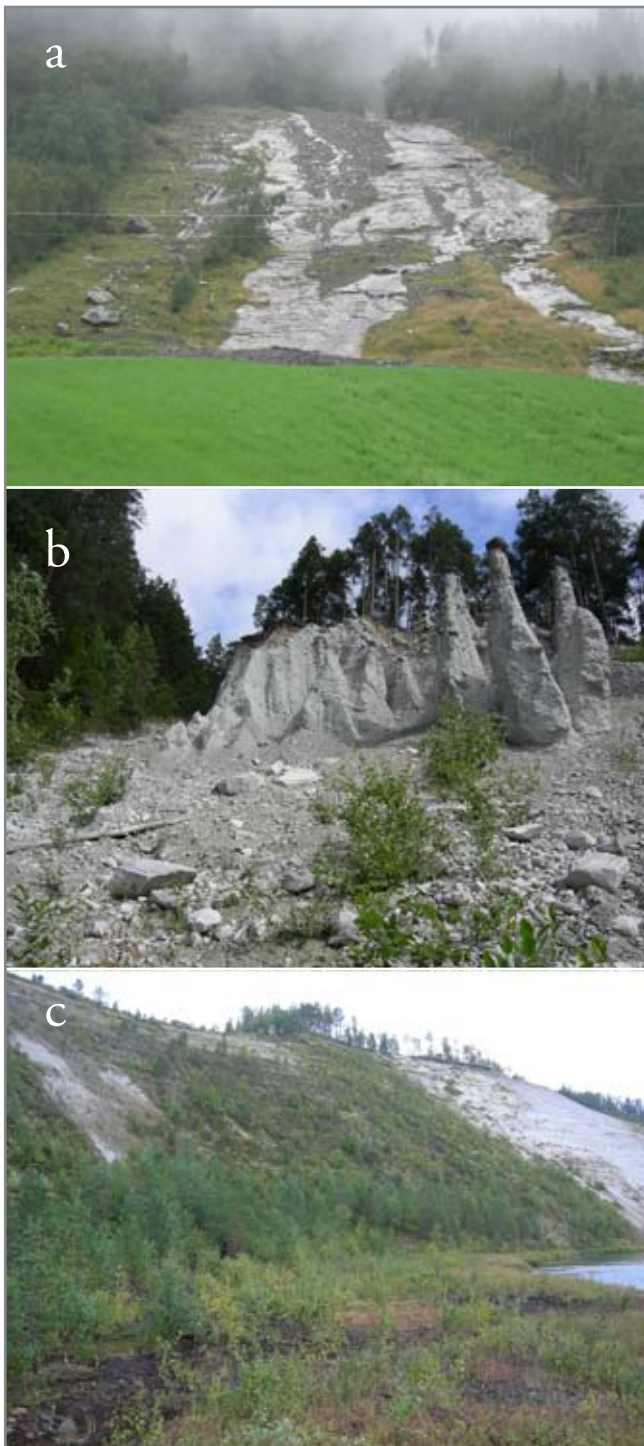


Fig. 49. Eksempler på åpen skredmark. (a) Snø- og jordskred som feide bort skog, vegetasjon og til dels også jordsmonnet i ei brei stripe. Berstad, Oppstryn, Stryn, Sogn og Fjordane (30 m o.h.). (b) Sandskredmark i finsand-dominert morene, med sandpyramider formet ved overflateavrenning i hardpakket sandrik morene. Kvitskriuprestin i Nord-Sel, Sel, Oppland. (c) Sandskred langs Folla (Grimsmoen, Folldal, Hedmark), dannet ved at elva sideeroderer den tjukke morenen. Innenfor skredmarka varierer substratstabiliteten og graden av vegetasjonsetablering. Foto: Rune Halvorsen.

(Fig. 49c) eller annen form for vannforårsaket erosjon i morenegrunn (Fig. 49b).

Kommentar 1 – Prosesser som forårsaker dannelse av skredmark. Se NiN BD 6: Artikkel 11.

Kommentar 2 – Avgrensning av skredmark mot ur og

snørasmark. Se G2v kommentar 2.

G2x Nøkkelpunkt 18: Skillet mellom bart fjell og områder dekket av løsmasser eller jordsmonn

Kommentar 1 – Avgrensning av områder med bart fjell fra andre områder. Bart fjell brukes om områder uten løsmasser (bre- eller elveavsetninger), der den primære suksesjonen har gått så langsomt at berget fortsatt ikke er jorddekt. Det finnes et stort spekter av årsaker til langsom primær suksesjon; ekstreme lokale miljøforhold på grunn av topografi (helning og vindutsatthet), berggrunn som er spesielt motstandsdyktig mot forvitring (hard); eller berggrunn som er svært forstyrrelsesutsatt slik at ny overflate stadig blottlegges, for eksempel ved rask forvitring og borttransport av forvittringsmaterialet (se NiN BD 6: Artikkel 11). Tusener av år etter at isen trakk seg tilbake finnes fortsatt store områder både på det norske fastlandet og i norsk Arktis som er dominert av bart fjell.

Bart fjell domineres av steinboende (epilittiske) lav og moser.

Bergvegger og bergknauser er vanlig forekommende økosystem-deler i en rekke andre økosystemer, først og fremst skogsmark og fjellhei og tundra.

G2y Nøkkelpunkt 19: Grotter

Ei grotte (hule) er et naturlig hulrom under jorden eller i fjell, stor nok til at et menneske kan komme seg inn og til at deler av den ikke blir opplyst av dagslys.

1

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikker av grotter.

Grotter utgjør helt spesielle økosystemer innenfor nakent fjell, med svært spesielle leveforhold for organismer. Grotter er først og fremst knyttet til kalksteinsforekomster (Fig. 50a), og oppstår ved at vann med oppløst karbondioksid over tid forårsaker kjemisk forvitring av kalksteinen, hvorved allerede eksisterende sprekker og hulrom i kalksteinen utvider seg. Over tusener av år vil komplekse underjordiske dreneringssystemer med grotter og huler kunne utvikle seg, til dels med spektakulære dryppsteinsstrukturer (stalagtitter, istapp-liknende former fra huletaket dannet av utfelt kalkstein, og stalagmitter, tilsvarende former stående på hulebunnen). I Norge forekommer grotter særlig i Rana (og ellers i deler av Nordland), men grotter forekommer også spredt andre steder i landet. Utenfor kalkområdene finnes grotter først og fremst i kystnære områder, der de er formet av bølgevirkning over svært lang tid (for eksempel hullet i Torghatten, Brønnøy, Nordland; Fig. 50b), men grotter kan også være formet av elver, f.eks. som del av jettegrytesystemer.

Kommentar 2 – Avgrensning av grotte mot bergvegg.

Definisjonen av grotte gir kriterier for avgrensning mot bergvegg med overheng.

Kommentar 3 – Avgrensning av grotte mot andre hovedtyper av økosystemer. Flere typer konstruert mark

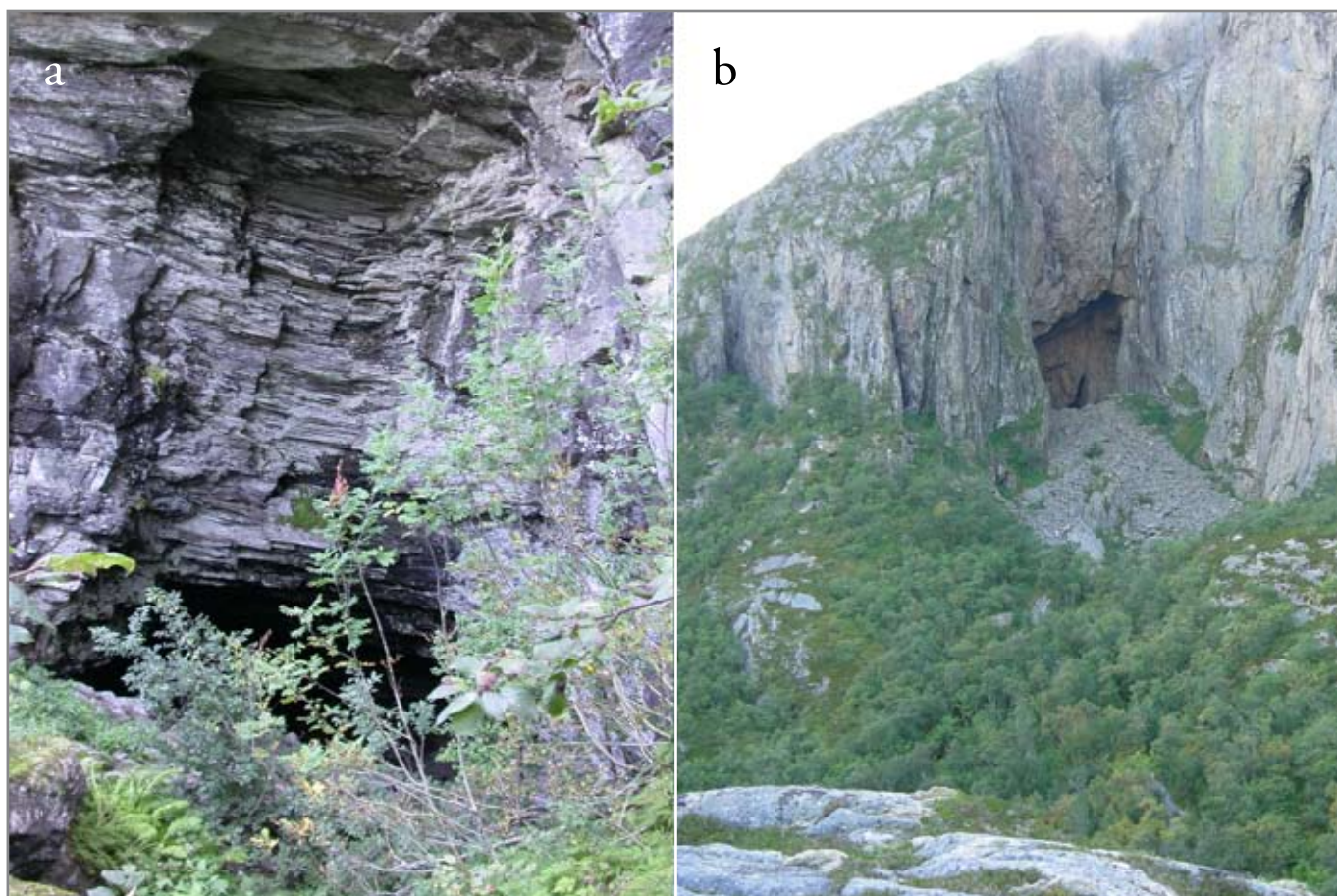


Fig. 50. *Grotter.* To 'klassiske' grotter. (a) Inngangen til Sætergrotta, som er en typisk kalksteinsgrotte (Nord-Rana, Rana, Nordland). (b) Hullet i Torghatten sett fra nord. Over inngangen til hullet finnes *bergvegger* som har rast ut til ei lita ur (økosystem-hovedtype *åpen ur og snørasmørk*). Torghatten, Brønnøy, Nordland. Foto: Rune Halvorsen.

tilfredsstiller også definisjonen av grotte, for eksempel gruver. Gruver typifiseres imidlertid i NiN som en grunn-type innenfor kunstmark (se NiN BD 5).

G2z Nøkkelpunkt 20a: Bergvegg

Bergvegg omfatter store, sammenhengende arealer med nær loddrett berg i dagen, uten jorddekke og med eller uten vegetasjon (moser

2



Fig. 51. *Bergvegg.* (a) Bergveggen nord og vest i Jutulhogget (Alvdal, Hedmark), karakteristisk gulfarget av laven klippepulverlav (*Chrysothrix chlorina*). (b) Trollveggen (Grytten, Rauma, Møre og Romsdal). (c) Sørvendt bergvegg på kalkrik grunn, med artsrik, varmekjær vegetasjon ('sørbergsvegetasjon') på hyllene. Ved Sætergrotta, Nord-Rana, Rana, Nordland. Foto: Rune Halvorsen.



Fig. 52. Økosystem-hovedtypen *bergknaus* omfatter en stor variasjonsbredde, kjennetegnet av mangel på jorddekke og av helning som ikke er sterk nok til at det blir en bergvegg. Bergknausens egenskaper og artssammensetning bestemmes i stor grad av berggrunnen. (a) Nesten naken bergknaus på olivinstein (ultramafisk grunn), karakteristisk ved sin rødbrune farge. NØ f Steinstinden, Skei, Leka, Nord-Trøndelag. (b) Brunburkne (*Asplenium adulterinum*), en art som har sin hovedforekomst på bergknauser (i bergsprekker) på olivinstein. (c) Overganger mellom bergknaus, fuktmarksutforminger av *åpen grunnlendt naturmark* og av furudominert lyngskog (økosystemhovedtype *fastmarksskogsmark*) på grunnfjell i Solhomfjell-området, Gjerstad, Aust-Agder. (d) Liten bergknaus på kambrosiluren i Grenland (Jyplevik, Langesund, Bamble, Telemark) med karakteristisk struktur som favoriserer en artsrik mosevegetasjon. Foto: Rune Halvorsen.

og lav).

