

EOV manual 3.0, kap. 4

Økologiske indikatorer



<i>Kapittel 4 - en oversikt</i>	4
<i>Indikatorlista</i>	6
<i>Indikator typer</i>	7
<i>Evalueringsmatrise, poengkort og system for poengsetting</i>	9
1. Levende bladmasse - energiflyt	10
<i>Beskrivelse</i>	10
<i>Poengsetting</i>	11
<i>Tips</i>	12
2. Småfauna - næringskretsløp	15
<i>Beskrivelse</i>	15
<i>Poengsetting</i>	15
<i>Tips</i>	16
Funksjonelle grupper (FGx) - artssamspill	17
<i>Beskrivelse</i>	17
<i>Nøkkelarter</i>	18
<i>Regelen om den manglende funksjonelle gruppe</i>	18
<i>A. Vitalitet</i>	19
<i>B. Reproduksjon</i>	19
<i>C. Kroneintegritet</i>	20
<i>Poengsetting</i>	20
3. Gras (C-3)	21
4. Belgvekster og urter	23
5. Trær og busker	24
6. Hensynsarter - artssamspill	25
<i>Beskrivelse</i>	25
<i>Poengsetting</i>	26
<i>Tips</i>	27
7. Problemarter - artssamspill	28
<i>Beskrivelse</i>	28
<i>Poengsetting</i>	29
<i>Tips</i>	29
8. Strømengde - vannkretsløp og stoffkretsløp	30
<i>Beskrivelse</i>	30
<i>Poengsetting</i>	31

<i>Tips</i>	31
9. Strø nedbrytning - stoffkretsløp	32
<i>Beskrivelse</i>	32
<i>Poengsetting</i>	33
<i>Tips</i>	33
10.Gjødselomdanning - stoffkretsløp	34
<i>Beskrivelse</i>	34
<i>Poengsetting</i>	34
<i>Tips</i>	35
11.Bar mark - energiflyt, vannkretsløp, stoffkretsløp & artssamspill	36
<i>Beskrivelse</i>	36
<i>Poengsetting</i>	37
<i>Tips</i>	37
12.Jordskorping - vannkretsløp	38
<i>Beskrivelse</i>	38
<i>Poengsetting</i>	39
<i>Tips</i>	40
13.Vinderosjon - vannkretsløp	41
<i>Beskrivelse</i>	41
<i>Poengsetting</i>	42
<i>Tips</i>	42
14.Vannerosjon - vannkretsløp	43
<i>Beskrivelse</i>	43
<i>Poengsetting</i>	44
<i>Tips</i>	44
Ordliste	45
Referanser	48

Kapittel 4 - en oversikt

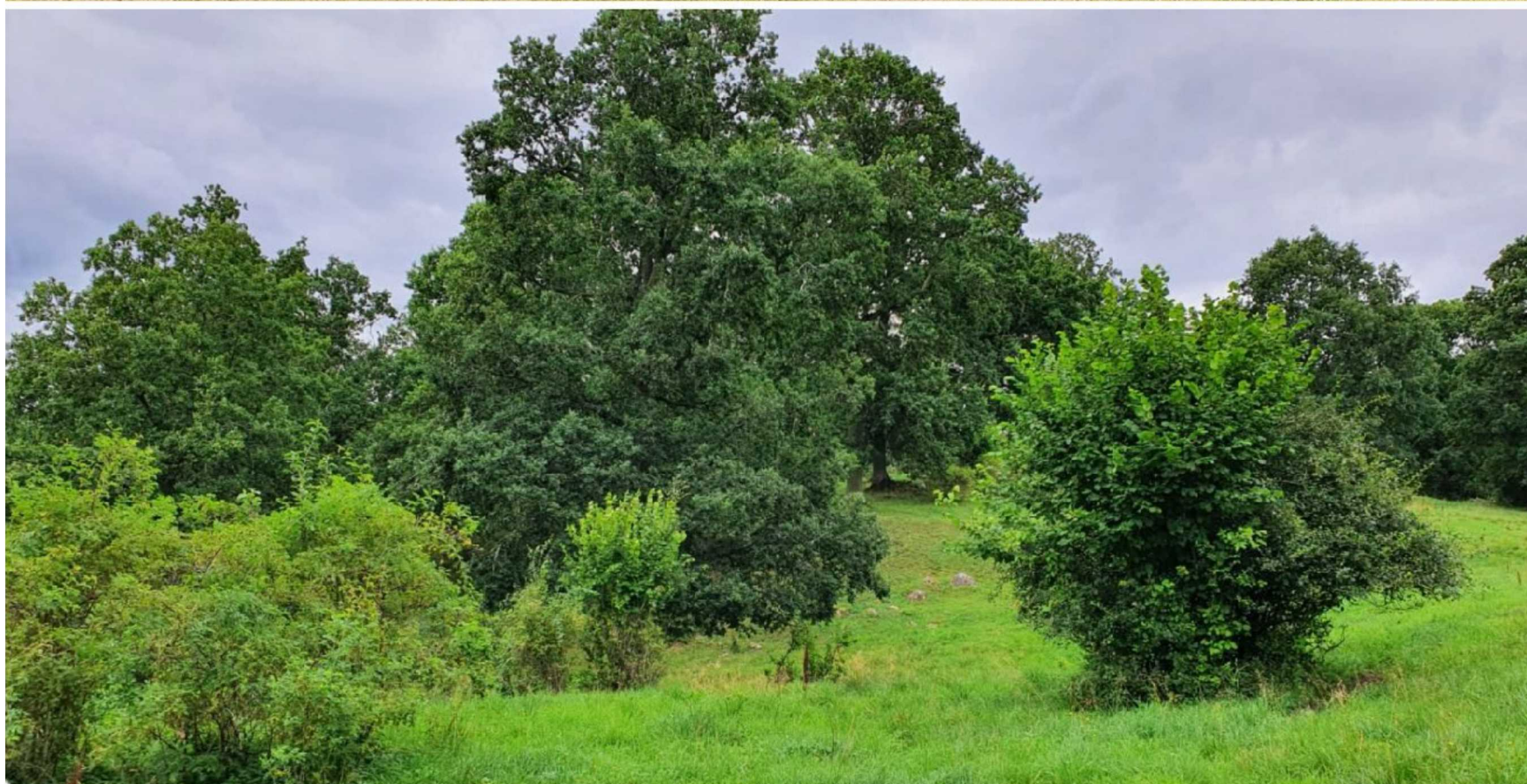
Internasjonalt har det lenge vært en vanlig praksis å benytte økologiske indikatorer til å vurdere beitemark. For eksempel har Allan Savory beskrevet hvordan man ved hjelp av indikatorer kan vurdere økosystemprosessenes funksjon, og hvordan dette kan hjelpe til med å forstå hvordan driften påvirker marka og økosystemet. Han påpeker at før forekomsten og sammensetningen av planter eller dyr blir nevneverdig endret, så vil «*de tidligste endringene trolig skje på eller nær jordoverflaten*».

Mange av indikatorene som er valgt ut for scoring av **vitalitet** (**EHI** - Ecological health index) i EOVS (Ecological Outcomes Verification) beskriver nettopp hva som skjer på jordoverflaten. Pellant et al (2005) fokuserte i sitt arbeid på indikatorer for vurdering av utmarksbeiter, og det har nå blitt det metodiske grunnlaget for EOVS. De sier følgende:

«Økologiske prosesser er vanskelige å observere eller måle i felten på grunn av kompleksiteten i utmarkas økosystem. En indikator er en komponent i et system av karakteristikker (f.eks. finnes-finnes ikke, kvantitet, fordeling) som kan benyttes som indeks for en egenskap (f.eks. hydrologisk funksjon) som er for vanskelig, for upraktisk eller for kostbar å måle. Indikatorer har lenge blitt brukt i vurdering av beitemark og andre ressurser av diverse virksomheter for forvaltning og utredning. Disse indikatorene har pekt på vegetasjonen (f.eks. produksjon, sammensetning, dekning) eller jordstabiliteten som fokusområder for utmarkas tilstand eller bæreevne for beitedyr. Slike vurderinger basert på enkeltattributter er utilstrekkelige ved vurdering av beitemarkas økosystemtilstand fordi de ikke reflekterer kompleksiteten i økosystemprosessene. Det finnes ingen enkeltindikatorer for dette; i stedet bør et helt sett av nøkkelindikatorer brukes for slike vurderinger.»

Dette kapittelet er en veiviser til indikatorene som benyttes i EOVS. Mer detaljert beskrivelse av metodikken som ligger til grunn (til tross for at det vil være forskjeller pga. seinere metodeutvikling) finnes i arbeidene til Pellant et al (2005), Tongway & Hindley (2004), Oliva et al (2009), Borelli & Oliva (2001) og Gadzia & Graham (2013) (se referanselista bakerst i heftet). Disse publikasjonene har påvirket utvalget av indikatorer som blir brukt i EOVS. Mange av indikatorbeskrivelsene er hentet fra arbeidene til Allan Savory (2016,) og Pellant et al (2005). Interesserte lesere kan derfor kikke på disse publikasjonene og de relaterte referansene.

Det finnes også andre beskrevne økologiske indikatorer som har blitt vurdert for EOVS. Men formålet var ikke å utvikle ei fullstendig liste over aktuelle økologiske indikatorer. I stedet har det vært et mål å lage ei så kort liste som mulig, men som likevel er effektiv for vurderingen av økosystemprosessene. Noen indikatorer ble utelatt fordi de ble for vanskelige å måle. Andre fordi de hadde høy korrelasjon med indikatorer som er enklere å bruke. I enkelte tilfelle ble flere indikatorer kombinert i én felles beskrivelse, slik som for jorderosjon. Resultatet har blitt ei rettfram liste over økologiske indikatorer som landbrukere og naturforvaltere uten særlige vanskeligheter kan læres seg å bruke, samtidig som den vitenskapelige integriteten beholdes.



Dette er to helt tilsvarende hagemarkslokaliteter nær hverandre i samme økoregion fotografert så godt som samtidig (ila. to dager) i august 2021. Forskjellen i vitalitet og evne til å utnytte solenergien for produksjon er godt synlig. Den nedre hagen viser også en synlig god evne til gjenvekst og reproduksjon hos busker og trær. Begge beites med kjøttfe, den ene med kontinuerlig beiting, den andre med målretta beitedrift. Foto: Ulf Ullring.

Indikatorlista

Utvalget av indikatorer og beskrivelser for den årlige vitalitetsbedømmingen (STM) er gjort for best mulig vurdering av den økologiske vitaliteten på et landområde, for alle aktuelle beite-naturtyper i økoregionen hvor landområdet ligger, fra fulldyrka eng til utmarksbeite. Inndelingen av indikatorene for artssamspillet er grov for å kunne benyttes over et størst mulig spekter av vegetasjonsutforminger og fange opp endringsprosesser på et tidlig stadium. Igjen, det er vitalitet og økosystemprosesser som skal vurderes, ikke plantebestandet i seg selv. I den periodiske fastruteundersøkelsen (LTM) derimot, registreres plantemangfold og -dekning i detalj, for å fange opp eventuelle endringer siden forrige fastruteundersøkelse.

Økosystemprosessene samvirker med hverandre som en helhet, men likevel kan vi bruke dem enkeltvis som «forskjellige vinduer å se igjennom inn i det samme rommet». På lignende måte informerer indikatorene oss om økosystemprosessenes funksjonsevne. Indikatorene dekker tilsammen alle de fire viktigste økosystemprosessene, og enkelte indikatorer dekker to eller flere økosystemprosesser. De indikatorene som har størst samlet innvirkning på økosystemprosessene og vitaliteten er gitt dobbelt så høy poengsum pr. trinn som de andre indikatorene.