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av bergvegg.

Bergvegg-økosystemet i seg sjøl omfatter den nakne bergflata (Fig. 51), men et område dominert av bergvegg vil ofte omfatte flere ulike økosystem-deler, inkludert **berghyller** (elementer av flatberg omgitt av bergvegg) og **bergsprekker** (elementer av forsenkning eller innskjæring i fast fjell, omgitt av bergvegg, sva eller flatberg; se Fig. 51c). Organismenes levevilkår er særlig spesielle i **overheng**, det vil si bergvegger eller deler av bergvegger med gjennomsnittlig helning over 90° (se for eksempel Fig. 50a).

Kommentar 2 – Avgrensning av bergvegg fra bergknaus.

Som en tentativ definisjon forslås at en bergvegg skal ha en total gjennomsnittlig helning på minst 80° (det vil si en stigning på minst 6 vertikalmeter pr. horisontalmeter når berghyller ikke regnes med), men endelig fastsettelse av grenseverdi må bygge på kunnskap om variasjon i forekomst av ulike økosystem-deler (som berghyller og bergsprekker) samt variasjon i artssammensetning.

G2aa Nøkkelpunkt 20b: Bergknaus

Bergknaus (Fig. 52) omfatter sammenhengende arealer med fast fjell i dagen (det vil si som ikke er jorddekt), dominert av sva og/eller flatberg (sva er fast fjell i dagen med mindre helning enn bergvegg, men større helning enn et flatberg, som er fast fjell i dagen med tilnærmet 0° helning).

Kommentar 1 – Avgrensning av bergknaus fra bergvegg. Se G2z kommentar 2.

G2ab Nøkkelpunkt 21: Skillet mellom åpen blokk- og steinmark og jorddekt fastmark

Kommentar 1 – Avgrensning av åpen blokk- og steinmark fra annen natur. De tre blokk- og steinmarkshovedtypene som nøkles ut under dette punktet (polarørken, forvittringsblokkmark og breavsetningsblokkmark) finnes på stabil fastmark som er fullstendig dominert av grove av minerogene substrater, først og fremst blokker (diameter > 256 mm, men delvis også stein, diameter 64–256 mm eller middels og grov grus, diameter 16–64 mm; se

NiN BD 4: E3). Forekomst av åpen blokk- og steinmark forutsetter at prosesser som resulterer i store mengder grovt minerogent materiale har vært eller er aktive, og en primær suksessjon som er så langsom at et jordsmonn (eller en skogsmark) fortsatt ikke har utviklet seg, mange tusen år etter at områdene ble isfrie.

Forskjeller mellom forvittringsblokkmark og breavsetningsblokkmark på den ene siden og ur og skredmark på den andre siden er drøftet i **G2u** kommentar 1. Forskjell mot kystnær grus- og steinmark er drøftet i **G2o** kommentar 2.

G2ac Nøkkelpunkt 22: Polarørken

Polarørken omfatter steindominerte (til dels også grusdominerte) områder nord for eller høydemessig over sonen med arktisk tundra, der vegetasjonsdekket på grunn av svært lav temperatursum er fragmentarisk og der vedaktige planter samt arter fra starrfamilien mangler.

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet polarørken. Polarørkenbegrepet er drøftet i **NiN BD 6: Artikkel 9**.

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristikk av økosystem-hovedtypen polarørken. Utskilling av de kaldeste polarområdene fra tundra under begrepet **polarørken** følger den russiske økologiske tradisjonen. I **NiN BD 6: Artikkel 9** er redegjort for hvorfor begrepet arktisk polarørkensone som betegnelse på en sone i regioninndelingen må skilles fra økosystem-hovedtypebegrepet polarørken.

Polarørken er resultatet av en frostforvitring som resulterer i et middels grovt substrat (over et spekter av kornstørrelser fra grusdominert til blokkdominert), der også frosthevingsfenomener lik dem som gir opphav til oppfrysingsmark er viktige (se Fig. 53 og **NiN BD 6: Artikkel 16**).

Naturen i den arktiske polarørkensonen skiller seg fra blokk- og steinmark i fastlandsfjellene ved følgende strukturetrekk:

- når ofte ned til havnivå, der den utgjør et svært særpreget landskap (Fig. 53);
- inneholder store sammenhengende områder med dominans av finere materiale enn blokker,
- er knyttet til plant eller tilnærmet plant terreng (flyer), mens terrenget i fastlandsfjella oftest er konvekst på grunn av dominans av oppstikkende fjelltopper; og
- mottar langt større snømengder og har derfor vanligvis et langt mer stabilt snødekke.

I tillegg har den arktiske polarørkensonen viktige biologiske særtrekk. Isbjørn, samt polarrev og ismåke som næringsmessig er knyttet til rester av isbjørn-byttedyr, bruker også de nordligste landarealene innen polarørkenlandskapet. Planteartssammensetningen er også særpreget. Svalbardvalmuen (*Papaver dahlianum* ssp. *polare*) er nå kjent for å være høyarktisk sirkumpolar, skilt fra



Fig. 53. Polarørken nær havnivå. Kinnvika, Svalbard. Foto: Arve Elvebakk.

nærstående valmuer i høyfjellet på fastlandet. Arter som polararve (*Ceratium regelii*) og polarsildre (*Saxifraga hyperborea*) har samme mønster, og det er nå vist at snøarve (*Cerastium arcticum*) er en høyarktisk art ulik den som tidligere gikk under samme navn på fastlandet. Det sirkumarktiske særpreget har blitt grundig demonstrert i de senere år også for arter som har en videre utbredelse. Tidligere har man tenkt seg at de fleste planteartene har kolonisert Svalbard sørfra, men Alsos et al. (2007) viste at de fleste karplantene på Svalbard som fikk sin innvandlingshistorie kartlagt via populasjonsgenetiske sammenligninger, enten har innvandret til Svalbard fra Nord-Grønland eller fra Sibir. Dette forklares med en mye mer effektiv transport av frø og andre diasporer med vind over den sammenhengende polarisen, enn over lange frie havstrekninger, for eksempel tilfeldig spredning med fugl. Dette betyr at det sirkumpolare mønstret på Svalbard også dominerer genetisk innen arter som også har alpin utbredelse uten at det har manifestert seg som tydelige morfologiske forskjeller. Polarørken-vegetasjonen er således et høyarktisk sammenhengende kompleks med forbausende likt artsinventar mellom de aller nordligste delene av Canada og Grønland via Svalbard til de nordligste delene av de arktiske øyene i Russland. Biologisk kan derfor polarørken-områdene ses på som 'ei biogeografisk øy', til tross for at de geografisk sett er svært atskilte. Mange plantearter på Svalbard har altså, oppsiktsvekkende nok, en lignende biogeografisk historie som isbjørnen.

Kommentar 3 – Drøfting av vegetasjonsenheter hos Elvebakk (2005) i den arktiske polarørkensonen. Elvebakk (2005) skiller ut tre vegetasjonsenheter i den arktiske polarørkensonen:

- 'Open polar desert communities characterised by *Papaver dahlianum* ssp. *polare*' (enhet #13 hos Elvebakk 2005). Dekker størsteparten av arealet med polarørken på Svalbard; knyttet til områder med fra basefattige til baserike (økoklinen syrebasestatus, SB, se **NiN BD 4: D1**) middels grove

substrater (grov grus og stein er typisk), oppstått ved forvitring på stedet. Nakent mineralsubstrat (og oppfrysingsfenomener) dominerer, karplanter kan likevel finnes spredt men moser og lav forekommer bare sparsomt.

- *Polar desert communities on acidic substrates characterised by Luzula confusa* (enhet #14 hos Elvebakk 2005). Grov blokk- og steindominert mark; finnes spredt på Spitsbergen og dekker store områder nord på Nordaustlandet. Med hensyn til utseende, dannelse (ved forvitring av harde, sure bergarter) og den sparsomme artssammensetningen svært lik forvittringsblokkmarka på fastlandet.
- *'Manured polar desert communities characterised by discontinuous Tomentypnum nitens moss tundra'* (enhet #15 hos Elvebakk 2005). Forekommer på Barentsøya og Edgeøya og kjennetegnes ved flekkvis forekomst av mosedominert vegetasjon på permafrost-mark. Produksjonen er vesentlig større enn hva som ellers er typisk for polarørkensonen (og hva man skulle forvente i et så kaldt klima). Ifølge Elvebakk (2005) skyldes dette beite- og gjødslingseffekt fra stedegne reinsdyrstammer gjennom tusener av år.

Enhet #13 (*Papaver*-polarørkenen) er det typiske polarørken-økosystemet og utgjør referansen for økosystem-hovedtype polarørken.

Enhet #14 er på mange måter en arktisk parallell til den alpine forvittringsblokkmarka. Blokk- og grusmark på grunnfjellssubstrat innen den bioklimatiske polarørkensonen er problematiske ved at de geomorfologisk likner mye mer på alpin blokkmark enn på de mer typiske polarørkenutformingene i slakt landskap med finere substrat. Enhet #14 deler imidlertid de biologiske særegenhetene for polarørken som er nevnt i kommentar 2. Dette er et argument for å behandle dette som polarørken i stedet for en arktisk utforming av en hovedtype som også inneholder alpin forvittringsblokkmark. Enhet #14 dekker store områder på nordkysten av Nordaustlandet, som har polarørkenpreg like ned til havnivå, men som ikke har vært gjenstand for botaniske studier i nyere tid.

Enhet #15 (det reingjødsle mosetundra-liknende polarørken-økosystemet) typifiseres, under tvil, som en mosaikk av mosetundra (moseputer på permafrost) og polarørken (se **G2t** kommentar 5).

Kommentar 4 – Avgrensning av polarørken mot blokkmark og oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. Av grunner som er drøftet i kommentar 3, er polarørken begrenset til Arktis, mens blokkmark (to hovedtyper) er begrenset til fastlandet.

Den arktiske polarørkenen kjennetegnes ved svært sparsomt eller manglende jordsmonn (for det meste naken grus og stein) og svært sparsom vegetasjon, der moser og lav spiller mindre rolle. Oppfrysingsmark har derimot

et jordsmonn, dette kan være rikt på finjord, men denne er ustabil og bevokst med små moser (først og fremst levermoser) som raskt revegeterer etter forstyrrelse.

G2ad Nøkkelpunkt 23a: Forvittringsblokkmark

Forvittringsblokkmark er blokkmark dannet ved forvitring på stedet, fortrinnsvis ved frostforvitring i et kjølig klima. Slik forvittringsblokkmark som hovedtype er avgrenset geomorfologisk og biologisk, er den begrenset til det norske fastlandet.

2

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av forvittringsblokkmark. Forvittringsblokkmark er resultatet av frostforvitring på stedet, som resulterer i at blokker (i noen grad steiner) dominerer blant forvittringsmaterialet. Forvittringsblokkene har ofte en uregelmessig, kantet form fordi de ikke har vært utsatt for krefter som beveger og eroderer dem (Fig. 54a).

Forvittringsblokkmarka er nesten helt og holdent et resultat av frostforvitring (se **Artikler 11** og **16**), en geologisk prosess som øker i betydning mot høyden når klimaet blir kaldere, og mot kontinentale områder der snødekket om vinteren blir tynnere og mindre stabilt, og der den primære suksesjonen går langsommere på grunn av mindre fuktighetstilgang.

Forvittringsblokkmark, eller blokkhav, dekker store områder i høgfjellet på fastlandet. På Svalbard dekker forvittringsblokkmark som landform relativt mindre arealer, men kan også der være lokalt viktige i granittområder (se Elvebakk 2005: Fig. 1; kartleggingsenhet #14, omtalt blant annet under polarørken, **G2ac** kommentar 3). Der er den imidlertid, av grunner det er redegjort for i **G2ac** kommentar 3, typifisert som en utforming av polarørken.

På fastlandet øker forvittringsblokkmarka i arealandel mot høyden. Det er på det rene at en så omfattende forvitring som må til for å skape de store blokkhavene som finnes mange steder, også i mer oseaniske fjell (for eksempel ut mot kysten på Sunnmøre; Sulebak 2007), ikke kan ha funnet sted ene og alene etter siste istid. Det er fortsatt delte meninger om hvorvidt dagens blokkmarker helt eller delvis unngikk nedising under siste istid; blokkmarkene kan ha vært dekket av innlandsisen uten nødvendigvis å bli fjernet når isen trakk seg tilbake. Dette kan ha skjedd ved bretyper som var fastfrosset i underlaget og som dermed ikke destruerte underlaget når isen gradvis trakk seg tilbake. Det er derfor mulig at noen forvittringsblokkmarker kan være resultatet av en lang serie forvittringsprosesser som har forløpt gjennom hundretusener av år.

Kommentar 2 – Avgrensning av forvittringsblokkmark mot polarørken. Avgrensning av arktisk forvittringsblokkmark [kartleggingsenhet #14, *Polar desert communities on acidic substrates characterised by Luzula confusa*, hos Elvebakk (2005)] mot økosystem-hovedtypen polarørken er drøftet i **G2ac** kommentar 2.

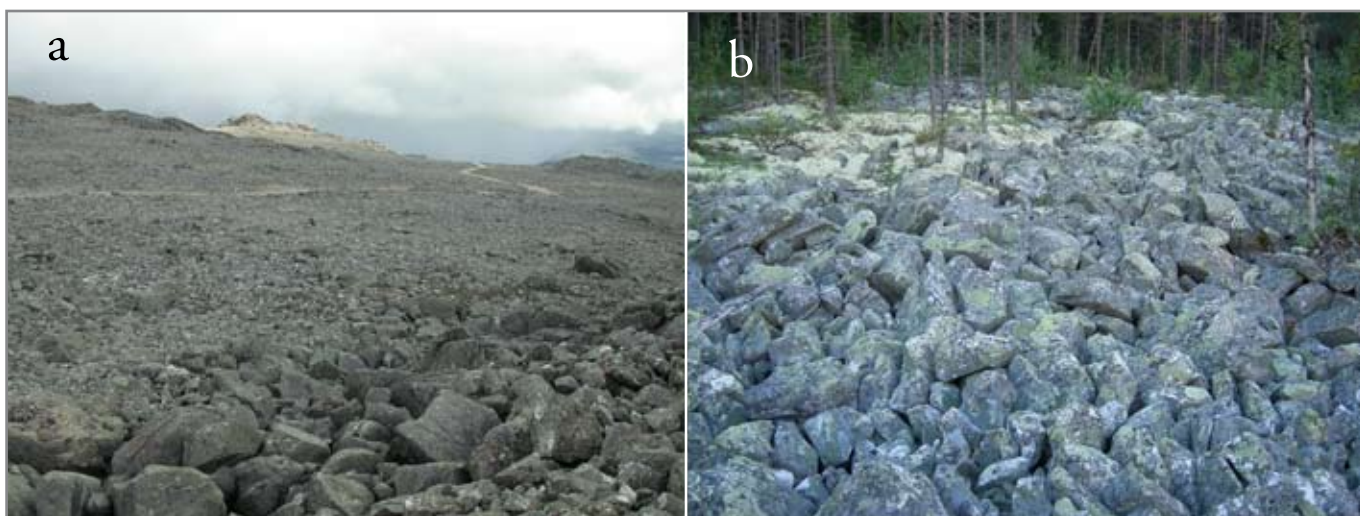


Fig. 54. Blokkmarker eller 'blokkhav'. (a) *Forvitningsblokkmark* i mellomalpin sone med kantete steiner av varierende størrelse og varierende sorteringsgrad. Tronden, Alvdal, Hedmark. (b) *Breavsetningsblokkmark* i mellomboreal sone, omgitt av furudominert lyngskog (økosystemhovedtype *fastmarksskogsmark*). Steinene i blokkmarka er dekket av lav, først og fremst kartlav (*Rhizocarpon* spp.). Atndalen, Stor-Elvdal, Hedmark. Foto: Rune Halvorsen.

Kommentar 3 – Avgrensning av forvitningsblokkmark mot breavsetningsblokkmark. Forvitningsblokkmark skiller seg fra breavsetningsblokkmark i opprinnelse, struktur og geografisk fordeling. Forvitningsblokkmark er knyttet til kalde strøk (høgfjellet), og forekommer først og fremst på konvekse (oppstikkende) former i landskapet. Blokkene er gjerne kantete som følge av at de ikke er slipt av isen (sammenlikn Figs. 54a og 54b). Breavsetningsblokkmark omfatter grove, ofte utvaskete morener der finmaterialet er fjernet. Disse er vanligere i lavalpin, nordboreal og mellomboreal sone i kontinentale områder, der den primære suksesjonen etter istida har gått for langsomt til at jorddekt mark har utviklet seg. Isens skurende virkning har gitt blokker og steiner en mer eller mindre avrundet form.

Det faktum at mange forvitningsblokkmarker sannsynligvis er resultatet av svært lang tids forvitring, og at mange slike blokkmarker også periodevis har vært nediset, forklarer at de to blokkmarkshovedtypene er forbundet med mellomformer.

Kommentar 4 – Avgrensning av forvitningsblokkmark mot oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. I høgfjellet finnes en utstrakt veksling mellom blokkmark uten jord eller med sparsomt med jord mellom blokker og steiner, og oppfrysingsmark og oppfrysingstundra med finere jordmateriale som er utsatt for sortering med dannelse av karakteristiske mikroformer som resultat (se **NiN BD 6: Artikkel 16**). Skillet mellom de to økosystem-hovedtypene, som begge er betinget av periglasielle prosesser, går mellom

- overveiende grovt materiale (blokker og stein) med kantete enheter, som i liten grad er slipt av is eller utsatt for frostmørning (kryoturbasjon), og overveiende finere materiale (grus og jord, stedvis også stein) utsatt for frostmørning
- mark der ingen av trinnene for økoklinen frostvirking på marka (FM; se **NiN BD 6: Artikkel 17**) er relevante (forvitningsblokkmark), og mark som

er sterkt preget av frostvirking direkte på marka (trinn A oppfrysingsmark og trinn B flytjordsmark langs FM; se **NiN BD 4: G6**).

G2ae Nøkkelpunkt 23b: Breavsetningsblokkmark

Breavsetningsblokkmark er blokkmark bestående av grove bresedimenter, eventuelt oppstått som resultat av at finmaterialet har blitt vasket ut.

1

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikker av breavsetningsblokkmark. Breavsetningsblokkmark forekommer fortrinnsvis i kontinentalt klima, der den primære suksesjonen på det grove morenesubstratet går langsomt, både på grunn av tørke og periodevis ekstrem vinterkulde som kan føre til tilbakefrysing. Denne hovedtypen finnes først og fremst på relativt flat mark i mellom- og nordboreal samt lavalpin sone på steder der finmaterialet i morenen er fjernet slik at bare en stabil skjelettstruktur av steinblokker står igjen (Fig. 54b). Hovedtypen er ofte knyttet til forsenkninger i terrenget, gjerne med periodevis høyt grunnvannsspeil (blant annet dødisgroper), som virker som 'kuldesamlere' – kuldehull – om vinteren (fordi kald luft synker, vil ekstrem kulde kunne vare i dagevis i stabile høytrykksperioder med liten vind). Et høyt grunnvannsspeil, særlig om høsten, fremmer frostheving og sortering av grovt materiale og stabiliserer lagdelingen av morenematerialet med det groveste materialet på toppen.

Kommentar 2 – Avgrensning av breavsetningsblokkmark mot forvitningsblokkmark. Se **G2ad** kommentar 3.

Kommentar 3 – Avgrensning av breavsetningsblokkmark mot kystnær grus- og steinmark. Se **G2o** kommentar 2.

G2af Nøkkelpunkt 24: Fastmarksskogsmark

Fastmarksskogsmark omfatter all fastmark som tilfredsstiller skogmarksdefinisjonen, bortsett fra flomskogsmark; det vil si skogbærende fastmark-

3



Fig. 55. Noen utvalgte eksempler på variasjon innenfor økosystem-hovedtypen *fastmarksskogsmark*. (a) Ekstremt basefattig, lavdominert furuskog nær øvrekanten av dødisgrop i morenelandskap (Grimsmoen, Folldal, Hedmark). (b) Frisk lågurtskog dominert av hassel (*Corylus avellana*), alm (*Ulmus glabra*) og gråor (*Alnus incana*) i leirravine. Grasholt, Degernes, Rakkestad, Østfold. (c) Fuktmarksutforming [viktigste moseart er grantorvmose (*Sphagnum girgensohnii*)] av basefattig blåbærskog dominert av gran. Rausjømarka, Enebakk, Akershus. (d) Veksling mellom veldrenert utforming og fuktmarksutforming av ekstremt baserik kalklågurfuruskog. Jyplevik, Langesund, Bamble, Telemark. Foto: Rune Halvorsen.

sareal eller areal som i nær fortid har båret og i nær framtid forventes å bære skog (omfatter mark som har båret skog og som ikke har vært utsatt for forstyrrelse, inngrep eller liknende, som har forhindret utvikling av ny skog), og som ikke faller inn under definisjonen av flomskogsmark. Fastmarksskogsmark omfatter nesten all skogsmark på fastmark i Norge, og dekker dermed størstedelen av landarealet under skoggrensa. Fastmarksskogsmarka utspenner betydelig variasjon langs viktige økokliner og framviser på grunn av sin økonomiske betydning også stor variasjon langs tilstandsokokliner og i objektinnhold (et utvalg av denne variasjonsbredden er vist i Fig. 55). Skogsmarksøkosystemets strukturkompleksitet (sjiktning, forekomst av livsmedier på levende og død ved etc.) gjør at det huser en betydelig andel av organismemangfoldet i Norge, hvorav mange arter som spesifikt er knyttet til fastmarksskogsmark.

Kommentar 1 – Drøfting av skogsmarksbegrepet. For utfyllende drøfting av skogsmarksbegrepet, se **NiN BD 6: Artikkel 4**.

Kommentar 2 – Avgrensning av fastmarksskogsmark

mot flomskogsmark. De generelle kriteriene for avgrensning mellom flommark og annen fastmark som er drøftet i **G2i** (der det også vises til andre kilder) er også relevante for avgrensning mellom fastmarksskogsmark og flomskogsmark. Fastmarksskogsmark omfatter dermed også skogsmark på fastmark i flomsonen langs innsjøer og sakteflytende elver, der vannet bare har en kortvarig oversvømmende virkning (se **G2i**).

Kommentar 3 – Avgrensning av fastmarksskogsmark mot skog på kulturmark og kunstmark. Generelle retningslinjer for avgrensning mellom naturmark (inkludert fastmarksskog), kulturmark og kunstmark finnes i **NiN BD 2: D3d** (se også **G2b** kommentar 1). Grenseoppgangen mellom skogkledd kulturmark og fastmarksskog (generelt) er drøftet i **G2e** kommentar 1, og mellom kultur- og kunstmark på den ene siden og naturskogsmark (fastmarksskogsmark) på den andre siden er drøftet i **NiN BD 2: D3d**.

G2ag Nøkkelpunkt 25: Isinnfrysingsmark

Isinnfrysingsmark omfatter åpen fastmark i eller nær bunnen av forsenkninger i terrenget (fortrinnsvis dødisgroper) som i perioder dekkes av stagnerende vann og i blant fryser inn i is om vinteren.

1

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av isinnfrysingsmark. De fleste forsenkninger i undergrunnen fylles over tid med vann, også om de opprinnelig er formet i løse og lett drenerte elve- og breavsetninger. En viktig grunn til dette er at sedimentene etter hvert 'kittes sammen' av humusstoffer, utfelte kjemiske forbindelser. Resultatet blir at forsenkninger fylles med permanent vassfylte innsjøer, som eventuelt over tid gror igjen til våtmarker (myrer). Den viktigste forutsetningen for at en forsenkning i terrenget skal forbli fastmark er derfor et tjukt lag av veldrenerte løsmasser, oftest sand eller grus, og innvirkning av ytre faktorer som opprettholder en tilstrekkelig drenering.

Isinnfrysingsmark forekommer i grunt jorddekte forsenkninger i breavsetninger (morener), som ikke er permanent vassfylte, men som heller ikke er fullstendig veldrenerte (Fig. 56). Dåligere drenerte forsenkninger kan være fylt med en primær våtmark, det vil si en våtmark dannet ved forsumping på stedet. Isinnfrysingsmarka er derimot i lange perioder veldrenert, og mangler karakter av våtmark. I perioder med store nedbørmengder eller store tilførsler av avrenningsvann (for eksempel i snøsmeltinga om våren), vil imidlertid forsenkningen kunne fylles mer eller mindre med vann, og dersom marka på forhånd er frossen vil dette vannet kunne bli stående i lengre perioder. Markvegetasjonen i bunnen av slike forsenkninger kan da også i enkelte år fryse inn i is, derav navnet isinnfrysingsmark. Faren for innfrysing i is begrenser artsutvalget, både av karplanter, moser og lav, i isinnfrysingsmarka. Insektafaunaen i isinnfrysingsmark kan være rik på insekter i perioder med stagnerende vann og fuktig vegetasjon, men uten karakteristiske arter for økosystemtypen som sådan. De fleste marklevende insekter vil kunne migrere lokalt mot et optimalt fuktighetsregime. Temporære vannansamlinger koloniseres raskt av en rekke ferskvannsinsektarter.