INDIKATORER FOR VANNKRETSLØPET

Indikator	Enhet
Bar mark	% dekning
Strømengde	dekning grad & mønster
Skorping	overflatehardhet, grad av utvikling
Vinderosjon	akkumuleringsmønster, trau og deponier, pedestalling
Vannerosjon	flateerosjon, terrasser, pedestalling, strømningsspor, grøfter

INDIKATORER FOR ENERGIFLYT

Indikator	Enhet
Bar mark	% dekning
Levende bladmasse	mengde fotosyntetiserende biomasse relativ til økoregionens potensiale

INDIKATORER FOR NÆRINGSKRETSLØPET

Indikator	Enhet
Bar mark	% dekning
Strømengde	dekning grad & mønster
Strø nedbrytning	strøtype, grad av jordkontakt
Småfauna	livstegn
Gjødselomdanning	omdanningshastighet

INDIKATORER FOR ARTSSAMSPILL

Indikator	Enhet
Gras (C3)	vitalitet, reproduksjon, kroneintegritet
Belgvekster og urter	vitalitet, reproduksjon, kroneintegritet
Busker og trær	vitalitet, reproduksjon, kroneintegritet
Hensynsarter	forekomst
Problemarter	mengde

Indikator typer

Nedenfor vises alle indikatorene og de tilhørende økosystemprosessene for beregning av økologisk vitalitetsindeks (EHI) i en samlet tabell. I kolonnen «type» angis det om indikatoren er **relativ** og kalibrert til referanser i økoregionen, eller **absolutt** (universell).

- **Absolutte indikatorer:** Indikatorer som ikke varierer med økoregionene. Poengsettingen trenger dermed ikke stedstilpasset kalibrering for økoregion. Gis for «enten eller»- tilstander, f.eks. forekommer erosjon enten mye, noe eller ikke i det hele tatt uansett hvor man er i verden.
- **Relative indikatorer:** Indikatorer som må kalibreres i forhold til sitt potensiale innenfor den enkelte økoregionen, dvs. hvor potensialet varierer med regionale økologiske forhold, som f.eks. grad av uttørking i landskapet, nedbør, temperatur i vekstsesongen, årstider, plantearter mm. Poengsettingen angir så avvik fra potensialet for økoregionen. Ideelt benyttes en eller flere referanselokaliteter som viser økoregionens potensiale til kalibreringen. Men også kunnskap om økoregionen fra relevant forskning må benyttes for å fange opp variasjonene. Dette er særlig viktig for de klimatisk ekstreme økoregionene.

Indikator	Beskrivelse	Type	Økosystem-prosess
<i>Levende bladmasse</i>	Volum, dekning og varighet av grønne fotosyntetiserende plantedeler, i % av potensialet for økoregionen.	Rel	Energifylt
<i>Småfauna</i>	Observasjon eller spor av insekter og andre smådyr på og i jorda.	Abs	Mineralkretsløp
<i>(Sørlige gras (C4))</i>	Ikke naturlig eller vanlig i nordeuropeisk grasmark. Scores derfor ikke i Norge!	Rel	Artssamspill
<i>Nordlige gras (C3)</i>	Arter av produksjons- eller kvalitetsmessig betydning, naturlige eller vanlig dyrket i Norge. Nøkkelarternes navn, vitalitet, reproduksjon og bladsetting.	Rel	Artssamspill
<i>Belgvekster og urter</i>	Arter av produksjons- eller kvalitetsmessig betydning, naturlige eller vanlig dyrket i Norge. Nøkkelarternes navn, vitalitet, reproduksjon og bladsetting.	Rel	Artssamspill
<i>Trær og busker</i>	Viktige arter for beiting, biodiversitet eller økosystemfunksjoner, i randsoner, frukthager, hagemark, skogsbeite, utmark. Nøkkelarternes navn, vitalitet, reproduksjon og bladsetting.	Rel	Artssamspill
<i>Hensynsarter (Kontekst-bestemte ønskede plantearter)</i>	Ømfintlige eller sjeldne arter som fremmer produksjon eller kvalitet. Navn og frekvens av forekomst.	Rel	Artssamspill
<i>Problemarter (Kontekst-bestemte uønskede plantearter)</i>	Arter som kan skape problemer som dominanter og suksesjonsdrivere, samt indikerer ugunstig drift. Navn, mengde og reproduksjon.	Rel	Artssamspill
<i>Strø dekke</i>	Dekningsgrad og mengde av døde plantedeler liggende på marka. Avvik i grad av overskudd eller underskudd.	Rel	Vannkretsløp, Mineralkretsløp
<i>Omsetting av strø</i>	Grad av jordkontakt, nedbrytning og jordinnblanding.	Abs	Mineralkretsløp
<i>Nedbryting av gjødsel</i>	Alder og nedbrytningsgrad.	Abs	Mineralkretsløp
<i>Bar jord</i>	Andel av marka hvor sol, vind og regn ikke dempes av plantedeler før de når jorda. Dekningsgrad i %. NB! Mose/lav regnes som bar jord.	Rel	Vannkretsløp, Mineralkretsløp, Energifylt, Artssamspill
<i>Jordskorping</i>	Mekanisk motstand (hardhet) i jordoverflaten mot vanninfiltrasjon. NB! Tett vannavvisende mosedekke regnes som skorping.	Abs	Vannkretsløp
<i>Vinderosjon</i>	A) Synlige tegn på aktiv vinderosjon - graving og deponering B) Forekomst av pedestaling/vindblotting av planterøtter og akkumulasjon av vindtransportert jord.	Abs	Vannkretsløp
<i>Vannerosjon</i>	A) Forekomst av flateerosjon B) Forekomst av pedestaling/graving rundt planter C) Forekomst av avrenningsspor/-furer D) Forekomst av aktive erosjonsfurer og grøfter.	Abs	Vannkretsløp

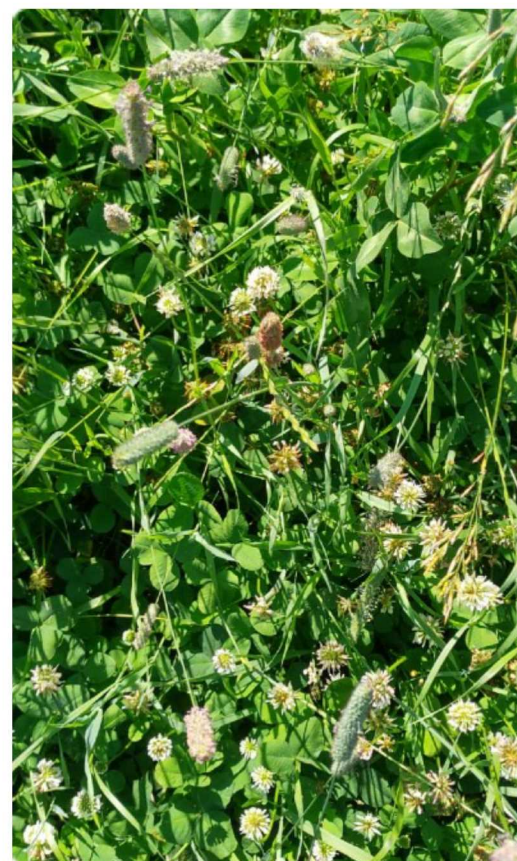
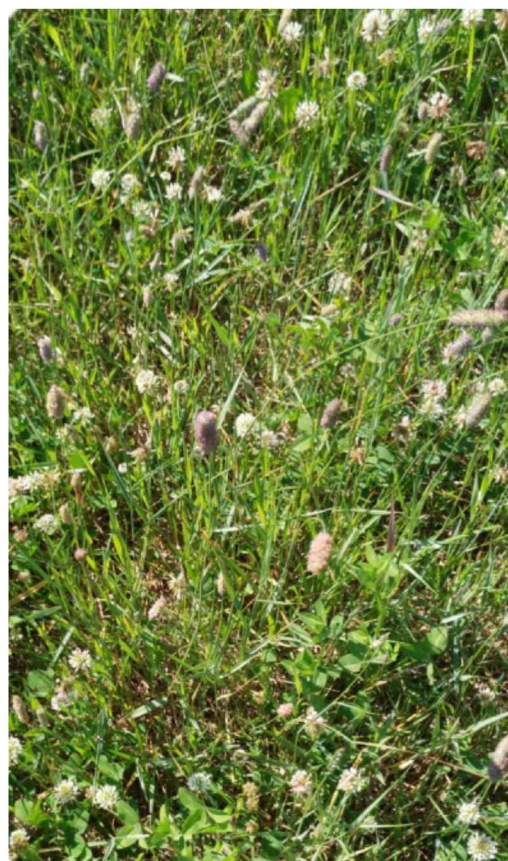
Evalueringsmatrise, poengkort og system for poengsetting

Når vi utfører STM så benytter vi oss av en **evalueringsmatrise** (poengmatrise) som er ferdig kalibrert for den økoregionen vi jobber i for å veilede oss i poengsettingen. Ansvar for kalibreringen ligger hos områdets verifiser og kvalitetssikres av Savory. Ved poengsettingen fyller vi inn et eget skjema - **poengkortet** - for hver driftsenhet, hvor også tid, sted, klima, lokalitets- og driftsdata fylles inn.

Hver indikator har en egen **skala for poengsetting** i evalueringsmatrisen (se heftets kapitler). Mange av disse går fra negative til positive verdier, mens resten går fra null (0) til negative verdier, som for erosjon, eller fra null til positive verdier, som for strø. **Alle poengverdiene for indikatorene i evalueringsmatrisen blir så summert for å gi den endelige vitalitetsindeksverdien.**

Driftsenheter hvor økosystemprosessene fungerer nær sitt potensiale vil oppnå positive verdier, mens de som tydelig avviker fra potensialet vil vise negative verdier. **Negative sumverdier gir et tydelig signal til driftsenhetens beslutningstakere om at økosystemprosessene er kraftig hemmet.** På den positive siden av skalaen vil verdier under en viss poengsum likevel ikke regnes som regenerative, selv om noen av økosystemprosessene viser nøytrale eller lett regenerative forhold. Terskelverdien er satt til 30 som standard.

1. Levende bladmasse - energiflyt



Eksempler på ulike blad- og plantetetthet. I tillegg kommer forskjeller i bladareal (lengde x bredde). Alle disse tre egenskapene bestemmer hvor mye av innstrålt solenergi som kan utnyttes til fotosyntese og produksjon av biomasse. Grasmarka til venstre har en dårlig utnyttelse av solenergien, den i midten en god del bedre, og til høyre ei eng som knapt slipper noe sollys forbi bladverket sitt. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Levende bladmasse er et mål på hvor mye av den innkommende solenergien som kan fanges opp i økosystemet. Potensialet for **energiflyt** kan økes a) ved å øke **plantetettheten**, b) ved å øke **bladarealindeksen** (LAI) opp mot det optimale, og c) **forlenge aktiv vekst** ved å forlenge vekstsesongen og øke andelen flerårige planter i forhold til ettårige.

Plantetetthet kan vi vurdere ved å se på den gjennomsnittlige avstanden mellom plantene. Dess kortere avstanden er mellom plantene, jo mer solenergi blir fanget inn. Så jo mer tettvekst grasmarka er, jo høyere er energiflyten.