De aller fleste forekomster av isinnfrysingsmark er knyttet til landformen **dødisgrop**, det vil si en forsenkning (grop) i et tjukt morenedekke, dannet ved slutten av siste istid (Fig. 56a). Når vannmasser fra smeltende breer kom ut i flattere terreng sank hastigheten på vannet, og sedimenter ble avsatt langs bunnen av elveløpet (for eksempel sandflatene på øvre Romerike). De fleste breløpene fulgte tunneler i grenselaget mellom is og undergrunn, men noen av elvene smeltet seg vei gjennom selve ismassene. Elvegrus i bunnen av disse tunnelene virket isolerende og bremset nedsmeltingen av isen under. Noen steder ble den underliggende isen isolert som adskilte blokker som, når de etter en tid smeltet, etter-

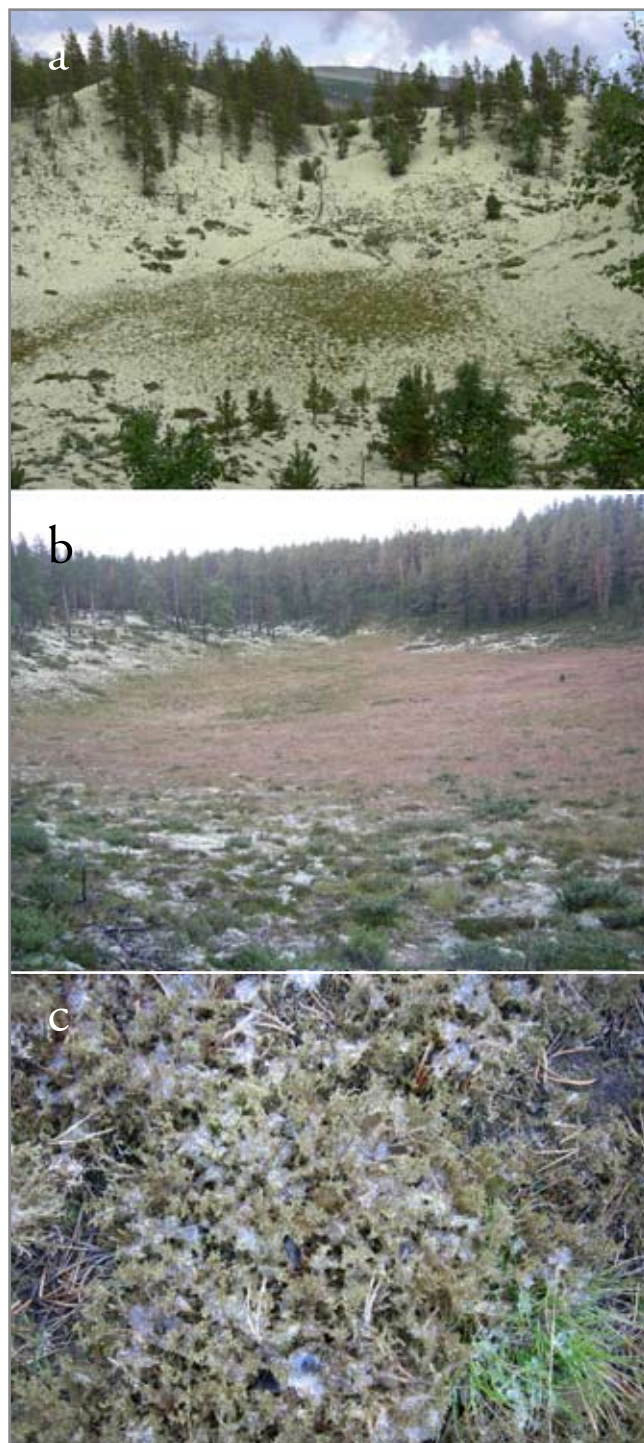


Fig. 56. Isinnfrysingsmark er en karakteristisk økosystem-hovedtype som først og fremst er knyttet til bunnen av (store) dødisgroper i store morener. Mest typisk utviklet og i størst omfang finnes isinnfrysingsmark på Grimsmoen i Follidal (Hedmark), i svakt kontinental seksjon, nordboreal sone. Der skiller isinnfrysingsmarka fra den dominerende lavrike furuskogen av en sone med åpen hei (typifiseres som *fjellhei* og *tundra*), hovedsakelig dominert av kvitkrull (*Cladonia stellaris*). (a) Dødisgrop øst for Blåsterdalen. (b) Den store dødisgropa på Grimsmoen, der isinnfrysingsmarka kanskje har sin største utstrekning. (c) Snøskjerpe (*Cetrariella delisei*), en lavart som tåler å fryse inn i is og som derfor er vanlig i isinnfrysingsmark. Her en tidlig høstdag etter ei frostnatt, samme sted som (b). Foto: Rune Halvorsen.

lot seg karakteristiske groper i landskapet. Dødisgroper finnes spredt over store deler av Øst-Norge. De kan variere i størrelse fra diameter på noen meter og dybde på en knapp meter til diameter på flere hundre meter og

dybde på tjue meter eller mer. Dersom morenematerialet i bunnen og på sidene av dødisgropa over tid akkumulerer finmateriale, eller dreneringen av løsmassene over tid forhindres på annen måte, vil dødisgropa etter hvert bli fylt av vann. På øvre Romerike finnes derfor for eksempel en rekke små, rundaktige innsjøer som egentlig er vassfylte dødisgroper (for eksempel Svenskestutjernet og Nordbytjernet i Hovin, Ullensaker, Akershus). Et annet område som er særlig rikt på dødisgroper er Grimsmoen i Folldal (Hedmark). Der er de fleste dødisgropene ikke vassfylte.

Dødisgroper med isinnfrysingsmark er blant annet beskrevet av fra lavalpin sone i Rondane av Dahl (1957: 282–285). Disse kjennetegnes av at vegetasjonen er sonert fra den veldrenerte marka omkring gropa, via gropas sidekanter der vann kan bli stående og fryse til is etter at telen har satt seg om høsten (dette vannet vil dreneres vekk når telen går eller ved fordampning), til bunnen der vegetasjonen kan forbli innfrosset i is gjennom hele vinteren. Planteartssammensetningen i de lavalpine dødisgropene minner noe om artssammensetningen i snøleier, men isinnfrysingsmarka skiller seg fra all annen snøleievegetasjon ved spesielle dominansforhold og et begrenset artsutvalg. Typiske arter er krekling (*Empetrum nigrum*), greplyng (*Loiseleuria procumbens*), stivstarr (*Carex bigelowii*) og smyle (*Avenella flexuosa*), samt dominans av den brune laven småfliket snøskjerpe (*Cetrariella delisei*; Fig. 56c) i bunnsjiktet.

I Nord-Østerdalen finnes også store dødisgroper under den alpine skoggrensa; i nordboreal (til dels også mellom-boreal) sone. Vegetasjonen i bunnen av de nordboreale dødisgropene har likhetstrekk med sidevegetasjonen i de lavalpine gropene (med tegn på periodevis dekking av stagnerende vann), mens sidekant-vegetasjonen er åpen og oftest består av åpen lavhei som har likhetstrekk med snøbeskytta lavalpin hei (Fig. 56a). Det er forekomsten av innfrysings- og vanddekningstolerant bunnvegetasjon som definerer isinnfrysingsmark som økosystem, mens ovenforliggende heiliknende natur hører til andre økosystem-hovedtyper.

Isinnfrysingsmark er ikke kjent i boreonemoral og sørboreal sone, og mangler for eksempel på øvre Romerike, til tross for at det finnes store israndavsetninger med rikelig forekomst av dødisgroper der. Dødisgropene i dette området er enten vassfylte, veldrenerte helt til bunnen, eller inngår som deler av flommarkssystemer (se omtale i **NiN BD 6: Artikkel 14: B**).

Isinnfrysingsmark er åpen, det vil si uten skogsmark. Tresjikt kan imidlertid mangle også ovenfor bunnen av forsengkningen der isinnfrysingsmarka finnes. I de kontinentale høyereliggende delene av Østlandet skyldes dette lave vintertemperaturer som forårsaker tilbakefrysing (om enn de utslagsgivende temperaturfaktorene er noe forskjellige fra de som definerer skoggrensa), samt følsomhet for langvarig vannmetning og isinnfrysing.

Kommentar 2 – Avgrensning av isinnfrysingsmark mot andre hovedtyper av åpne økosystemer. Isinnfrysingsmark er den karakteristiske mose- og/eller lavdekte bunnen i forsengkninger i terrenget, som først og fremst forekommer i dødisgroper i kontinentale deler av landet. Oftest grenser isinnfrysingsmarka til åpen sidevegetasjon i dødisgropa, noe som faller inn under økosystem-hovedtypen fjellhei og tundra (som inkluderer forekomster av åpen natur i nordboreal sone; se **G2ak** kommentar 5).

Kommentar 3 – Drøfting av relasjon mellom begrepene isinnfrysingsmark og dødisgrop. Som geologisk struktur er dødisgropa en kvartærgeologisk definert landskapsdel. Isinnfrysingsmark er derimot en type økosystem, definert på grunnlag av spesielle miljøforhold ('i perioder dekkes av stagnerende vann og i blant fryser inn i is om vinteren'), som ikke definisjonsmessig er knyttet til dødisgroper. Dødisgroper kan inneholde isinnfrysingsmark, men gjør oftest ikke det.

G2ah Nøkkelpunkt 26: Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet

Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet omfatter jorddekt naturmark under skoggrensa, som ikke faller inn under skogsmarksdefinisjonen, som ikke hører inn under flommark, breforland og snøavsmeltingsområder, fuglefjell-eng, ur, skredmark, bergknaus, isinnfrysingsmark, fjellhei eller snøleie.

2

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av åpen grunnlendt naturmark i lavlandet. Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet omfatter primært den jorddekte, grunnlendte fastmarkssonen som under skoggrensa skiller bergknaus og den innenforliggende skogsmarka (Fig. 57). Denne sonen er oftest en relativt smal overgangssone (økoton; Fig. 52c og 58a), men iblant kan slik mark dekke større sammenhengende arealer (Fig. 58b). Særlig er dette tilfellet langs kysten og langs større sjøer, der skogsmarka av ulike grunner ikke strekker seg helt ned til flommarka. Dette kan dels skyldes at miljøforholdene ikke er gunstige for vekst av trær (vindutsatthet, saltsprut etc.), men det kan også komme av at den primære suksesjonen (inkludert jordsmonndannelsen) på bergknauser har gått langsommere på disse stedene eller kulturpåvirkning.

Åpen grunnlendt fastmark er inkludert som egen økosystem-hovedtype i NiN framfor for eksempel å slå den sammen med bergknaus, fordi bergknaus hovedsakelig huser steinboende (epilittiske) arter mens jorddekt (om enn grunnlendt) mark hovedsakelig huser epigeiske (jordboende) arter; se for eksempel Fig. 52c. Artssammensetningen på bergknaus og på åpen grunnlendt naturmark er derfor i liten grad overlappende. En lang rekke arter er spesifikt knyttet til åpen grunnlendt naturmark. Dette gjelder først og fremst arter, både planter og dyr, som krever et jorsmonn samt lys og/eller varme, og som raskt

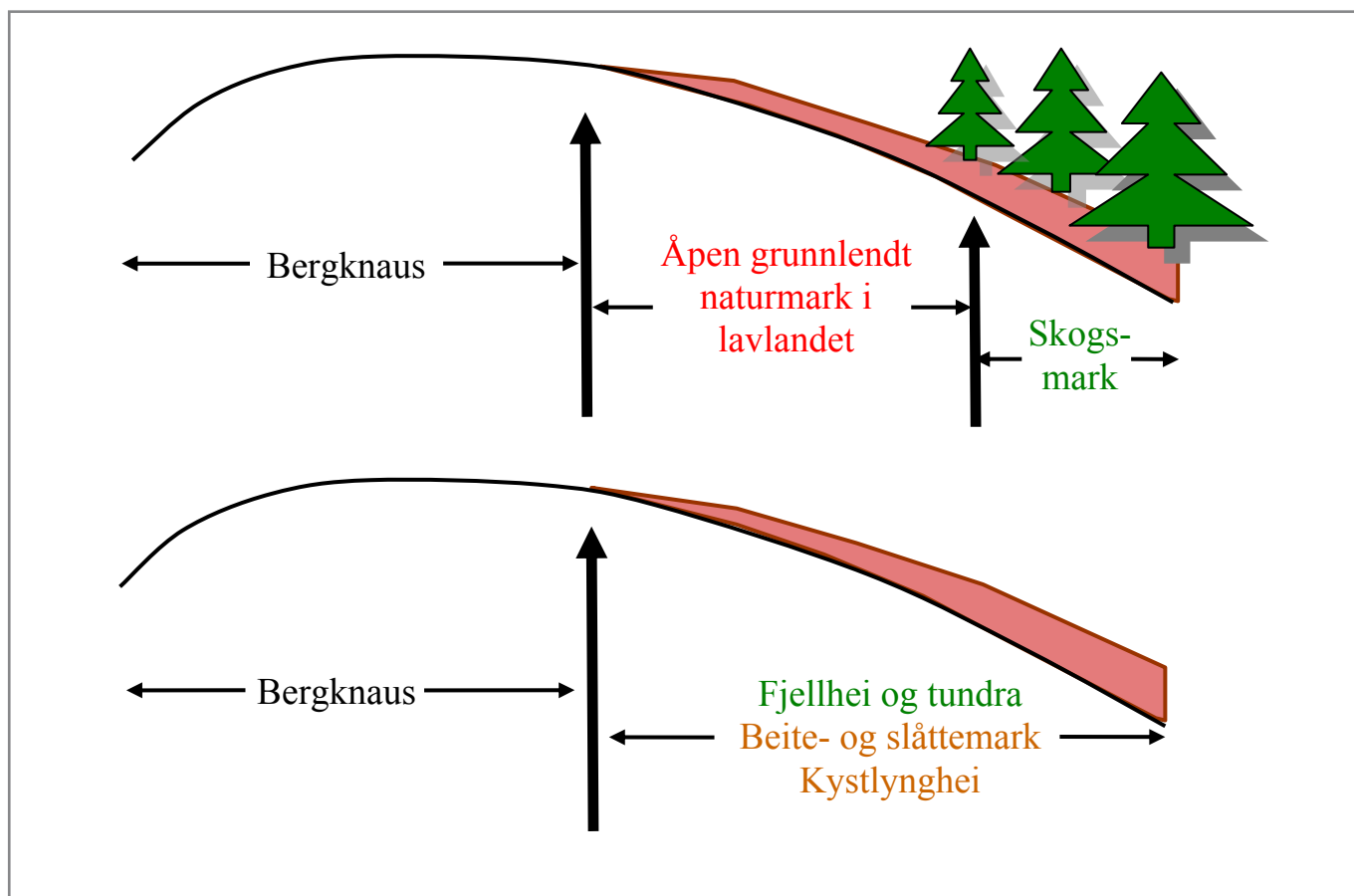


Fig. 57. Variasjon fra bart fjell til mark med velutviklet jordsmonn. Øverst: Overgangen mellom *bergknaus* og *skogsmark* (øverst) der *åpen grunnlendt naturmark i lavlandet* skiller ut som egen økosystem-hovedtype. Nederst: Der *bergknaus* grenser mot kulturmark (*beite- og slåttemark* og *kystlynghei*) eller i fjellet der *bergknaus* grenser mot *fjellhei og tundra*, hvor grensa settes mellom bart fjell og jorddekt mark.

skygges ut i en skog. En lang rekke rødlistete karplantearter med sørøstlig utbredelse (og utbredelsestygdepunkt nær Oslofjorden) har sin hovedforekomst i denne økosystem-hovedtypen (et par eksempler er vist i Fig. 58c–d). Økosystem-hovedtypen huser også interessante lavlandsforekomster av arter som i dag har sin hovedutbredelse i fjellet [for eksempel reinrose (*Dryas octopetala*) og bergstarr (*Carex rupestris*) på Langøya (Bamble, Telemark)]. Disse forekomstene anses som relikter etter den såkalte protokratiske floraen (den første floraen som vandret inn etter istida).

Kommentar 1 – Avgrensning av åpen grunnlendt naturmark i lavlandet mot andre økosystem-hovedtyper på naturmark. Grensa mot bergknaus går mellom jorddekt og ikke-jorddekt mark. Grensa mot skogsmark følger skogsmarkdefinisjonen (NiN BD 6: Artikkel 4).

Det finnes imidlertid avgrensningsutfordringer mellom åpen grunnlendt naturmark og en rekke andre åpne hovedtyper av fastmarksøkosystemer. I praksis er dette løst ved at økosystem-hovedtypen åpen grunnlendt naturmark i lavlandet er negativt karakterisert mot de andre hovedtypene: flommark, breforland og snøavsmeltingsområder, fuglefjell-eng, ur, skredmark, isinnfrysingsmark, fjellhei eller snøleie, som er definert på grunnlag av spesielle kjennetegn (se under de respektive hovedtypene). På samme vis har ekspertgruppa valgt å definere grensa

mellom bergknaus på den ene siden og fjellhei og tundra på den andre siden slik at all fastmark i fjellet med tilstrekkelig jordsmonn til å ha en vegetasjon som kan plasseres langs gradienten i snødekkevarighet (se NiN BD 6: Artikkel 15), blir typifisert som fjellhei og tundra.

Kommentar 2 – Avgrensning av åpen grunnlendt naturmark i lavlandet mot åpne kulturmarkssystemer. Se G2e kommentar 1 og videre drøfting i NiN BD 2: D3d.

Kommentar 3 – Drøfting av alternative måter å typifisere natur ved overgangen mellom åpen og skogkledd naturmark. Ekspertgruppa har valgt å dele gradienten fra bergknaus via åpen grunnlendt mark til skogsmark i tre økosystem-hovedtyper (se Fig. 57). Også når bergknaus grenser mot andre hovedtyper av åpen mark er det i prinsippet mulig å definere en sone som er en parallell til åpen grunnlendt naturmark, med hensyn til topografiske forhold, jordsmonnsdybde og tørkeutsatthet. Identifisering av ei slik sone uavhengig av hvilke(t) økosystem(er) bergknausen grenser mot, vil ha den fordelen at bergknaus i lavlandet alltid grenser mot samme hovedtype grunnmarksøkosystem, men den ville også ha opplagte ulemper:

1. Grenser mellom åpen grunnlendt naturmark og andre åpne systemer vil være svært vanskelig å definere presist når ikke skogsmarkskriteriet kan anvendes, og
2. Ei grense mellom åpen grunnlendt naturmark og



Fig. 58. Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet forekommer oftest som en sone mellom bergknaus og fastmarksskogsmark, gjerne ovenfor strandberg. Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet på kalkrik grunn har høy artsrikdom og huser mange rødlistearter. Bildene viser noen eksempler. (a) Sonering fra strandberg via mosaikk mellom bergknaus og åpen grunnlendt naturmark i lavlandet til furudominert fastmarksskogsmark. Rognstranda, Langesund, Bamble, Telemark. (b) Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet i et bredt belte mellom strandberg og furudominert fastmarksskogsmark. På denne lokaliteten på Jeløya (Moss, Østfold) finnes flere varmekjære rødlistearter som er svært sjeldne i Norge. (c) Solrose (*Helianthemum nummularium*), en av artene som forekommer på lokaliteten i (b). (d) Kubjelle (*Pulsatilla pratensis*), også fra lokaliteten i (b). Foto: Rune Halvorsen.

andre åpne systemer trukket 'omtrent der man skulle forvente at jordsmonn etc. var dypt nok til at ei skogsmark skulle kunne utvikles' vil være basert på potensiell og ikke på aktuell natur, i strid med prinsippene for økosystemtypifisering i NiN (se NiN BD 2: E1a punkt 4).

Ekspertgruppa har derfor valgt ikke å bruke et slikt teoretisk basert avgrensningskriterium, men i stedet valgt å la åpen grunnlendt naturmark som ikke grenser til skogsmark inngå i de andre økosystem-hovedtypene den grenser til (Fig. 57). I fjellet vil dette først og fremst være fjellhei og tundra (men i noen grad også snøleier), i lavlandet er dette først og fremst kulturmarkstypene lynghei og beite/slåttemark. For grensetrekking mellom bergknaus og kulturmark (lynghei og beite- og slåttemark; se også kommentar 2) ville en avgrensning basert på potensiell grense for skogsmark ha den tilleggsulempen at grunnlendt mark som klart tilfredsstillende kriteriene for kulturmark (ved å være betinget av samme type hevd som mark med dypere jordsmonn; for eksempel brann

i lynghei og beite i beitemark; Fig. 37a) vil falle inn under økosystem-hovedtyper av naturmark. Dette er ikke forenlig med tredelingen i naturmark, kulturmark og kunstmark som første inndelingsgrunnlag for fastmark i Naturtyper i Norge (se NiN BD 2: D3d). Ekspertgruppa har derfor valgt å trekke grensa mellom naturmark og kulturmark i kulturmarkssområder med bergknauser ved grensa for bergknaus.

G2ai Nøkkelpunkt 27: Arktisk steppe

Arktisk steppe omfatter jorddekt fastmark i sterkt kontinentale deler av Arktis (kjent fra Wi-jdefjorden på Svalbard med sidefjorder), til dels med jordsmonn preget av oppadgående vanntransport, saltanriking nær jordoverflata og pH vanligvis over 9 og opp mot 10,5.

Kommentar 1 – Drøfting av begrepet steppe. Se NiN BD 6: Artikkel 10.

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristik av arktisk steppe. Arktisk steppe forekommer langs indre deler av



Fig. 59. Arktisk steppe. (a) Landskap dominert av arktisk steppe ved utløpet av Reinbukkdalen i Wijdefjorden, Spitsbergen. **(b)** Arktisk steppe på Einsteinfjellet, med forekomst av strapp (*Poa hartzii*). Foto: Arve Elvebakk.

Wijdefjorden med sidefjorder, i et område med sterk regnskygge og anslagsvis godt under 100 mm i årsmiddelnedbør (60 mm er målt i ett enkeltår). Her dominerer jord med høyt saltinnhold over store områder opp til 300 m.o.h (Fig. 59). pH-reaksjonen er vanligvis over 9 og mange verdier i intervallet 10–10,5 er også målt. Slik jord kan ikke dannes på vanlig kalksubstrat, men kan kun forklares med en lang historie med så arid klima at næringssalter fra mineraljorda har blitt avsatt i øvre lag på grunn av oppadgående transport av vann med oppløste salter. Elvebakk (2005) beskriver arktisk steppe som kartleggingsenhet under navnet '*extremely dry, high-arctic steppe vegetation characterized by Potentilla pulchella and Puccinellia angustata*'. I et kjølig mellomarktisk klima med begrenset fordampning (evaporasjon), er vindtunnel-effekten langs denne veldig lange og rette fjorden en forutsetning for en uttørking sterk nok til å betinge utvikling av steppeliknende økosystemer (seksjon C2; se NiN BD 9). Dette vises også tydelig av at de korte sidedalene til Wijdefjorden har tilnærmet 'normal mello-

marktisk tundravegetasjon' dominert av *Cassiope tetragyna*. Dette området har en vegetasjon som avviker sterkt fra tilsvarende tundravegetasjon. Graminider dominerer i et åpent landskap uten torvproduksjon, og mose- og lavkomponenten som ellers er så vanlig i Arktis, mangler (Fig. 59b). Det samme gjør myr. I de ikke-aride, men nedbørsfattige varme fjordstrøkene finnes en liknende vegetasjon utviklet på små, svært konvekse finjordsrygger (for eksempel nedenfor veien ved Skjæringa i Longyear-byen), jfr. Möller (2000).

G2aj Nøkkelpunkt 28: Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra

Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra omfatter mark, oftest med fuktmarkskarakter, i mellomarktisk-nordarktisk og mellomalpin(-nordalpin) sone (forekommer også sporadisk i lavalpin sone), oftest med permafrost, som gjennom sterk frostvirkning (oppfrysing eller jordflyt) får karakteristiske mikro-landformer (regelmessig ring- eller polygonstruktur, eller flytjordsvalker). Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra kan ha sammenhengende karplantedekke der vedplanter inngår, men det forstyrrelsesutsatte jordsmonnet og det kjølige klimaet begrenser artsutvalget til forstyrrelsestolerante arter.

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristikk av oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. Oppfrysingshei og oppfrysingstundra finnes først og fremst i øvre del av mellomarktisk og mellomalpine soner, og tilgrensende deler av høgalpin sone og nordarktisk tundrasone. Der overtar oppfrysingsmarka for snøbeskytta hei (et trinn langs økoklinen snødekketabilitet – SS; se NiN BD 4: H4) innenfor fjellhei og tundra på relativt flat, fuktig mark hvor oppfrysingsmarka kan være enerådende (Fig. 60). Den overtar også for moderate, og etter hvert også til dels for seine snøleier (trinn langs økoklinen SV – snødekketbetinget vekstsesongreduksjon; se NiN BD 4: G2). Avblåste rabber og ekstreme snøleier kan imidlertid forekomme side om side med oppfrysingsmark og oppfrysingstundra til opp i den høgalpine sonen.

Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra er betinget av permafrost, som i kombinasjon med kjølig klima og kort vekstsesong sørger for at marka blir relativt stabilt fuktig. Det relativt tynne snødekket (i Arktis først og fremst på grunn av lav vinternedbør, på fastlandet først og fremst på grunn av konvekse oppstikkende landformer og vindvirkning) gjør at marka utsettes for sterk oppfrysing, slik at hovedtypen karakteriseres ved en kombinasjon av fuktig jordsmonn og sterk oppfrysingsaktivitet (se NiN BD 6: **Artikkel 15**, særlig NiN BD 6: **Artikkel 15**: Fig. 1).