Bladarealindeks (LAI) refererer til mengden fotosyntetiserende bladvev pr. arealenhet med grasmark. Når bladene vokser så øker bladarealet, og dermed øker energiflyten også. Når bladverket fanger opp 95% av innstrålt sollys så når fotosyntesen sitt maksimum. Dette kalles for «kritisk LAI». En økning av bladmassen utover dette vil føre til at de laveste bladene skygges ut og planten begynner å få et respirasjonstap og dermed taper energi. Kritisk LAI avhenger i stor grad av formen på plantene. Planter med oppreiste og smale blad vil nå kritisk LAI på en høyere verdi, mens planter med breiere og mer horisontale blad vil nå det på en lavere verdi. LAI er vanskelig å måle eksakt, så for driftsmessige formål vil **bladverkets gjennomsnittlige høyde** være et formålstjenlig estimat.

Poengsetting

10	5	0	-5	-10
Minst 80% av potensiell bladmasse	80-60 % av potensiell bladmasse	60-40 % av potensiell bladmasse	40-20 % av potensiell bladmasse	20% eller mindre av potensiell bladmasse

Bildene nedenfor viser eng med storvokste gras som timotei, engsvingel, hundegras, bladfaks mm., som vi kan finne over det meste av landet fra lavlandet og helt opp i fjellregionen.



10

«Til hofta, tett og bredbladet, dyp grønn farge»



5 - 0

«Kneet og over, ofte bleik grønnfarge»



0 - -5

«Under kneet, ofte glissent»



-5 - -10

«Ankelhøyt, ofte bare flekker»

Poengsetting av levende bladmasse gjøres ved å sammenligne tetthet, høyde og sammensetning på bladverket på stedet mot det beste man kan forvente seg i økoregionen når en tar hensyn til variasjon mellom år, sesong, artssammensetning m.m. (se bildeserie). Dette potensialet skal være antydnet i evalueringsmatrisen, men er vanskelig å beskrive særlig nøyaktig. Gode referanseområder bør derfor finnes som en korrigerende målestokk for hva som kan oppnås, samt avvik fra dette. Slike referanser vil til enhver tid være de beste stedene man kjenner til så langt med høy samlet poengsum, men trenger ikke være en eiendom som er med i EOv-programmet.

Poengsettingen gjøres i trinn på 20%. Dette er grove klasser som vil være rimelig lette å anslå i felt over det meste av landet når man først har en referanse å sammenligne med (se bildene). Likevel er det en stor fordel med god erfaring fra regionen for å redusere usikkerhet og tvil. Alt levende bladverk skal inkluderes, uavhengig av om plantene er beiteplanter eller ikke, men poengsettingen korrigeres ned for visst materiale.

Høyest poeng gis til tettvokst flerårig grasmark med høyde og mengde levende bladmasse som er nær opp til hva man kan oppnå (potensialet) i økoregionen. Om 40% eller mer av bladmassen består av ettårige vekster, så skal poengsettingen reduseres med ett trinn, for å reflektere kortere voksetid og fraværet av levende vegetasjon året rundt. På busk- og tresatt mark, som utmark, hagemark og skog, regnes også mengden bladverk på busker og trær med. Et vitalt og frodig bladverk ikke bare i feltsjiktet, men summert på alle nivå vil få høyest score.

Noen områder vil være nokså nylig avbeitet, slik at det er umulig eller svært vanskelig å vurdere bladverkets produksjonsevne. Vi poengsetter derfor til 0 under gjenveksten, fram til det igjen er mulig å anslå forventet bladmasse etter 3-4 uker. Om det står igjen gras som ikke er høstet på steder som trolig er representative for den generelle situasjonen, så kan man vurdere å bruke det som grunnlag for poengsetting. En sammenlikning av tilsvarende områder som nylig er avbeitet eller slått og dem som igjen er beite-/slåtteklare etter gjenvekst, vil også gi en pekepinn på den generelle situasjonen for **energiflyten**. Lang gjenveksttid når vekstforholdene ellers er gode tyder på dårlig energiflyt.

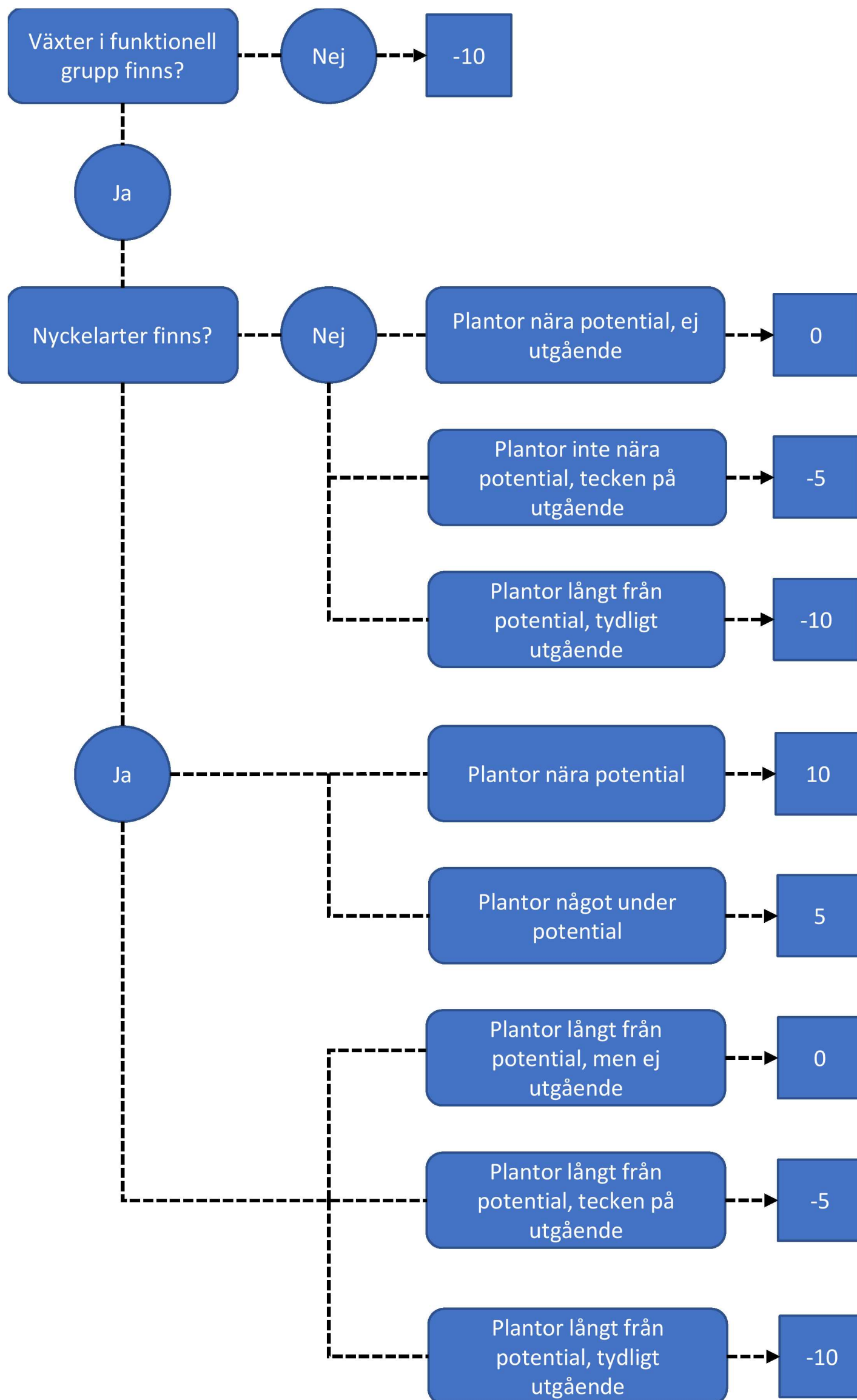
Tips

- ♦ Se etter referanseplanter av de viktigste artene for hvordan de ser ut på sitt aller beste. Legg merke til høyde, fylde og tetthet på grønne blad og stengler. Maksimal lengde og fylde er størst rett før blomstring midtsommer og vil avta gjennom sesongen med hver gjenvekst etter beiting eller slått. Maksimal lengde vil også variere med grasslaget.
- ♦ Som regel må vi prøve å visualisere plantenes beste utgave av seg selv og plassere det vi observerer i forhold til idealbildet. Det er lurt å ha noen tommelfingerregler å følge, f.eks.:
 - 1) For slåtteeng og beite med storvokste gras (timotei, engsvingel, hundegras, bladfaks, m.m.), så kan en for fullt utvokst gras bruke følgende firedeling av grashøyden som en guide til poengsetting: «Ankelhøyt eller lavere» (-10), «under kneet» (-5 - 0), «kneet og over» (0 - 5) og «til hofta» (10).
 - 2) For lavtvoksende gras (engrapp, raigras, engkvein m.m.) kan en firedeling være «plenkort», «tynnleggghøyt», «tykkleggghøyt» og «knehøyt». Ved deretter å justere for tetthet, vitalitet og flerårig/ettårig så kan lokaliteten plasseres på den femdelte skalaen.
- ♦ Om man er usikker på poengsettingen, så ta utgangspunkt i en middels score (0). Still så spørsmål om det er et potensial for en dobling av grasmengden. Om nei, så gå ett poengtrinn opp til 5. Om ja, så spør om det er mulig å tredoble grasmengden. Om svaret er nei, så er 0 rett poeng, om 'ja', så er rett poeng -5.
- ♦ Se ikke bare utover grasmarka, da det ikke fanger opp plante- og bladtettheten særlig godt. Se like mye rett ned mot marka. Selv om de enkelte plantene er høyvokste og velutviklet, så skal poengsettingen reduseres i forhold til hvor bar marka er mellom plantene. Grasmark med lite eller ingenting av kløver og andre bredblada vekster, ugras



inkludert, vil ofte ha ufullstendig bladdekning av marka. Kløverplanter dekker marka svært godt mellom graset, og en blandingseng med jevnt god kløverbestand vil derfor gjerne ha maksimal markdekning.

- ♦ Der det er trær som skal være med i vitalitetsvurderingen, så husk å se opp!. Trær og buskers bladverk vurderes på samme måte som grasmarka, og skal vurderes, sammen med marka under bladverket. Tett bladverk slipper lite lys ned til markvegetasjonen, som dermed vil være mer glissen, mens et åpent bladverk tillater en frodigere markvegetasjon. Men det er summen av alt bladverk som skal poengsettes.



2. Småfauna - næringskretsløp



Ikke glem å snu på gjødsel og strø. Der finnes oftest forskjellige typer småfauna, som meitemark, biller, fluelarver og annet, eller spor av dem. Foto: Reidun Pommeresche.

Beskrivelse

Denne indikatoren evaluerer mengden av synlige små levende organismer, som insekter (gjødsehbiller, fluer, maur, grashopper, sommerfugler og andre insekter, inkludert deres larver), edderkopper og andre edderkoppdyr, samt meitemark, tusenbein og andre smådyr. Om organismene ikke er synlige, så se etter sportegn (meitemarkmøkk, edderkoppnett, hull etter biller og fluer, skall mm.). Det kan være vanskelig å kvantifisere mengden av slike organismer, siden synligheten er sterkt påvirket av tida på året og tida på dagen, samt vær og vind. Poengsettingen kan derfor variere en del etter forholdene der og da, men i den samlede vurderingen vil ikke dette ha stor betydning.