De periglasiale prosessene som forårsaker frostvirkning i høgfjellet, og de mikro-landformene frostvirkningen resulterer i, er beskrevet i NiN BD 6: **Artikkel 16**. Disse grupperes i to hovedkategorier (nivåer av økoklin FM – frostvirkning på marka; NiN BD 4: G6), oppfrysings-



Fig. 60. Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. (a) Polygonmark nær toppen av Tronden (Alvdal, Hedmark), med oppfrysing av finjord nær sentrum av steinsirklene. (b) Detalj av vegetasjon og naken finjord, blant annet med musøre (*Salix herbacea*) og issøleie (*Ranunculus glacialis*). Foto: Rune Halvorsen.

mark og flytjordsmark, som begge er typiske innenfor hovedtypen oppfrysingsmark og oppfrysingstundra.

Oppover i den mellomalpine/mellomarktiske og den nordarktiske tundrasonen, når klimaet etter hvert blir kjøligere og kjøligere, blir organismemangfoldet også mindre. Ved grensa mellom mellomalpin og høgalpin sone opphører vedplantene [med unntak for musøre (*Salix herbacea*; Fig. 60b) og polarvier (*Salix polaris*), som kan gå opp i den høgalpine sonen], fordi respirasjonstapet er for stort i den kalde sesongen til at vedaktig livsform er levedyktig. Av forskjellige grunner er ikke de bioklimatiske alpine sonene på fastlandet og de arktiske sonene nordover i Arktis helt parallelle, men et tilsvarende respirasjonstap setter nordgrenser for halvhøye dvergbusker, som kantlyng (*Cassiope tetragona*), nord for grensen mellom mellom- og nordarktisk tundrasone, og krypende dvergbusker som polarvier (*Salix polaris*) ved skillet mellom nordarktisk tundrasone og arktisk polarørken.

Vegetasjonen innenfor oppfrysingsmark og oppfrysingstundra er beskrevet i flere sentrale arbeider. Fra Svalbard beskriver Elvebakk (2005) to kartleggingsenheter fra den nordarktiske tundrasonen; #8 '*Mesic, circumneutral tundra characterized by Luzula nivalis*, og #9 '*mesic, acidic tundra characterized by Luzula confusa*'. Begge disse dekker betydelige arealer (Elvebakk 2005: Fig. 1). De arktiske *Luzula*-samfunnene har ofte en distinkt plassering omkring midten i soneringen fra rabbe til snøleie, svarende mer eller mindre til lesida og de moderate snøleiene på fastlandet (Elvebakk 1985). Det er lang tradisjon for å inkludere disse samfunnene i tundra-begrepet (se **NiN BD 6: Artikkel 9**), men dette er en tundra som normalt er sterkt frostpåvirket (preget av oppfrysingsfenomener) og som således passer bedre inn i en hovedtype sammen med den typiske alpine oppfrysingsmarka enn med fjellhei og tundra. I tråd med tradisjonen i arktisk litteratur har vi valgt å kalle hovedtypen 'oppfrysingsmark og oppfrysingstundra'.

Fra det norske fastlandet samler Fremstad (1997: 156) all oppfrysingsmark i en type, 'R6 Frytle-grasmark', med fattige og rike utforminger som svarer til henholdsvis Dahl (1957) sitt *Luzulo-Cesietum* og Nordhagen (1943) og Gjærevoll (1956) sitt *Luzulion nivalis*. Det har vært en del forvirring omkring plassering av oppfrysingsmarka langs en gradient fra rabbe til snøleie. Gjærevoll (1956) anser *Luzulion nivalis* som et snøleiesamfunn (hans avhandling har snøleier som tema), men han (Gjærevoll 1956: 376) siterer også Nordhagen (1936) på at '*Luzulion arcticae*' [= *Luzulion nivalis*] er knyttet til fuktige steder med sein utsmelting men uten tjukt snødekke, utsatt for solifluksjon. Fremstad (1997: 157) betrakter sin type R6 som rabbevegetasjon (R) og skriver under økologi 'mangelende til middels snødekke ... polygonmark i flatt terreng eller solifluksjonsmark i noe hellende terreng ... jordforstyrrelse avgjørende for typen ... utformingene b ['Fattig gras-frytle-mose-utforming'] og c ['Rik tilsvarende'] forekommer ofte på samme plass i soneringene i mellomalpin sone som lesider i lavalpin sone.'

Kommentar 2 – Avgrensning av oppfrysingsmark og oppfrysingstundra mot fjellhei og tundra og mot snøleier. Fjellhei og tundra og snøleier kjennetegnes ved rabbe-snøleiesonering, henholdsvis langs økoklinene snødekkestabilitet (SS; **NiN BD 4: H4**) snødekkebetaget vekstsongreduksjon (SV; **NiN BD 4: G2**). I **NiN BD 6: Artikkel 15** er det redegjort for hvordan disse økoklinene gradvis avtar i betydning for artssammensetningen med høyden og mot nord i mellomalpin sone/mellomarktisk tundrasone, som funksjon av at alle biologiske prosesser avtar, jordsmonnsutviklingen går langsommere, vedaktige plantearter (bortsett fra dvergviere) forsvinner, snødekket blir mindre stabilt, og det tynnere jordsmonnet utsettes for sterkere og sterkere frostvirkning. På fastlandet vil vegetasjonsdekket ved høydenivået 100–200 m ovenfor øvre grense for lesidevegetasjon (grensa mellom lavalpin og mellomalpin sone) normalt være sparsomt og inneholde

en blanding av arter typisk for rabbe og snøleie; bare flekkvis på ekstreme steder vil finnes typiske fragmenter av avblåst rabbe og av ekstremt snøleie. Dette nivået definerer grensa mellom dominans av fjellhei og tundra på den ene siden og høgfjellets flytjords- og oppfrysingsmark (økosystem-hovedtype oppfrysingsmark og oppfrysingstundra) på den andre siden (se **NiN BD 6: Artikkel 15**: Fig. 1). Ovenfor denne grensa finnes et jordsmonn bare flekkvis og dette er grunt og ustabil og store deler av vegetasjonen har tydelig pionérpreg (oftest dominert av småvokste arter, moser og lav, som har stor toleranse overfor variable og ustabile leveforhold). På grunn av det konvekse terrenget som dominerer på fastlandet, har oft-est slik pionérpreget mark en topografisk plassering som rabbene, men de større snømengdene og de lave tempera-turene resulterer i vekstsesonglengde som i et snøleie på lavere høydenivåer. Ekstreme snøleier (mosesnøleier) og avblåste rabber kan imidlertid finnes side om side med oppfrysingsmark også opp i den høgaltpine sonen. Dahl (1957: 249, punkt 4) skriver om den høgaltpine sonen at '... the vegetation is patchy and consists entirely of solif-

luction communities belonging to Cassiopeto-Salicion herbaceae [Dahls seine og ekstreme snøleier], particularly the Luzuleto-Cesietum [Dahls oppfrysingsmark].'

På Svalbard inngår oftere oppfrysingsmark og opp-frysingstundra i en tydelig sonering fra rabbe til snøleie (se kommentar 1); nedenfor rabbe og/eller ovenfor (seine og/eller ekstreme) snøleier (Elvebakk 1985).

Kommentar 3 – Avgrensning av oppfrysingsmark mot polarørken. Se G2ac kommentar 2.

G2ak Nøkkelpunkt 29a: Fjellhei og tundra

Tundra og fjellhei omfatter jorddekt, relativt stabil fastmark på fastlandet over eller nær skoggrensa og i Arktis, med etablert flerårig vegetasjon, oftest med et karakteristisk innslag av busker eller dvergbusker. Tundra og fjellhei kan være sonert fra avblåst rabbe via snøbeskyttet hei til leside på grunnlag av variasjon i snødekkstabilitet, men snødekke-varighet er ikke en viktig vekstbegrensende faktor (Fig. 61). Tundra og fjellhei dekker store arealer i lav- og mello-malpine soner og i mellomarktisk tundrasone på Svalbard.

3

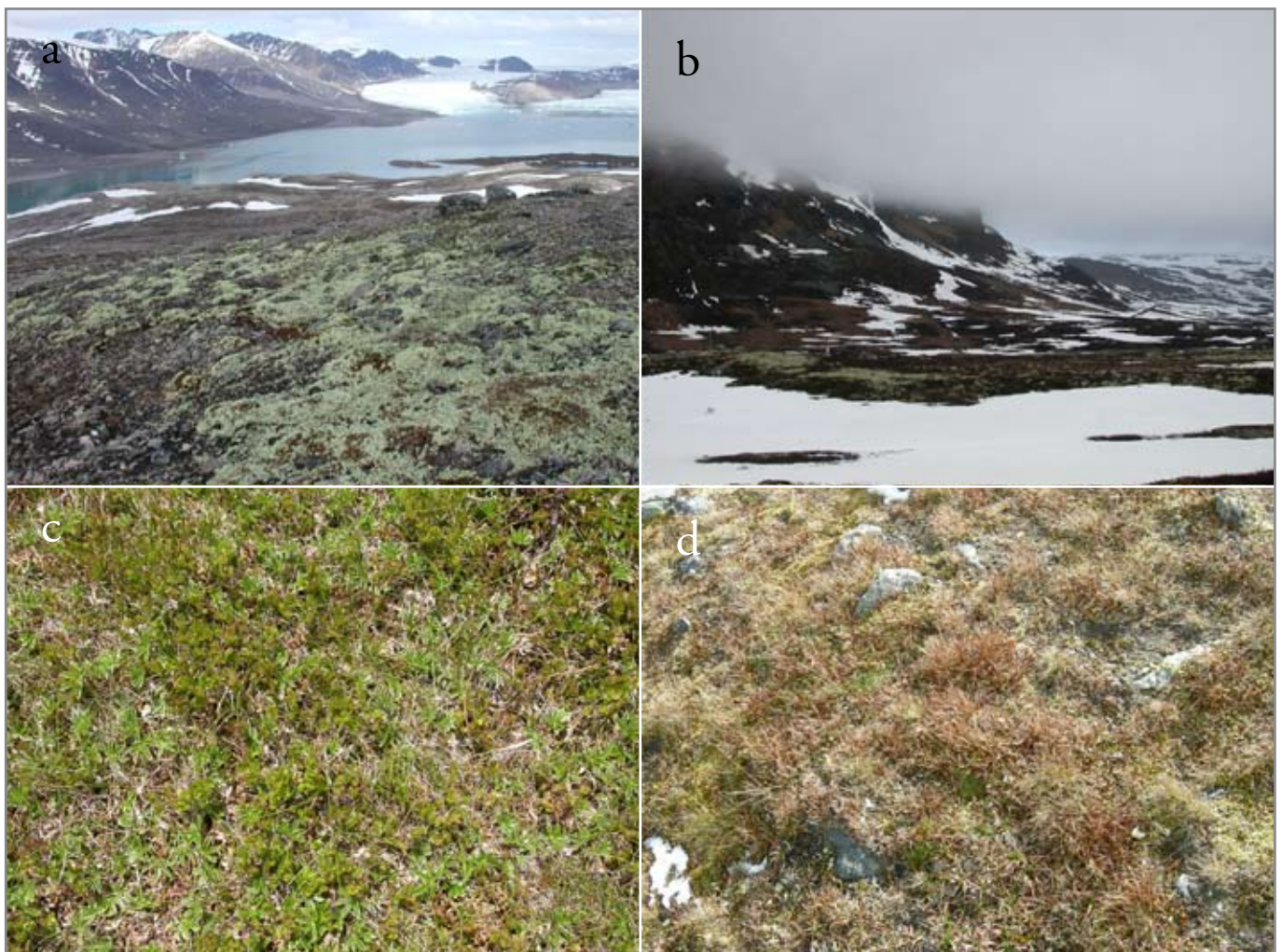


Fig. 61. Fjellhei og tundra. (a) Rygg med avblåst rabbevegetasjon dominert av gulskinn (*Flavocetraria nivalis*). Blomstrand, Spitsbergen. (b) Bilde tatt på Fillefjell (Borgund, Lærdal) 26. mai 2003. Avblåste rabber og fjellheier er smeltet fram mens lesider og snøleier fortsatt er dekket av snø. (c) Lesidevegetasjon (overgang til moderat snøleie; økosystem-hovedtype snøleier)dominert av blåbær (*Vaccinium myrtillus*), med et stort innslag av fjellmarikåpe (*Alchemilla alpina*). Råtåsjøho, Folldal, Hedmark. (d) Mellomalpin tørrgrashei. Gjuvasshøi, Bøverdalen, Lom, Oppland. Foto (a): Arve Elvebakk. Øvrige fotos: Rune Halvorsen.



Fig. 62. *Snøleier.* (a) Moderat snøleie, baserikt, med engvegetasjon der flekkmure (*Potentilla crantzii*) og harerug (*Bistorta vivipara*) er typiske arter. Bøvertun, Bøverdalen, Lom, Oppland. (b) Seint snøleie dominert av musøre (*Salix herbacea*) i høstfarger. Halne, Hol, Buskerud. (c) Ekstremt snøleie dominert av krypsnøse (*Anthelia juratzkana*) og snøbjørnemosse (*Polytrichum sexangulare*). Samme sted som (b). Foto: Rune Halvorsen.