Poengsetting

10	5	0	-5	-10
Svært rikelig med småkryp av mange slag.	Redusert mengde og variasjon, men fortsatt lett å finne livstegn.	Moderat mengde livstegn, få artsgrupper.	Få livstegn, vanskelig å finne.	Ingen livstegn å se.

Positive poeng gis når det åpenbart er rikelig med organismer eller spor etter dem. Helt eller nær fravær av livstegn poengsettes negativt (-5 eller -10). Når det er åpenbart at småfauna finnes, men det er lite å se av dem og vanskelig å vurdere mengden pga. værforholdene, så benytt 0 poeng.

Tips

- ♦ Kan i begynnelsen være vanskelig å vurdere. Man må huke seg ned og se nøye etter ethvert tegn på aktivitet av småfauna. Dette gjelder spesielt om tida på dagen eller værforhold påvirker muligheten til å se selve organismene.
- ♦ Dytt overende gjødselruker og snu på strø, kjenn etter meitemarkhauger, rufs graset for å se om noe hopper eller flyr, se etter edderkoppspinn, lytt etter grashopper og summende insekter.
- ♦ Positive verdier skal kun gis når småfauna finnes rikelig og er lett å oppdage.
- ♦ Når du må bruke tid på å lete etter livstegn, eller overhode ikke finner spor etter småkryp, så skal 0 eller negative poeng gis. Her må vi imidlertid ta hensyn til været. I såvel steikende hete som i kjølig vær og regn vil småkryp ikke være aktive og holde seg i skjul. Da må vi se etter sportegn framfor selve organismene.



På helt fersk gjødsel er gjødselfluer og biller lette å se (til venstre). Siden må vi ofte greie oss med sporene (midten). Etter meitemark er sporene som regel det eneste man ser (til høyre).

Funksjonelle grupper (FGx) - artssamspill



Et miljø hvor vi kan utskille mange funksjonelle grupper. Her ser vi tydelig trær, busker, gras og urter. Videre finnes her belgvekster og lyng. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Tilman et al. (1997) viste at funksjonell plantesammensetning har en stor påvirkning på økosystemprosessene. De sier det slik: «Funksjonelle/strukturelle grupper er et sett av arter på en økologisk lokalitet som kan grupperes sammen etter deres likhet i skuddutforming (høyde og størrelse på skudd og blad), rotutforming (knipperot, pålerot), type fotosyntese (C3 eller C4), nitrogenfikserende evne, eller livssyklus. Funksjonell sammensetning og funksjonell diversitet er hovedfaktorene som forklarer planters produktivitet, nitrogenprosent, totalt nitrogeninnhold og lysgjennomtrengelighet.»

En vital grasmark må ha alle viktige funksjonelle grupper i den gitte økoregionen tilstede og i velfungerende stand. Oversikten over suksesjonstrinn (naturtyper) og suksesjonsterskler (S&T catalogue) angir hvilke funksjonelle grupper som er viktige i de naturtypene hvor økosystemprosessene er nærmest sitt potensiale i en økoregion, hvilke som forsvinner under ulike typer påvirkning og hvilke som da erstatter dem. For eksempel kan gras være den viktigste funksjonelle gruppen på et suksesjonstrinn, men fortrenses av busker og trær under påvirkning som fører til et annet suksesjonstrinn.

Nøkkelarter

Normalt sett har hver funksjonell gruppe mer enn én art. Planters vekstform varierer mye (f.eks. utover eller opprett) og det samme gjør planters toleranse mot overbeiting. Noen arter har utviklet en høy toleranse for gjentatt avbeiting, mens andre forsvinner fort under slik påvirkning. Nøkkelartene er pr. definisjon lette å finne (viktige sjeldne arter kan inkluderes i indikatoren *hensynsarter*) og noe mer følsomme mot overbeiting enn andre i den samme funksjonelle gruppa, men representerer gode beiteplanter som sammen danner et beite med god produksjon, kvalitet og varighet.

Når man i driften bruker en slik art som ledende indikator, vil en også ta hensyn til de andre artene i denne funksjonelle gruppa. Nøkkelartenes tilstand antyder hvilken vei utviklingen av grasmarka som helhet tar. Om nøkkelarter vokser og reproducerer bra, så kan man konkludere med at driftspraksisen er på rett spor og at den funksjonelle gruppa som helhet vil trives og vedlikeholde den aktuelle naturtypen.

Regelen om den manglende funksjonelle gruppe

Evalueringsmatrisen bør inneholde alle funksjonelle grupper som bestemmer økosystemfunksjonene innen en gitt økoregion. Om en relevant funksjonell gruppe mangler helt, så skal det gis -10 poeng. Om den funksjonelle gruppa er tilstede, men uten noen av de definerte nøkkelartene, så kan det maksimalt gis 0 poeng om tilstanden til artene er god. Om artenes tilstand er tydelig dårlig, så skal det gis negative poeng. Flytdiagrammet nedenfor viser prosessen i poengsettingen av funksjonelle grupper.

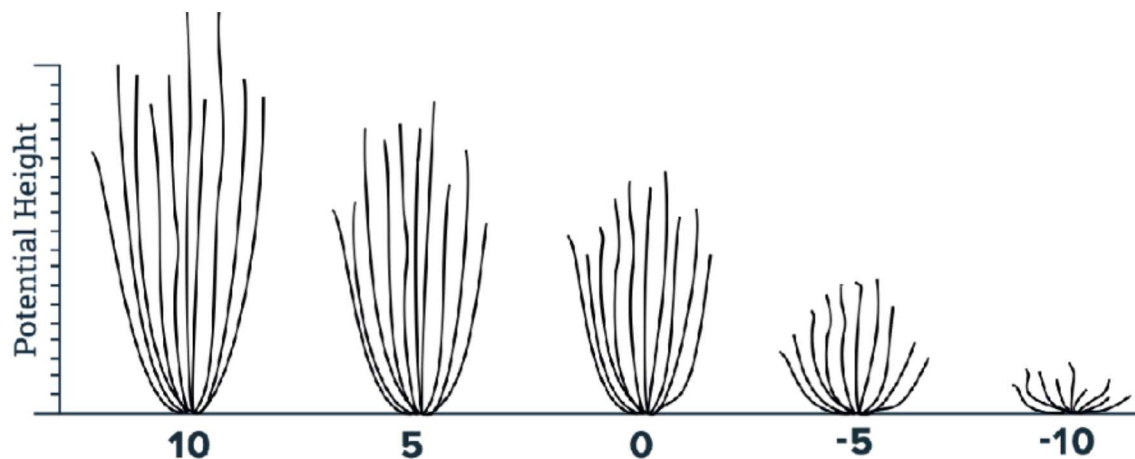


Den funksjonelle gruppa busker og trær kan ha så lav tetthet at den ikke fanges opp av poengsettingen på den utvalgte lokaliteten, selv om både tilstand og reproduksjon er god. Dette kan skyldes både klimatiske og edafiske forhold samt beite- og driftshistorikk. Om denne gruppa skal inkluderes, men ikke finnes innenfor den utvalgte lokaliteten som vi skal poengsette, så må vi heve blikket og utvide vurderingsområdet slik at de blir inkludert. Utenom hagemark og beite-skog/skogsbeite, så må trær og busker vurderes på et landskapsnivå framfor et skiftenivå.

A. Vitalitet

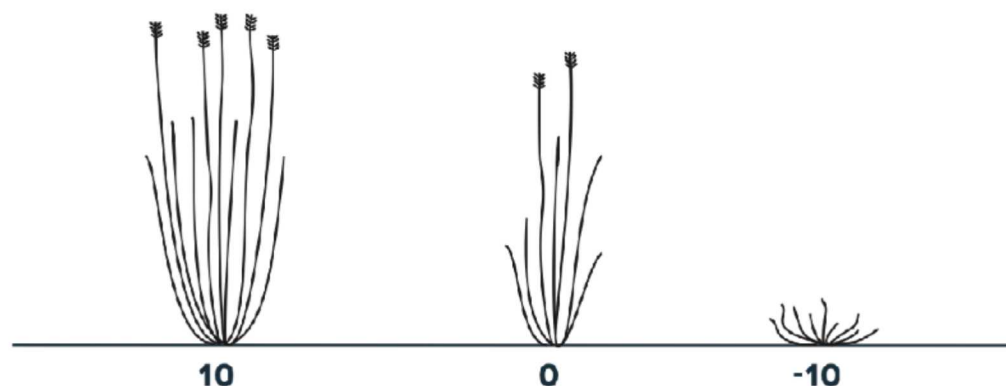
Vitaliteten skal vurderes etter bladverkets høyde, bladvidde og bladtetthet. Fargen er også en god indikator, men varierer noe med årstiden. Man må også ha klart for seg den potensielle størrelsen på nøkkelartene i økoregionen. Referanselokaliteter vil igjen være en god rettesnor for disse veksternes potensiale.

Skift som nylig er avbeitet vil ikke kunne vurderes etter sin høyde, og poengsettingen settes derfor til 0, som verken er høyt eller lavt. Observasjon av strømengde og vokseform (oppover eller utover) gjør det mulig å skille nylig godt avbeitet mark fra kontinuerlig overbeiting. Planter som blir avbeitet svært hyppig blir småvokste, produserer lite strø og utvikler sideveis vekst som prøver å unngå beiting.



B. Reproduksjon

Se etter plantenes reproduserende deler: mengde aks og frø (om det finnes), sideskudd (busking), utløpere (stoloner), jordstengler (rhizomer) og unge planter (frøplanter, rotskudd). Mangler dette vil populasjonen reduseres og etterhvert dø ut. Flerårige planters alder kan anslås etter størrelse og diameter på planter, tuer og klonfelt, selv om dette er vanskelig i en sammenhengende og sammensatt grasmatte, og spesielt etter nylig avbeiting.



C. Kroneintegritet



10

Hele tua er grønn og vital



0

Deler av tua er død



-10

Hele senteret av tua er død

Mange plantearter utvider seg stadig med sideskudd fra et sentrum. Sunne planter med god *kroneintegritet* vil ha levende skudd i hele **krona** (tue, klonfelt m.m.). Slik vekst har en tendens til å dø fra sentrum og ut om ikke gammel vekst blir fjernet regelmessig. Gammelt dødt plantemateriale hoper seg opp og kveler nye skudd i midten, mens skuddene i kanten får nok lys til å vokse videre. Svært lav stubbing ved slått eller overbeiting kan også skape denne effekten.

Vi har noen planter i Norge hvor kroneintegritet bør vurderes. Det er først og fremst timotei (se bildene) og hundegras, men også rødkløver. Andre arter hvor vi ofte kan se dette er hos sølvbunke og finnskjegg, men disse to opptrer oftest som problemarter (se nedenunder), og i deres tilfelle kan en vurdering av kroneintegriteten fortelle oss noe om de er på frammarsj eller under tilbaketrekking. Hos noen busker og trær kan vi se det samme.

Poengsetting

Poengssettingen skal vurderes etter alle tre egenskapene - vitalitet, reproduksjon og kroneintegritet. Når man vurderer en populasjon, så vil man finne planter med individuelle forskjeller. Se da etter hva som er den generelle situasjonen, siden vi vurderer enkeltplanter samlet som en populasjon.

Se først etter nøkkelarter i den funksjonelle gruppa som skal poengsettes. Er de tilstede? Følg så disse retningslinjene:

Poeng	Vitalitet, reproduksjon og kroneintegritet
10	Alle tre egenskaper er nær plantenes potensiale
5	2 av 3 egenskaper er nær potensialet
0	Alle egenskaper er langt fra potensialet, men populasjonen går ikke tilbake .
-5	Alle egenskaper er langt fra potensialet, og populasjonen går trolig tilbake .
-10	Alle egenskaper er langt fra potensialet, og populasjonen dør ut .