Kommentar 1 – Drøfting av begrepene fjellhei og tundra.
Se **NiN BD 6: Artikkel 9.**

Kommentar 2 – Utfyllende karakteristikk av fjellhei og tundra. En grundig karakteristikk av fjellhei og tundra i forhold til variasjon i snødekkestabilitet (økoklinen SS; **NiN BD 4: H4**) og snødekkebettinget vekstsesonglengde (økoklinen SV; **NiN BD 4: G2**) er gitt i **NiN BD 6: Artikkel 15.**

Kommentar 3 – Avgrensning av fjellhei og tundra mot snøleier. Grensa mellom fjellhei og tundra på den ene siden og snøleier på den andre siden, i soneringen fra rabbe til snøleie, trekkes der økoklinen snødekkestabilitet (SS; **NiN BD 4: H4**) erstattes av økoklinen snødekkebettinget vekstsesonglengde (SV; **NiN BD 4: G2**) som den viktigste for variasjonen i artssammensetningen. Lesida (Fig. 61c), som markerer grensa for fjellhei mot snøleier i den lavalpine sonen (se **NiN BD 6: Artikkel 15: Fig. 1**) regnes for å ha optimal vekstsesonglengde, mens lesidas nedre grense i soneringen mot snøleiene (moderate snøleier; se **NiN BD 6: Artikkel 15: Fig. 1**) markerer en vekstsesongreduksjon som følge av langvarig snedekke.

I mellomalpin og mellomarktisk sone, der lesida og de moderate snøleiene ikke lenger finnes, defineres grensa av skillet mellom heier og tundra dominert av 'tørre' gras (Fig. 61d); sauesvingel (*Festuca ovina*), rabbesiv (*Juncus trifidus*), reinrose (*Dryas octopetala*) og kantlyng (*Cassiope tetragona*) på den ene siden og seine snøleier på den andre siden.

Kommentar 4 – Avgrensning av fjellhei og tundra mot oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. Se **G2aj** kommentar 2.

Kommentar 5 – Innplassering av bregne- og høgstaude-dominert åpen mark til økosystem-hovedtype (avgrensning av fjellhei og tundra mot ur, skredmark og åpen kilde). Bregne- og høgstaude-dominert mark kan utvikles under flere ulike miljøforhold, og fordeler seg derfor på flere økosystem-hovedtyper. Hovedreglene for typifisering av åpen bregne- og høgstaude-dominert mark er:

1. Som åpen kilde (økoklinen KI trinn 5 *svak kilde*) dersom innslaget av typiske kildearter er sterkt nok til å gi vegetasjonen et våtmarkspreg. I hvert fall deler av Fremstads (1997) vegetasjonstyper 'S6 *Fattig høystaude-eng og -kratt*' og 'S7 *Rik høystaude-eng og kratt*' hører til kildene.
2. Som ur (høgstaude- eller storbregne-ureng) eller skredmark (jord- og snøskred i etableringsfasen på fuktmark) dersom marka på grunnlag av landform



og opprinnelse må betraktes som ur eller skredmark. Såvel ur- som skredmarksmarktypene er VM trinn 2 *fuktmark* innenfor PS trinn C2 *etableringsfase*.

3. Som fjellhei dersom ikke disse betingelsene er oppfylt, og marka heller ikke er å betrakte som snøleie (for håndtering av 'bregnesnøleier' se **G2u** kommentar 1). Innenfor fjellhei betraktes bregne- og høgstaudedominert åpen mark som leside-fuktmark.

Kommentar 6 – Typifisering av åpen fjellhei-liknende mark under skoggrensa. Betydelige arealer under den klimatiske skoggrensa mangler av ulike grunner skog, og kan ikke typifiseres som skogsmark (jf. **NiN BD 6: Artikkel 9**). Særlig gjelder dette områder der ekstreme lokale miljøforhold, som for eksempel vindutsatthet på framstikkende rygger i terrenget, streng vinterkulde i forsenkninger (se **G2ag** kommentar 2), dalganger med temperaturinversjoner (Fig. 56a), hyppige små snøskred el.l., hindrer etablering av skog. I nordboreal sone vil slike åpne (skogløse) områder ha en vegetasjon som ikke kan skilles fra fjellhei på tilsvarende voksesteder, og derfor typifiseres som (nordboreal) fjellhei.

G2al Nøkkelpunkt 29b: Snøleier

Snøleier omfatter jorddekt fastmark, mer eller mindre utsatt for solifluksjon, på fastlandet over eller nær skoggrensa og i Arktis, med etablert vegetasjon. Snøleier kjennetegnes av langvarig snødekke som begrenser vekstsesongen. Vedaktige planter spiller derfor ubetydelig rolle mens urter, grasvekster og moser kan dominere. Snøleier kan dekke betydelige arealer i lav- og mellomalpine soner og i mellomarktisk tundrasone på Svalbard, og forekommer også i høgpin sone og den nordarktiske tundrasonen.

4

Kommentar 1 – Utfyllende karakteristik av snøleier. En grundig karakteristik av snøleier og variasjonen innen snøleier i forhold til variasjon i snødekkebetinging vekstsesonglengde (økoklinen SV; **NiN BD 4: G2**) er gitt i **NiN BD 6: Artikkel 15**.

Kommentar 2 – Avgrensning av snøleier mot fjellhei og tundra. Se **G2ak** kommentar 2.

Kommentar 3 – Avgrensning av snøleier mot oppfrysingsmark og oppfrysingstundra. Se **G2aj** kommentar 2.

Kommentar 4 – Typifisering av snøleier under skoggrensa. Snøleier forekommer også sporadisk under den klimatiske skoggrensa, særlig i oseaniske mellom- og nordboreale områder der snømengdene kan være store og snøen blir liggende lenge. Snøleier forekommer også som åpne treløse forsenkninger i øvre del av fjellskogen i mer kontinentale områder. Disse snøleiene hører naturlig inn under økosystem-hovedtypen snøleier.



H Oversikt over grupper av økosystem-hovedtyper

Tabell 2 inneholder en oversikt over de 5 gruppene av økosystem-hovedtyper med til sammen 67 økosystem-hovedtyper; 59 for naturmark, 2 for kulturmark og 6 for kunstmark.

Tabell 2. Oversikt over grupper av økosystem-hovedtyper og økosystem-hovedtyper. Enbokstavs gruppekoder er valgt ut for å gi assosiasjoner til gruppa, men fordi tre gruppenavn har F som forbokstav, måtte relaterte begreper nyttes [M – marin (ikke presist svarende til saltvannssystemer), S – strandsystemer (ikke presist svarende til fjæresone), F – ferskvannssystemer, V – våtmarkssystemer og L – landsystemer (ikke presist svarende til fastmarkssystemer)]. Kunstmarkshovedtyper (seks) er markert med rød og de to kulturmarkshovedtypene med grønn skrift. Angivelse av kunnskapsstatus følger **NiN BD 2: B2**.

Kode	Gruppe av økosystem-hovedtyper		Kunnskapsstatus
	Kode	Økosystem-hovedtype	
M	Saltvannssystemer		
	M1	Konstruert saltvannsbunn	2
	M2	Utstrømmingsområder	2
	M3	Algegyttjebunn	1
	M4	Korallrev-bunn	2
	M5	Korallskogsbunn	2
	M6	Saltvannsbergvegger og -grotter	2
	M7	Ekstrem-energi fast saltvannsbunn	2
	M8	Fast afotisk normal saltvannsbunn	1
	M9	Tareskogsbunn	3
	M10	Annen fast eufotisk normal saltvannsbunn	3
	M11	Mellomfast eufotisk saltvannsbunn	2
	M12	Mellomfast afotisk saltvannsbunn	1
	M13	Permanent anoksisk løs saltvannsbunn	3
	M14	Løs eufotisk normal saltvannsbunn	2
	M15	Løs afotisk normal saltvannsbunn	2
S	Fjæresonesystemer		
	S1	Konstruert bunn/mark i fjæresonen	2
	S2	Fjæresone-skogsmark	2
	S3	Driftvoll	4
	S4	Fjæresone-vannstrand på fast bunn	3
	S5	Strandberg	3
	S6	Stein-, grus- og sandstrand	2
	S7	Strandenger og strandsumper	3
F	Ferskvannssystemer		
	F1	Konstruert ferskvannsbunn	2
	F2	Eufotisk organisk ferskvannsbunn	2
	F3	Eufotisk ferskvannshardbunn	2
	F4	Eufotisk ferskvannsbloetbunn	2
	F5	Afotisk innsjøbunn som grenser til permanent stagnerende vannmasser	3
	F6	Afotisk normal innsjøbunn	2
V	Våtmarkssystemer		
	V1	Modifisert våtmark	3
	V2	Nykonstruert våtmark	1
	V3	Kildeskogsmark	2
	V4	Kalde kilder	2



Tabell 2. (fortsett)

Kode	Gruppe av økosystem-hovedtyper		Kunnskapsstatus
	Kode	Økosystem-hovedtype	
	V5	Varme kilder	1
	V6	Åpen myr	4
	V7	Myrskogsmark	3
	V8	Arktisk permafrost-våtmark	3
	V9	Vekselfuktig arktisk-alpin grunn våtmark	2
L	Fastmarkssystemer		
	L1	Snø- og isdekte landområder	3
	L2	Konstruert fastmark	3
	L3	Områder med intensiv landbruksproduksjon	4
	L4	Beite- og slåttemark	2
	L5	Kystlynghei	3
	L6	Lavemark	1
	L7	Flomskogsmark	2
	L8	Åpen elveør	3
	L9	Fosseberg	2
	L10	Breforland og snøavsmeltingsområder	4
	L11	Kystnær grus- og steinmark	2
	L12	Sanddynemark	4
	L13	Fugleberg	2
	L14	Fuglefjell-eng	3
	L15	Mosetundra	2
	L16	Åpen ur og snørasmark	2
	L17	Åpen skredmark	1
	L18	Grotter	1
	L19	Bergvegg	2
	L20	Bergknaus	2
	L21	Polarørken	2
	L22	Forvittringsblokkmark	2
	L23	Breavsetningsblokkmark	1
	L24	Fastmarksskogsmark	3
	L25	Isinnfrysingsmark	1
	L26	Åpen grunnlendt naturmark i lavlandet	2
	L27	Arktisk steppe	2
	L28	Oppfrysingsmark og oppfrysingstundra	2
	L29	Fjellhei og tundra	3
	L30	Snøleier	4