3. Gras (C-3)



10 - 5

Hundegras, nær potensialet
tidlig høst.
Foto: Ulf Ullring.



10

Svært vital timotei.
Foto: Ulf Ullring.



0

Hundegras, langt fra potensialet,
men ikke i tilbakegang.
Foto: Ulf Ullring.



10 - 5

Frodig tue med smalkjempe.
Foto: Ulf Ullring.



5 - 0

Sikori
Foto: Ulf Ullring.

4. Belgvekster og urter



10 - 5

Vitalitet nær eller nokså nær potensialet.

Foto: Hege Sundet.



0 -5 -10

Vitalitet langt fra potensialet. Tegn på tilbakegang i bestandet skal gi negativ poengsetting.

Både hvit- og rødkløver er nøkkelarter i norske økoregioner, enten de er dyrket eller opptrer naturlig

Smalkjempe opptrer naturlig i mange strøk av landet, men kan også såes inn. Sikori kan såes inn, særlig i de varmere strøk av landet. Begge er gode beitevekster som tydelig vil vise fram sin vitalitet eller mangel på dette og egner seg som nøkkelarter der de normalt skal kunne trives.

5. Trær og busker



10

Trær og busker som viser god vitalitet på ettersommeren. Legg merke til godt med nye skudd og bladverk til tross for regelmessig avbeiting.



-5 eller -10

Vitalitet langt fra potensialet, i tilbakegang eller utdøende. Foto: Ulf Ullring.

6. Hensynsarter - artssamspill



Timotei brukes som en hensynsart siden den er særlig ømfintlig for driftspress. For lav stubbing og for hyppig høsting, som ofte kan skje når den beites, vil få den til å gå ut ganske fort. Der forholda for timoteien er gode kan den både dominere i enga og være svært varig til tross for beiting og slått, slik som her. Foto: Ulf Ullring.

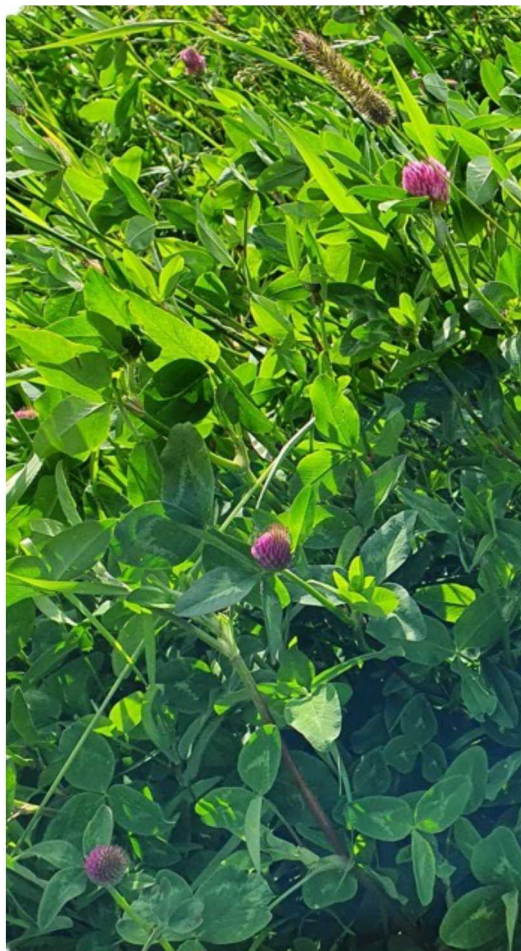
Beskrivelse

Det er ofte noen arter av stor betydning for det biologiske mangfoldet, for høy beiteverdi eller for positiv utvikling av grasmarka på andre måter som oftest blir svært sjeldne eller forsvinner helt som følge av uheldig driftspraksis. De tåler dårlig hyppig eller svært intens avbeiting og slått, og deres tilstand vil derfor tidlig indikere en uheldig utvikling. Når en slik art dukker opp i grasmarka igjen utenom beskyttede steder, så er det en tidlig indikator på at driftspraksis har endret seg til det bedre. Denne indikatoren kan være én eller flere arter som er følsom for driftforholdene. Ofte er dette arter som ikke dominerer i grasmarka, men både timotei og rødkløver er eksempel på at det også kan være tilfelle, jf. bildet ovenfor. Indikatoren bedømmes etter *mengde pr. flateenhet* (frekvens), dvs. hvor hyppig slike arter opptrer på stedet.

Nedenfor er det bilder av tre hensynsarter som kan opptre alene eller sammen i de fleste nordiske økoregioner. Om det ikke finnes åpenbare eksempler på disse eller andre slike arter i den økoregionen som undersøkes, så er denne indikatoren ikke relevant.



Timotei forsvinner ofte raskt ved intensiv slått og beiting med lav stubbing eller uten nok gjenveksttid. Foto: Ulf Ullring.



Rødkløver forsvinner også raskt ved hyppig slått og beiting, siden den trenger tilstrekkelig tid til gjenvekst. Foto: Ulf Ullring.



Smalkjempe er en god og ettertraktet beiteplante som ofte blir hardt nedbeitet. Foto: Ulf Ullring.

Poengsetting

10	5	0		
Forekomst så rikelig som potensialet.	Vanlig, men mindre enn potensialet.	Vanskelig å finne.	Kun på beskyttede steder.	Finnes ikke.

Vi må på forhånd danne oss et bilde av hvilke mengder som er rikelig eller mindre rikelig av hensynsartene vi skal poengsette. Det er derfor nyttig å ha referanser å sammenligne med.

Om man må lete for å finne indikatoren, så er den rette poengsettingen mest sannsynlig 0. Om du bare trenger å se deg om, men ikke virkelig lete, så er rett poeng trolig 5. Ser du hensynsarten umiddelbart uten egentlig å se etter den, så er rett poengsetting trolig 10.

Poengsettingen må likevel ta hensyn til hvordan arten(e) opptrer i grasmarka og om det nylig har vært beitet eller slått. F.eks. vil gras på tidlig bladstadium eller småvokste urter/belgvekster lett bli borte blant mer storvokste arter. Arter som ikke er i blomst eller har fått kuttet av bladverket kan også være vanskelig å skille fra andre arter ved første øyekast.

Tips

- ♦ Frekvensen av hensynsarter kan kalibreres i referanseområder ved hjelp av et *linjetransekt*, hvor man foretar en opptelling med jevne mellomrom langs ei linje (se tillegg). Slik kan man komme fram til en forventet tetthet av arten man kan forvente. Dvs. en formening om hva som kan regnes som en rikelig forekomst av arten, hva som ikke er rikelig, men fortsatt vanlig, og hva som er under forventet mengde. Ved hjelp av ei ramme som hjelpemiddel kan man da finne fram til riktig poengsum inntil man føler seg trygg nok til å gjøre det helt visuelt.



Fjelltimotei, en god hensynsart i høyereliggende strøk. Foto: Ulf Ullring.

7. Problemarter - artssamspill



Både høymolearter og krypsoleie varsler om ugunstig forhold, og når de blir svært vanlig kan de varsle om suksesjon mot en annen naturtype, f.eks. til ruderat-/skrapmark dominert av et- eller toårige vekster. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Rikelig med vekster som kan bli problematiske over tid er typisk for grasmark i forfall. Vi kaller denne indikatoren derfor for *problemarter*. Men dette er ikke nødvendigvis det vi til vanlig kaller ugras. Vi bruker denne indikatoren kun om arter som gjennom gradvis økende hyppighet og dominans kan føre til en uønsket suksesjon, dvs. et vegetasjonsskifte, som ikke lar seg reversere uten inngripende og energikrevende tiltak. Dette er arter som det ikke bør finnes for rikelig av i referanseområdene, men samtidig kan en viss mengde slike vekster være positivt for det biologiske mangfoldet og for dyrehelsa.

Suksesjonslista for økoregionen skal vise hvilke planter og funksjonelle grupper som kan signalisere suksesjoner mellom naturtyper. Slike arter hører som regel til i de funksjonelle gruppene *busker & trær* eller *belgvekster & urter*. Noen av disse kan være giftige eller bare usmakelige, slik som henholdsvis tyrihjelme og høymole, mens andre arter kan være stikkende eller sperrende, slik som tistler, nesler, tornebusker og einer. Når det finnes rikelig med problemarter, og spesielt når det er mye unge rekrutterende planter, bør de poengsettes negativt. De viser at det finnes en nisje for dem på lokaliteten og at miljøet der tillater kolonialisering. Man bør reflektere over om det er nåværende drift

som har skapt denne situasjonen, eller om det bare er en effekt fra eldre slitasje eller overbelastninger på området.

Indikatoren for slike arter betyr ikke at man nødvendigvis skal bekjempe dem. De brukes som indikator fordi de gir et *tidlig varsel* om endringer som påvirker hele artssamfunnet. Når en lokalitet regenererer seg fra mye bar mark, så kan enkelte problemarter oppføre seg som tidlige pionérvekster og er da et godt tegn. Poengsetting av disse artene reflekterer dette bedre enn å poengsette sent innvandrende flerårige vekster.

Poengsetting

0	-5	-10
Finnes ikke eller svært lite. Få eller ingen unge planter.	Vanlig forekommende, men ikke dominerende. Unge planter finnes.	Dominerende eller nær dominerende. Svært mange ungplanter.

Når det finnes svært rikelig (dominerende eller nær dominerende) med vitale planter av en uønsket art, så gi -10 poeng. Om slike arter er lette å finne, men spredt og ujevnt og langt fra dominerende, så gi -5 poeng. Om slike arter bare finnes her og der, eller overhode ikke, så skal poengsettingen være 0.

Tips

- ♦ Når du ikke trenger å se deg om for å se at det er svært rikelig av en uønsket art så er det oftest -10, men vurder -5. Når du må se deg om for å vurdere situasjonen, så er det -5 eller 0, men se nøye etter. Om en art er dominerende eller bare vanlig forekommende kan ikke alltid bedømmes av førsteinntrykket, se neste punkt.
- ♦ Se etter unge planter, aldersfordeling og deres vitalitet, og hvilken utvikling framover det antyder. Uten rekrutterende småplanter vil bestandet etterhvert dø ut, selv om det i dag er dominerende. Med mange småplanter vil arten raskt kunne bli dominerende, selv om det idag finnes få store planter.



Tyrihjelms invaderer gammel slåttemark. Foto: Ulf Ullring.



Finnskjegg og einer er i ferd med å ta over gammel slåttemark. Foto: Ulf Ullring.



Lyssiv, her vanlig forekommende, men ennå ikke dominerende annet enn på minde områder. Foto: Ulf Ullring.

8. Strømengde - vannkretsløp og stoffkretsløp



Et jevnt og godt lag med strø beskytter marka mellom plantene mot uttørking og erosjon, og forsyner jordlivet med energi og mineraler. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Strø er alt dødt plantemateriale som ligger på bakken mellom plantene, uansett hva slags plante det kommer fra. Det er organisk materiale som kan bidra til sirkulasjon av næringsemner der det ligger. Alt strø bidrar til å modifisere mikroklimaet og fø mikroorganismer. Dessuten vil strøet beskytte mot erosjon. Strøet demper kraften fra regndråper og strømmende overflatevann, og reduserer dermed muligheten både for vanninfiltrasjon og transport av jordpartikler på jordoverflaten. (Pellant et al 2005)

Særlig under uttørrende forhold er mengden strø en viktig indikator, siden driftsopplegg under slike forhold kan skape betydelig med bar mark. Nok strø betyr at jordoverflaten er beskyttet mot regn, sol og vind. Som en konsekvens av dette vil jorda også være beskyttet mot jordskorping og uttørking samt at vannkretsløpet vil fungere mer effektivt. Strø bedrer muligheten for frø til å spire, og fremmer dermed også en høyere plantetetthet. Når strøet brytes ned så blir det til mat for jordorganismer, men svært mye strø som tørker ut og hoper seg opp på grunn av dårlig jordkontakt hemmer frøspiring og ny skuddvekst.