Referanser

- Abdullah, M. I. & Fredriksen, S. 2004. Production, respiration and exudation of dissolved organic matter by the kelp *Laminaria hyperborea* along the west coast of Norway. – J. mar. biol. Ass. U.K. 84: 887–894.
- Alsos, I. G., Eidesen, P. B., Ehrich, D., Skrede, I., Westergaard, K., Jacobsen, G. H., Landvik, J. Y., Taberlet, P. & Brochmann, C. 2007. Frequent long-distance plant colonization in the changing Arctic. – Science 316: 1606–1609.
- Anonymous 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. – DN-Håndbok 19: 1–52.
- Austrheim, G., Olsson, E. G. A. & Grøntvedt, E. 1999. Land-use impact on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, central Norway. – Biol. Conserv. 87: 369–379.
- Banks, D., Siewers, U., Haldorsen, S., Heim, M., Swensen, B., Sletten, R. & Dale, B. 2003. The world's northernmost thermal springs: Bockfjorden, Svalbard. Geological setting and hydrochemistry. – In: Seiler, K. & Wohnlich, S. (eds.), New approaches to characterizing groundwater flow. 31 st Intern. Ass. Hydrogeol. Congr., Sept 10–14, 2001. Balkema, Rotterdam, pp. 897–901.
- Berge, T. W. 1998. Use of AVHRR NDVI data to map phytogeographical zones and phytomass on Svalbard. – Univ. Tromsø, Tromsø, unpubl.
- Breivik, Å. B. & Langangen, A. 2007. Er Storgjerdvatnet i Gildesklål (Nordland) en norsk turlough? – Blyttia 65: 155–167.
- Bruteig, I. E., Austrheim, G. & Norderhaug, A. 2003. Beiting, biologisk mangfold og rovviltforvaltning. Utgreiingar i samband med ny rovviltforvaltning. – Norsk Inst. Naturforsk. Fagrapport 71: 1–65.
- Buhl-Mortensen, L. & Mortensen, P. B. 2004a. Symbiosis in deep-water corals. – Symbiosis 37: 33–61.
- Buhl-Mortensen, L. & Mortensen, P. B. 2004b. *Gorgonophilus canadensis* n. gen., n. sp. (Copepoda: Lamiopidae), a gall forming endoparasite in the octocoral *Paragorgia arborea* (L., 1758) from the Northwest Atlantic. – Symbiosis 37: 155–168.
- Christie, H., Jørgensen, N. M., Norderhaug, K. M. & Waage-Nielsen, E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. – J. mar. biol. Ass. U.K. 83: 687–699.
- Dahl, E. 1957. Rondane: Mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. – Skr. norske Vidensk.-Akad. Oslo mat.-naturvid. Klasse 1956: 1–374.
- Davies, C. E., Moss, D. & Hill, M. O. 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. – European Environment Agency. <http://eunis.eea.eu.int/related-reports.jsp>
- Elvebakk, A. 1994. A survey of plant associations and alliances from Svalbard. – J. Veg. Sci. 5: 791–802.
- Elvebakk, A. 1997. Tundra diversity and ecological characteristics of Svalbard. – Ecosyst. Wld 3: 347–359.
- Elvebakk, A. 2005. A vegetation map of Svalbard on the scale 1:3.5 mill. – Phytocoenologia 35: 951–967.
- Elvebakk, A., Elven, R., Spjelkavik, S., Thannheiser, D. & Schweitzer, H.-J. 1994. *Botrychium boreale* and *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* new to Svalbard. – Polarflokken 18: 133–140.
- Elvebakk, A. & Spjelkavik, S. 1981. Botanisering blant varme kjelder og vulkanar på Nord-Svalbard. – Polarflokken.
- Eriksson, O., Cousins, S. A. O. & Bruun, H. H. 2002. Land-use history and fragmentation of traditionally managed grasslands in Scandinavia. – J. Veg. Sci. 13: 743–748.
- Fransson, S. 1972. Myrvegetation i sydvästra Värmland. – Acta phytogeogr. suec. 57: 1–133.
- Fredga, K., Jaarola, M., Ims, R. A., Steen, H. & Yoccoz, N. 1990. The 'common' vole in Svalbard identified as *Microtus epiroticus* by chromosome analysis. – Polar Res. 8: 283–290.
- Fredriksen, S., Christie, H. & Sæthre, B. A. 2005. Species richness in macroalgae and macrofauna assemblages on *Fucus serratus* L. (Phaeophyceae) and *Zostera marina* L. (Angiospermae) in Skagerrak, Norway. – Mar. Biol. Res. 1: 2–19.
- Fremstad, E. 1981. Flommarksvegetasjon ved Orkla, Sør-Trøndelag. – Gunneria 38: 1–90.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. – Norsk Inst. Naturforsk. Temahefte 12: 1–279.
- Fremstad, E., Aarrestad, P. A. & Skogen, A. 1991. Kystlynghei på Vestlandet og i Trøndelag. Naturtype og vegetasjon i fare. – Norsk Inst. Naturforsk. Utredn. 29: 1–172.
- Fremstad, E. & Kvenild, L. 1993. Fattig heivegetasjon i Norge; utbredelseskart. – Norsk Inst. Naturforsk. Oppdragsmeld. 188: 1–17.
- Fremstad, E. & Moen, A. (eds.) 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. – Norg. tekn.-naturvit. Univ. Vitensk.-Mus. Rapp. bot. Ser. 2001: 1–231.
- Frisvoll, A. A. 1978. Twenty-eight bryophytes new to Svalbard. – Bryologist 81: 122–136.
- Gabrielsen, G. W., Brekke, B., Alsos, I. G., Hansen, J. R. & (eds.) 1997. Natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen. Med en vurdering av verneverdier, kunnskapsbehov og forvaltning. – Norsk Polarinst. Meddr 144: 1–127.
- Galten, E. 1978. Elvekantvegetasjon i sentrale deler av Sør-Norge. – Cand. real. Thesis, Univ. Oslo, Oslo, unpubl.
- Gjærevoll, O. 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds. – K. norske Vidensk. Selsk. Skr. 1956: 1–405.



- Grønlie, A. M. 1948. The ornithocrophilous vegetation of the bird-cliffs of Røst in the Lofoten islands, Northern Norway. – *Nyt Mag. Naturvid.* 86: 117–243.
- Gustavsson, E. 2007. Grassland plant diversity in relation to historical and current land use. – *Acta Univ. agric. suec.* 106.
- Häggström, C.-A. 1983. Vegetation and soil of the wooded meadows in Nåtö, Åland. – *Acta bot. fenn.* 120: 1–66.
- Hoel, A. & Holtedahl, O. 1911. Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie wood au Spitsberg. – *Skr. VidenskSelsk. Kristiania mat.-naturvid. Klasse* 1911: 1–38.
- Hovland, M. 1981. Characteristics of pockmarks in the Norwegian Trench. – *Mar. Geol.* 39: 103–117.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. – *Am. Nat.* 113: 81–101.
- Ihse, M. & Norderhaug, A. 1995. Biological values of the Nordic cultural landscape: different perspectives. – *Int. J. Heritage Stud.* 1: 156–170.
- Kielland-Lund, J. 1981. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. – *Phytocoenologia* 9: 53–250.
- Klokk, T. 1980. River bank vegetation along lower parts of the river Gaula, Orkla and Stjørdalselva, Central Norway. – *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1980: 1–70.
- Klokk, T. 1981. Classification and ordination of river bank vegetation from middle and upper parts of the river Gaula, Central Norway. – *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1981: 1–43.
- Kull, K. & Zobel, K. 1991. High species richness in an Estonian wooded meadow. – *J. Veg. Sci.* 2: 711–714.
- Langangen, A. 1979. *Chara canescens* reported from Spitsbergen. – *Phycologia* 18: 436–437.
- Lid, J. & Lid, D. T. 1994. Norsk flora. 6 utgåve ved R. Elven. – Det Norske Samlaget, Oslo, Norway.
- Liestøl, O. 1977. Pingos, springs, and permafrost in Spitsbergen. – *Norsk Polarinst. Årb.* 1975: 7–29.
- Moen, A. 1973. Landsplan for myrreservater i Norge. – *Norsk geogr. Tidsskr.* 27: 173–193.
- Moen, A. 1990. The plant cover of the boreal uplands of Central Norway. I. Vegetation ecology of Sølendet nature reserve; haymaking fens and birch woodlands. – *Gunneria* 63: 1–451.
- Moen, A. 2000. Botanisk kartlegging og plan for skjøtsel av Tågdalen naturreservat i Surnadal. – *Norg. tekn.-naturvit. Univ. VitenskMus. Rapp. bot. Ser.* 2000: 1–145.
- Möller, I. 2000. Pflanzensoziologische und vegetationsökologische Studien in Nordwestspitzbergen. – *Mitt. geogr. Ges. Hamburg* 90: 1–202.
- Norderhaug, A. 1996. Hay meadows: biodiversity and conservation. – *Fil. dr. Thesis, Univ. Göteborg, Göteborg*, unpubl.
- Norderhaug, K. M. & Christie, H. 2007. Reetablering av tareskog i områder av midt-Norge som tidligere har vært beitet av kråkeboller. – *Norsk Inst. Vannforsk. Rapp.* 5516: 1–20.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. – *Bergens Mus. Skr.* 22: 1–607.
- Odland, A., Aarrestad, P. A. & Kvamme, M. 1989. Botaniske undersøkelser i forbindelse med vassdragsregulering i Jostedalen, Sogn og Fjordane. – *Bot. Inst. Univ. Bergen Rapp.* 47: 1–210.
- Philippi, G. 1973. Moosflora und Moosvegetation der Freeman-Sund-Gebietes (Südost-Spitzbergen). – *Ergebn. Stauferland-Exped.* 1959/60 7: 1–83.
- Pykälä, J. 2007. Maintaining plant species richness by cattle grazing: mesic semi-natural grasslands as focal habitats. – *Publs Bot. Univ. Helsinki* 36.
- Riemann, F. 1989. Gelatinous phytoplankton detritus aggregates on the Atlantic deep-sea bed. – *Mar. Biol.* 100: 533–539.
- Rinde, E., Rygg, B., Bekkby, T., Isæus, M., Erikstad, L., Sloreid, S.-E. & Longva, O. 2006. Dokumentasjon av modellerte marine naturtyper i DN's Naturbase. Førstegenerasjonsmodeller til kommunenes startpakker for kartlegging av marine naturtyper 2007. – *Norsk Inst. Vannforsk. Rapp.* 5321: 1–32.
- Rinde, E., Sloreid, S.-E., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Erikstad, L. & Longva, O. 2004. Modellering av utvalgte marine naturtyper og EUNIS-klasser. – *Norsk Inst. Vannforsk. Oppdragsmeld.* 807: 1–33.
- Sjörs, H. 1948. Myrvegetation i Bergslagen. – *Acta phytogeogr. suec.* 21: 1–299.
- Sjörs, H. 1954. Slätterängar i Grangärde finnmark. – *Acta phytogeogr. suec.* 34: 1–135.
- Sjörs, H. 1967. Nordisk växtgeografi, ed. 2. – Svenska bokförlaget, Stockholm.
- Skjellkvåle, B. L., Amundsen, H. E. F., O'Really, S. Y., Griffin, W. L. & Gjelsvik, T. 1989. A primitive alkali basaltic stratovolcano and associated eruptive centres, Northwestern Spitsbergen: volcanology and tectonic significance. – *J. Volcanol. geotherm. Res.* 37: 1–19.
- Sneli, J. A. 1985. Sjøbusken *Paramuricea placomus* i Trondheimsfjorden. – *Fauna* 38: 117–119.
- Solheim, A. L. & Schartau, A. K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. – *Norsk Inst. Vannforsk. Oppdragsrapp.* 4888: 1–17.
- Steen, E. 1954. Vegetation och mark i en uppländsk beteshage med särskild hänsyn till betesgångens inverkan. – *Meddn St. JordbrFörs.* 49: 1–146.
- Steen, E. 1956. Vegetation och mark i en uppländsk beteshage med särskild hänsyn till betesgångens inverkan. – *Meddn St. JordbrFörs.* 75: 119–134.
- Steneck, R. S., Graham, M. H., Bourque, B. J., Corbett, D., Erlandson, J. M., Estes, J. A. & Tegner, M. J. 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. – *Environm. Conserv.* 29: 436–459.
- Steneck, R. S., Vavrinc, J. & Leland, A. V. 2004. Ac-



- celerating trophic-level dysfunction in kelp forest ecosystems of the Western North Atlantic. – *Ecosystems* 7: 323–332.
- Storm, V. 1901. Oversigt over Throndheimsfjordens fauna (med et kort). – Trondhjems biologiske station (Meddelelser fra stationsanleggets arbeidskomite), H. Moe's Bog & Accidentstrykkeri, Trondhjem.
- Strømngren, T. 1970. Emergence of *Paramuricea placomus* (L.) and *Primnoa resedaeformis* (Gunn.) in the inner part of Trondheimsfjorden (Western coast of Norway). – *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1970: 1–6.
- Sulebak, J. R. 2007. Landformer og prosesser. En innføring i naturgeografiske tema. – Fagbokforlaget, Bergen.
- Tunncliffe, V. & Juniper, S. K. 1980. Bathypelagic marine snow: deep-sea algal and detrital community. – *J. mar. Res.* 39: 501–530.
- Tyler, N. J. C. & Øritsland, N. A. 1989. Why don't Svalbard reindeer migrate? – *Holarct. Ecol.* 12: 369–376.
- Underwood, A. J. & Denley, E. J. 1984. Paradigms, explanations and generalisations in models for the structure of intertidal communities on rocky shores. – In: Strong, D. R., Simberloff, D., Abele, L. G. & Thistle, A. B. (eds.), *Ecological communities: conceptual issues and the evidence*. Princeton University Press, pp. 151–180.
- Vågnes, E. & Amundsen, H. E. F. 1993. Late Cenozoic uplift and volcanism on Spitsbergen: Caused by mantle convection? – *Geology* 21: 251–254.
- Vanderpuye, A. W., Elvebakk, A. & Nilsen, L. 2002. Plant communities along environmental gradients of high-arctic mires in Sassendalen, Svalbard. – *J. Veg. Sci.* 13: 875–884.
- Vetter, E. W. & Dayton, P. K. 1999. Organic enrichment by macrophyte detritus, and abundance patterns of megafaunal populations in submarine canyons. – *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186: 137–148.
- Wheeler, B. D. & Proctor, M. C. F. 2000. Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. – *J. Ecol.* 88: 187–203.
- Øien, D.-I. & Moen, A. 2006. Slått og beite i utmark – effekter på plantelivet. Erfaringer fra 30 år med skjøtsel og forskning i Sølendet naturreservat, Røros. – *Norg. tekn.-naturvit. Univ. VitenskMus. Rapp. bot. Ser.* 2006: 1–57.
- Økland, J. & Økland, K. A. 1998. Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. – Vett & Viten, Nesbru.
- Økland, R. H. 1989. A phytoecological study of the mire Northern Kisselbergmosen, SE Norway. I. Introduction, flora, vegetation and ecological conditions. – *Sommerfeltia* 8: 1–172.
- Økland, R. H., Økland, T. & Rydgren, K. 2001. A Scandinavian perspective on ecological gradients in north-west European mires: reply to Wheeler and Proctor. – *J. Ecol.* 89: 481–486.