Under ikke-uttørrende forhold, når vegetasjonsdekket er nær 100% og nedbrytningen av strøet skjer raskt, så forekommer det ofte at det ikke er så mye strø, med mindre arealet nettopp er avbeitet og rikelig med gras ble tråkket ned. Etter slått er det typisk lite strø, og ofte ujevnt fordelt og påvirket av høybergingen.



Strø har hopet seg opp over mange år. Strøet mangler jordkontakt og tørker derfor ut og brytes svært langsomt ned, kveler det graset som vokser der og hindrer spiring og vekst av nytt gras. Foto: Ulf Ullring.

Poengsetting

10	5	0
Mengde og dekning optimalt, jevnt fordelt.	Noe mer eller noe mindre enn optimalt, eller ujevnt fordelt.	Svært lite, altfor mye eller ganske fraværende.

Passelig god og jevn dekning med strø poengsettes med +10. Om strøet er tydelig ujevnt i mengde og/eller fordeling så gi +5. Svært lite, ganske fraværende eller svært mye strø poengsettes til 0.

Tips

- ♦ Vi kan øve oss på vurdering av mengden strø på lignende måte som for bar mark. For å kalibrere bedømmingen, så kan man bruke rammer eller målinger langs en linje som hjelpemidler til å bedømme mengde og jevnhet.

9. Strø nedbrytning - stoffkretsløp



Strø som går i oppløsning og er blandet inn i jordoverflaten viser at det foregår en nedbrytning av det som kommer jordlivet til gode og er en del av et næringskretsløp. Foto: Reidun Pommeresche.

Beskrivelse

Denne indikatoren beskriver i hvilken grad næringsstoff fra strøet kan bli overført til jordsmonnet. Det er viktig å legge merke til hvor god kontakt strøet har med jorda, og om det brytes ned og blandes inn i jordoverflaten.

Denne indikatoren er sterkt påvirket av miljøets uttøringsgrad. I svært uttørrende miljø er det ofte lite komposterende strø å finne og scoren vil oftest være 0. I ikke-uttørrende miljø kan det også være vanskelig å poengsette denne indikatoren på grunn av svært rask nedbryting. I begge disse situasjonene er det viktig å grave litt i jordoverflaten for å se etter komposterende strø.

Vi kaller det for «komposterende strø» når strøet i kontaktsonen mot jorda har en brunlig farge, går i oppløsning i kontaktsonen og lukter kompostaktig. Om strøet har dårlig kontakt mot jorda, med samme grå eller svarte farge under som over, indikerer det at strøet i hovedsak tørker ut og oksiderer i stedet for å kompostere. Slikt strø lukter heller ingen ting. Dette kalles «jorddekkende strø». Det kan beskytte bar jord, men betyr ingenting for næringskretsløpet.

Poengsetting

10	5	0
Strøet komposterer og blandes godt inn i jorda.	Noe strø komposterer mot jorda, noe ligger bare løst oppå.	Strøet ligger løst på marka uten omdanning.

Om strøet har jordkontakt, en brunlig farge og lukter kompostaktig, og fragmenter dessuten er blandet synlig godt inn i det øvre jordlaget, så gi topp score +10.

Om omdanning og innblanding finnes, men er mindre god eller svært ujevn, så gi +5.

Strø som ligger helt løst på marka, uttørket, og etterhvert med en grå-svart farge, poengsettes til 0.

Tips

- ♦ Observér fordelingen av strøet. Se om det ligger jevnt og godt mot jordoverflaten, eller om det er løst, flyktig og spredt, jf. forrige indikator *strømengde* (ovenfor).
- ♦ Se om strøet har god kontakt mot jorda eller om det ligger løst oppå mose, lav eller kortvokste planter. Uten jordkontakt vil det ikke kompostere, men tørker ut og blåser bort eller hoper seg opp.
- ♦ Om nedbrytingen av strøet er tydelig langsam så ikke gi mer enn +5 poeng. Når det åpenbart ikke er noen nedbryting gi 0.

10. Gjødselemdanning - stoffkretsløp



Rask omdanning av gjødsel er viktig for stoffkretsløpet, og er avhengig av gode forhold for nedbrytende organismer. Rester av husdyrmedisin, uttørking, utvasking og lave temperaturer er faktorer som bremser omdanningen. Denne gjødsla har tydeligvis ligget en stund i vær og vind, men blir etterhvert nedbrutt fra undersiden. Foto: Reidun Pommeresche.

Beskrivelse

Hvor raskt husdyrgjødsel brytes ned er en indikator på næringskretsløpets effektivitet. Denne indikatoren er sterkt påvirket av miljøet. Ikke-uttørrende miljø har normalt høy aktivitet av insekter og andre nedbrytere, så normalt går omdanning av gjødsel raskt. Ettersom man beveger seg mot mer uttørrende eller kjølige forhold, vil omdanningen gå langsommere på grunn av mindre og avbrutt biologisk aktivitet. Under slike forhold kan gjødselbiller, mark eller sopp spille en stor rolle.

Poengsetting

10	5	0
Rask omdanning <2 mnd., mye insektsaktivitet.	Langsommere omdanning, men innen året. Mindre insektsaktivitet.	Lys utvasket og inntørket møkk, 1 år eller eldre.

Oppsøk gjødsel på marka. Om det har vært husdyr her denne sesongen og det ikke finnes synlig gjødsel, så betyr det at gjødsla brytes ned raskt. Om det finnes fersk gjødsel med mye synlige spor etter nedbrytende organismer, så er også det tegn på rask nedbryting. Dette skal poengsettes til +10.

Om nedbrytningen åpenbart tar noe lengre tid, men gjødsla har spor etter nedbrytere og fortsatt har brun, svart eller gulaktig farge som tyder på at den ikke er fra forrige sesong, så skal den poengsettes lavere, til +5.

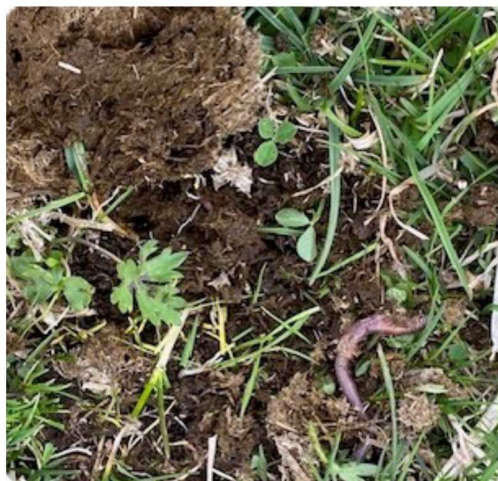
Om det kun finnes inntørket eller utvasket gråhvit gjødsel, så er nedbrytningen åpenbart svært langsom. Slik gjødsel er gjerne lett og uten fast jordkontakt, flyter i vann og kan være mer enn ett år gammel. Denne poengsettes til 0.

Tips

- ♦ Det vi skal poengsette er hvor *raskt* gjødsla forsvinner, så fokuser på det.
- ♦ «Spark en bærsj!» Spor etter insekter, sopp eller annen biologisk aktivitet er ikke alltid så synlig på overflaten. Snu gjødsla for å se etter nedbrytning på undersiden, f.eks. sopp, biller, meitemark (bildet under).
- ♦ Avvik fra normalen kan fortelle en hel del:
 - Inntørket gammel gjødsel i klima med regelmessig fuktighet forteller oss at noe ikke er som det bør være. Får beitedyra medisiner eller tilsetninger som slår ut den biologiske aktiviteten?
 - Fravær av inntørket gjødsel i uttørrende miljø når det har vært beitedyr der, vitner om et velfungerende omdanningsmiljø og næringskretsløp.
- ♦ Lær deg å vurdere gjødslas alder etter utseende og vekt. Gjødsel ett år eller eldre får oftest en gråaktig farge fra oksidering og utvasking. Slik gjødsel blir også svært lett og pappaktig i konsistensen.



Her har rikelig med insekter raskt inntatt gjødselruka. Foto: Ulf Ullring.



God nedbrytning på undersiden kan være lite synlig på oppsiden, så snu på tørre ruker. Foto: Reidun Pommeresche.



Rask nedbrytning har smuldret opp gjødsla på få uker. Foto: Ulf Ullring.

11. Bar mark - energiflyt, vannkretsløp, stoffkretsløp & artssamspill



Bar mark må vurderes rett ovenfra, fra samme retning som regn og solinnstråling treffer marka. Ettersom bar mark øker, så vil også vinden få tak. Bar mark er uproduktiv, ubeskyttet og utsatt for erosjonskrefter. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Pellant et al (2005) definerer bar mark slik: «Bar mark er eksponert mineraljord eller organisk jord som er sårbar for dråpeerosjon ved regnvær, den tidligste form for vannerosjon. Det er den dekningsgrad som er igjen etter at man har trukket av for levende planter, strø og stående død vegetasjon.»

Bar mark er vår fremste fiende, som Allan Savory uttrykker det. Bar mark forstyrrer alle økosystemprosessene, og derfor er poengverdiene doblet (10 poeng pr. trinn) i forhold til de andre indikatorene med unntak av vann- og vinderosjon.

Ved poengsetting er det bladverkets dekningsgrad sett ovenfra som skal vurderes, ikke plantenes dekning ved jordoverflaten. Begge deler har betydning, men dekningen av bladverket er enklere og mer presist. Om levende eller døde plantedeler bryter regndråper, solstråling og vind før de når jordoverflaten, så er arealet som dekkes *ikke* bar mark.

Eksponert mose og lav regnes som bar mark. Selv om de er levende organismer, så vokser de her fordi marka mellom karplantene er bar og uten et dekke av strø. De beskytter riktignok noe mot dråpeerosjon, men har ikke noe rotsystem, de hindrer infiltrasjon samt nedbrytning av strø og rekruttering av nye karplanter. Funksjonelt sett er mark som kun er dekket med mose og/eller lav å regne som bar mark.

Poengsettingen av bar mark vil ofte variere med den økoregionen og naturtypen man arbeider med. Dess mer uttørrende miljøet er, desto større prosent med bar mark vil være innenfor den naturlige variasjonen. Likeens vil en naturtype med mye skyggende trær og busker ha en mer glissen markvegetasjon, men da må vi huske på at løvverket over også er en del av markdekket. Verdisettingen i evalueringsmatrisen justeres derfor for hver enkelt økoregion, slik at det er viktig å bruke den som er utarbeidet for økoregionen man arbeider i. Poengtrinnene er de samme, men prosentandelen bar mark for hvert trinn vil kunne være forskjellig.

Poengsetting

20	10	0	-10	-20
Omfang av barmark er som forventet i forhold til klima og naturtype.	Noe mer barmark enn naturlig forventet. Små spredte områder.	Moderat mer barmark enn naturlig forventet. Moderate områder, sporadisk forbundet.	Tydelig mer barmark enn naturlig forventet. Store områder, ofte forbundet.	Mye mer barmark enn naturlig forventet. Store sammenhengende områder.

20 poeng gis til laveste naturlige prosent dekning bar mark på stedet. Dette vil variere med økoregion og naturtype, og er angitt med prosent markdekning i poengsettingsmatrisen for økoregionen. 10 poeng er noe mer bar mark, men fortsatt innenfor forventet naturlig variasjon. 0 poeng brukes når mengden bar mark overskrider det man vurderer som naturlig variasjon, men ikke dramatisk og hvor små områder sporadisk er forbundet. Negative poeng gis for åpenbart mer og mer sammenhengende bar mark enn naturlige forhold skulle tilsi. -20 gis når utstrakte områder med bar mark flyter over i hverandre.

Tips

- ♦ Bar mark må alltid vurderes rett ovenfra. Se for deg at du forsøker å slippe en vanndråpe, penn eller lignende ned mot bakken. Der levende eller døde plantedeler tar imot før bakken nås er det ikke bar mark.
- ♦ Eksponert mark som skyldes dyrs nylige tråkk eller annen aktivitet (graving m.m.) regnes ikke som bar mark. Bar mark som skyldes slitasje over lengre tid derimot, regnes som bar mark, men lokalt utsatte områder utelates fra poengsettingen.
- ♦ Man kan øve opp evnen til å vurdere dekningsgraden ved hjelp av firkantede rammer og ved linjetransektmålinger. Hvordan man gjør dette er beskrevet i tillegget.

12. Jordskorping - vannkretsløp



Jordskorping opptrer oftest der jordoverflaten er eksponert for sol, vind og regn, og hvor det åpenbart foregår lite biologisk aktivitet i de øvre jordlag. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Denne indikatoren er et mål på markas evne til å infiltrere vann og er en enkel og pålitelig indikator under forhold hvor jordskorping er lett å registrere. Skorping er en fysisk barriere som dannes på jordoverflaten og som hindrer vanninfiltrasjon. Det opptrer hovedsaklig på bar, eksponert mark og på jordarter med mye finmateriale, slik som leire og silt. Under tørre forhold kan slik jord bli hard og ugjennomtrengelig i overflaten fordi mineralpartikler kitter seg sammen. Skorping på sandjord er gjerne tynnere og svakere. Også blandet jord, slik som morenejord, kan være utsatt for skorping på grunn av mye fine jordfraksjoner.

Typisk for skorping er jord med lavt innhold av organisk materiale og lav biologisk aktivitet. Når skorping utvikler seg blir infiltrasjonsevnen redusert. Nedbør vil da i større grad renne av på overflaten. I flate områder vil vann bli stående i dammer og fordampe i stedet for å infiltreres. (Pellant et al 2005)

Under klimatiske forhold med regelmessig fuktig vær, som i de nordiske økoregionene, så er det svært vanlig at et tett moselag etablerer seg på toppen av skorpingen. På lettere jordarter kan et slikt moselag

utgjøre selve skorpingen, siden mosearter som danner slike tette bestand avviser det meste av nedbørsvannet som det ikke klarer å suge opp. Dermed trenger lite vann igjennom moselaget og ned i jorda. Et tett lag med mose hindrer også omsetting av gjødsel og strø samt spiring og skudd av nye gras og urter.



Myk jordskorping med mose. Et tett moselag hemmer infiltrasjon av nedbør og hindrer spiring av nye karplanter, samt omsetting av strø og gjødsel, og begrenser på den måten alle fire økosystemprosessene. Foto: Ulf Ullring.

Poengsetting

0	-5	-10
Løs jordoverflate eller svak skorping som lett brytes med en finger.	Lett, men åpenbar skorping som brytes med et markert fingertrykk.	Hard skorping som krever et verktøy for å brytes.

Skorping vurderes ved å presse en finger mot jordoverflaten. Om jorda er løs eller bare har ei tynn skorpe som brytes ved et lett trykk med en finger, så skal det poengsettes til 0. Om man må gi et markert trykk med fingeren før den gir etter, så gi -5 poeng. Det gjelder også om jorda har et moselag. Om skorpingen er så hard at man trenger et hardt verktøy for å bryte igjennom, så gi -10 poeng.

Tips

- ♦ Bar mark (forrige indikator) har svært ofte skorping, siden eksponering for sol, nedbør og vind er det som skaper skorping. Kjenn etter med fingeren.
- ♦ Men også jord under et ellers ok plantedekke kan ha skorping, som et resultat av fine jordpartikler og mangel på organisk materiale i det øvre jordlaget. Så vær oppmerksom på dette og kjenn alltid etter med en finger.
- ♦ Under fuktige forhold kan det være vanskelig å gi en riktig vurdering av denne indikatoren, siden overflaten blir oppfuktet. Sjøttet som sperrer for infiltrasjonen kan da ligge dypere enn det vi vanligvis oppfatter som overflateskorping. Dette kan vi ikke vurdere uten et egnet redskap, som spade eller penetrometer. Stående vann er imidlertid et tydelig tegn på dårlig eller helt fraværende infiltrasjonsevne.
- ♦ Mark med et tett lag med mose som avviser vann regnes som skorping. Mose med en løs og åpen vekstform som ikke hindrer vanninfiltrasjon på samme måte regnes ikke som skorping.
- ♦ Moseskorpe vil alltid slippe noe fuktighet igjennom og er lett å bryte med trykket av en finger, og regnes derfor som «myk skorping», -5 poeng.
- ♦ Når vegetasjonsdekket er jevnt, vitalt og tett med unntaksvis bar mark, så er 0 poeng som regel riktig.
- ♦ Vær oppmerksom på at mose kan skjule berg eller stein. Skrap gjennom mosen og pass på at slik mark ikke tas med i poengsettingen.

13. Vinderosjon - vannkretsløp



Vinderosjon. Foto: Trønderbladet.

Beskrivelse

Vinderosjon, også kalt jordflukt, vises på marka som vindblotter eller erosjonstrau hvor jordas finmateriale har blåst bort. Ofte ligger det igjen grus, steiner eller eksponerte røtter på marka. Det er som regel en høy sammenheng mellom mengden bar mark, jordarter med mye finmateriale og graden av vinderosjon. Deponering av finmateriale finner vi oftest der vegetasjon eller annet bremser vinden. Jo høyere vegetasjonen er, jo bedre fanger den opp jordflukt. Jo større de vinderoderte områdene er, desto større er også områdene med jordavsetning, formet som dyner eller terrasser. (Pellant et al 2005)

Vinderosjon degraderer jordsmonnet på områder hvor vinden får tak, da jorda mister finpartikler og organisk materiale. På grunn av den potensielt store negative effekten på økosystemprosessene, og siden tapet er permanent på kort sikt, så vektes all erosjon dobbelt negativt (10 poeng pr. trinn) i poengsettingen i forhold til de andre indikatorene, på lik linje med bar mark.

Poengsetting

0	-10	-20
Stabil jordoverflate uten eller med sjeldent forekommende spor etter eroderende vind.	Vinderosjon forekommer, men er ikke utbredt eller svært aktivt gravende eller deponerende.	Vinderosjon er utbredt og aktivt gravende og deponerende, med mange trau, pedestaller og terrasser.

Tilfeldig jordflukt poengsettes med 0. Åpenbart gjentakende jordflukt, men som kun danner mindre isolerte trau og deponeringer og ikke sammenhengende og store flater, skal gis -10. Når strukturene blir sammenhengende og svært aktive, med tydelig terrassering og mange blottlagte røtter så skal det gis -20.

Tips

- ♦ Jordflukt som skyldes vind er relativt lett å oppdage, siden grovere jordpartikler akkumuleres på lesiden av objekter.
- ♦ Vindersjon kan skilles fra vannerosjon ved at den kan skje i andre retninger enn fallretningen på terrenget og skaper spor som viser det. Vind skaper fat- og trauformete jordblotter, i motsetning til vannets riller og grøfter. Og oftest over større flater enn vannerosjon, som gjerne er mer konsentrert.
- ♦ Overvåkeren må lære å skille tilfeldig vindersjon (0 poeng) fra mer regelmessig jordflukt, som selvsagt skal poengsettes negativt (-10 og -20).

14. Vannerosjon - vannkretsløp



Ei aktiv erosjonsgrøft i leirjord som vil fortsette å utvide seg om ikke noe gjøres. Foto: Ulf Ullring.

Beskrivelse

Vannerosjon er en konsekvens av jordas manglende evne til å infiltrere nedbørsvann og i stedet bli utsatt for gravende overflateavrenning. Små gravende erosjonsspor (*riller, furer*) er som regel lineære og følger ikke nødvendigvis mikrotopografien slik flommende vann gjør. De dannes gjennom komplekse interaksjoner mellom regndråper, overflateavrenning og jordoverflatens karakter. Små terrasser av jord avsettes bak hindere av vannstrømmen. Jo mer jord vannstrømmen frakter med seg, dess større og hyppigere blir terrassene, og slik vokser det påvirkede området.

Pidestaller er steiner eller planter som får et forhøyet utseende som følge av jorda som har blitt fjernet av vann eller vind. Hvilken det er kan som regel avleses på marka - vannerosjon skjer alltid langs med fallretningen, i motsetning til vinderosjon, som følger framherskende vindretning. På pidestallene kan man avlese den tidligere jordoverflaten, og vanligvis er planterøttene blottlagt på hver side av erosjonsretningen.

Ei *erosjonsgrøft* er en tydelig kanal forårsakes av aksellererende vann som kutter skarpe kanter ned i bakken (se bildet). Markerte spor og grøfter danner *erosjonsdråg* som følger naturlige dreneringsmønstre,. Disse kan evalueres ved å se på mengden av dem i et område og vurdere graden av erosjon som vannet skaper. Tegn på aktiv erosjon er skarpe vegetasjonsløse kanter, mens helende grøfter har avrundete kanter, vegetasjon på bunnen og redusert grøftedybde. Aktiv erosjon kan forekomme øverst i grøfta, samtidig som den nedre delen viser tegn på helning. (Kværnø et al 2020; Pellant et al 2005)

Poengsetting

0	-10	-20
Stabil jordoverflate uten eller med sjeldent forekommende spor etter rennende vann.	Vannerosjon forekommer, men ikke utbredt eller særlig aktivt gravende eller terrasserende.	Vannerosjon er utbredt og tydelig aktivt gravende eller terrasserende, med pedestaller og grøfter.

Siden jordtapet er permanent på kort sikt, så vektes all erosjon dobbelt negativt (10 poeng pr. trinn) i poengsettingen i forhold til de andre indikatorene, på lik linje med bar mark.

Flateerosjon, dvs. tydelig overflatisk materialtransport som skyldes vann som har skyllet over marka, men uten tydelige spor etter vann som graver, skal det gis -10. Når det finnes tydelige spor som riller og grøfter, etter vann som har gravd, skal det gis -20.

Tips

- ♦ Erosjonsspor og grøfter er lett å observere, mens mindre spor etter strømmende vann og flakerosjon er mindre synlig. Se etter transportert strø og annet materiale, samt små jordterrasser og grus.
- ♦ Om erosjon forekommer som en éngangshendelse, sjelden eller svært begrenset, så ikke bruk negativ poengsetting. Først når erosjon opptrer hyppigere og berører et større område bør det gis negative poeng. Det er det generelle bildet som teller.
- ♦ Vannerosjon skilles fra vinderosjon ved at den kun kan foregå i fallretningen på terrenget. Dessuten kan vannet grave markerte riller og grøfter i marka, noe vind ikke gjør.

Ordliste

EHI - se vitalitetsindeks.

Indikatorer: EOv består av prosedyrer for observasjoner av de viktigste økosystemprosessene. For dette gjøres det vurderinger av utvalgte forekomster og egenskaper som gir en pekepinn om økosystemprosessenes tilstand. Disse kaller vi **indikatorer**, og vi deler dem i to ulike typer:

- **Ledende indikatorer** (*leading indicators*): Visuell scoring av lett påvirkelige indikatorer som viser dagens tilstand og trend, som dermed gir oss en framoverskuende (ledende) indikasjon på utviklingen. Disse indikatorene, f.eks. mengde og omsetting av strø, er raske, dvs. at de kan endre seg merkbart fra år til år, eller til og med innenfor samme vekstsesong. Slike indikatorer vurderes årlig (STM).
- **Tilstandsindikatorer** (*lagged indicators*): Måling av utvalgte økologiske indikatorer med feltøkologiske metoder, som viser dagens tilstand og hvordan utviklingen har vært fram til nå. Disse indikatorene, f.eks. jordsmonnsutvikling, endrer seg langsomt over mange år, og er derfor først og fremst tilbakeskuende (lagged). Slike variabler vurderes med noen (4-5) års mellomrom (LTM) og viser langvarige endringer.

Karplanter, også kalt «høyere planter» - planter med bladverk og rotsystem hvor vann og næring fraktes i ledningsstrenger inne i planten. Alle gras og urter, busker og trær er karplanter. Mose og lav er ikke karplanter.

LAI (Leaf area index), kritisk LAI: Bladarealindeks (LAI) er overflatearealet av alle blad i forhold til arealet av bakken under plantene. Dette har betydning for plantens fotosyntese, stoffskifte og vannhusholdning, og varierer mellom ulike planteslag og arter.

«Hvis $LAI = 4$ vil dette si 4 m² blad for hver 1 m² jord. LAI er sjelden større enn 15 i tett skog, ellers skapes for mye skygge for de nederste bladene. LAI varierer, men er vanligvis mindre enn 6 i løvskog og fra 7-15 i barskog. LAI for urter er ca. 4-6 og for gras opptil 10. For åkervekster er det optimalt med LAI 3-6, men avhenger av art lysfluks, bladform, bladvinkel. Ved høy LAI blir innbyrdes skygging et problem. Optimal LAI får vi hvis de nederste bladene er like over **lyskompensasjonspunktet**. Optimalt bladareal varierer med årstiden. En ideell plantevekst er en som kan sås tidlig, og som utvikler bladareal raskt slik at plantene kan utnytte sollyset midtsommers maksimalt.» Kilde: Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo.

En tommelfingerregel er at når det nederste bladet i en tett bestand visner, så har bestanden nådd maksimal effektiv LAI. Dette bladet bidrar ikke lenger til fotosyntesen og planten trenger det derfor ikke.

Linjetransekt, transektanalyse

Å anslå dekningsgraden for ulike indikatorer er relativt lett med litt øvelse. I EOv trenger vi å vurdere det for flere av indikatorene. Å utføre en fastrutemåling (LTM) vil være god trening, ettersom dekningen av både planter og bar mark da måles med høy grad av presisjon. Gjør da en visuell vurdering langs transekt 3 (T3) og sammenlign etterpå med linjemålingene fra transektene T1 og T2.

Du kan øve deg ved å bruke ei ramme, f.eks. på 1x1 m eller mindre. Det vil hjelpe til med å anslå andelen av et gitt areal for det du vil måle. Begynn gjerne med å vurdere om dekningen er på mer eller mindre enn halvparten av arealet (50%). Gjør deretter samme vurderingen for omlag halvparten av arealet progressivt nedover så langt du klarer.

Ei ramme inndelt i 100 små ruter kan raskt gi et prosentoverslag. Gjenta fem ganger på ulike steder og beregn gjennomsnittet.



Du kan også benytte såkalt «skritt-transekt». Velg da ei linje som virker representativt for marka du vil poengsette og gå langs den. Stopp for hvert 5. skritt og se direkte ned på skotuppen på din fremste fot. Notér ned om det du måler dekningen av finnes der. Gjenta ti ganger og beregn prosenten.

LTM (Long term monitoring) Periodisk overvåkning: En eller flere fastruteundersøkelse (baseline) gjennomføres første år og gjentas hvert femte år, for å måle utviklingen over tid. LTM benytter langsomme tilstandsvariabler som endrer seg gradvis, og er dermed først og fremst tilbakeskuende («lagging»). Det gjøres grunnleggende økologiske registreringer som jordprøver, jordprofilbeskrivelse, infiltrasjonsmålinger og registrering av plantedekke og plantemangfold. Produksjonsdata for arealene registreres også, dvs. avlingsnivå, beitekapasitet og tilvekst. Vurdering av økologisk vitalitet med STM gjøres også.

Lyskompensasjonspunktet: Det lysnivået hvor fotosyntese og respirasjon er i ballanse. Dvs. det punktet hvor mindre lys vil gi netto respirasjon og tap av karbon til atmosfæren, og mere lys vil gi netto fotosyntese og fiksering av karbon fra atmosfæren. Dette skjer ved ulike nivå av **LAI** for ulike planteslag (funksjonelle grupper) og arter.

Nøkkelart - en art som benyttes som en indikator for forhold som har stor samvariasjon med nøkkelarten. Det kan f.eks. være forekomsten av andre arter, jordhelse, produksjonsnivå eller fórkvalitet. Hvilken art som velges som nøkkelart kommer an på hvilke forhold vi er ute etter å avdekke. Det er ikke lurt å velge som nøkkelart en art som trives under de fleste forhold, slik som f.eks. engkvein, siden den vil være treg til å respondere på endringer i drifts- og vokseforhold.

Nedenfor beskrives et tenkt tilfelle hvor en ønsket funksjonell gruppe var tilstede og hvor en tilpasning av driften fikk den til å trives:

En gård begynte med helhetlig beitebruk (HPG) siden marka der hadde vært misbrukt over lang tid og hadde både lav produktivitet og lav kvalitet. Utgangspunktet var ei grasmark som var dominert av småvokste gras og litt hvitkløver med krypende vekstform og høy toleranse for kraftig og vedvarende beiting. Ei fastrute (LTM) ble etablert og ved den første registreringen (baseline) fantes det sparsommelig med høytstående grasarter og kun noen få underkuede planter med *rødkløver*, som alle var nøkkelarter der. Men de få plantene var vitale og reproduserte. Om kløverarter i en årlig bedømming (STM) hadde blitt poengsatt etter mangfoldet av arter og funksjonelle grupper, så ville scoren vært negativ. Likeens, om kløver hadde blitt poengsatt etter forekomsten (mengde) av nøkkelarter, så ville også scoren blitt negativ. Begge tilfeller ville gitt en feil vurdering av hvordan kløver utviklet seg på stedet. Slike **tilbakeskuende indikatorer** som artsdiversitet og forekomst (mengde) blir vurdert i fastruteundersøkelsen (LTM), mens i den årlige bedømmingen er det **ledende indikatorer** det legges vekt på. I dette eksemplet ble «*belgvekster & urter*» poengsatt til 5 basert på den vitale veksten og gode blomstringen til de få plantene med *rødkløver*. Siden denne gården var med i EOV-programmet så ble fastruteundersøkelsen gjentatt etter noen år, og i mellomtiden hadde *rødkløver* økt sin dekningsgrad fra 0,5% til 7,2%, og produksjonen, kvaliteten og den totale biodiversiteten økte også. Nøkkelart-konseptet viste her sin predikerende verdi.

Skift, skifteplan - et avgrenset driftsområde som beites, slås, dyrkes eller brukes under ett annen måte. Gårdens mark kan derfor bestå av mange og ulike skift, alt etter hva gårdbrukeren selv ønske. Et kart som viser gårdens skift kalles for en skifteplan. En skifteplan kan igjen danne grunnlaget for et vekstskifte på fulldyrka mark, eller en beiteplan for skift som beites.

STM (Short Term Monitoring) Årlig vitalitetsbedømming: En årlig visuell poengsetting som forteller oss både om tilstanden og sannsynlig utvikling på kort sikt. STM benytter raske indikatorer og er dermed fremmadskuende («leading» - ledende). Den årlige overvåkingen skjer ved å score den økologiske vitaliteten på driftsarealet (EHI). Resultatet kan umiddelbart brukes til å justere driften i en regenerativ retning.

Vitalitet: Livskraft, dvs. artens evne til vekst, fornyelse og formering, og «økosystemhelse», dvs. økosystemets motstandsevne mot hemmende eller katastrofale påvirkninger og dets evne til å springe tilbake (resiliens) etter slike. I EOV-sammenheng kaller vi dette for økosystemets regenererende evne, og vi gir denne evnen en gradering gjennom visuell bedømming av utvalgte indikatorer (**vitalitetsindeks, EHI**).

Vitalitetsindeks (Ecological Health Index - EHI): Summen av poengtallene for hver enkelt indikator ved STM. Summeres lokalitet for lokalitet, samt for hele driftsenheten. En maksimum positiv poengsum er uttrykk for potensialet innen økoregionen, og en lavere sum viser graden av avvik fra potensialet. Negativ poengsum indikerer problematiske tilstander. Det beregnes en terskelverdi for hver økoregion med 30 poeng som utgangspunkt for hva som kan regnes som en regenerativ tilstand. En positiv utvikling over flere år vil likevel vise en regenererende utvikling selv om poengsummen er under terskelvedien.

Referanser

- Bestelmeyer, B et al. 2017. State and Transition models. Theory, Applications and challenges. in Briske, D. (Ed.) 2017 Rangeland Systems Processes, Management and Challenges. Springer https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46709-2_9
- Borrelli, P and Oliva, G. 2001. Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Borrelli P. and Oliva, G. Ed. INTA Reg. Pat. Sur. 269 pp.
- Borrelli P., F. Boggio, P. Sturzenbaum, M. Paramidani, R. Heinken, C. Pague, M. Stevens and A. Nogués 2012. Grassland Regeneration and Sustainable Standard (GRASS). V. 2.0. 109 pp Ovis 21 – The Nature Conservancy
- Briske, D. (Ed.) 2017. Rangeland Systems Processes, Management and Challenges. Springer https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46709-2_9
- Buckland, Anderson, Burnham, Laake, Borchers, and Thomas 2001. Introduction to distance sampling estimating abundance of biological populations. Oxford University Press., New York., 2001
- Butterfield, J, Bingham, S and Savory, A. 2016. Holistic Management Handbook, 3rd ed.: Regenerating your land and growing your profits. Island Press.
- Gadzia, K and Graham, T. 2009. Bullseye! Targeting your rangeland Health objectives. The Quivira Coalition. 64p
- Hacker, R, Beurle, D, and Gardiner, G. 1992. Monitoring Western Australia rangelands. In: Rangeland Management in Western Australia. Department of Agriculture, Western Australia, Miscellaneous Publication 8/92, pp 15-20
- Halloy, S, Ibarra, M. and Yager, K. 2011. Puntos y Areas Flexibles para inventarios rápidos de estado de biodiversidad. Ecología en Bolivia 46 46-56.
- Kværnø, S, Øygarden, L, Bechmann, M, Barneveld, R. 2020. Tiltak mot erosjon på jordbruksareal. NIBIO POP 6(38)2020
- Oliva, G., J. Gaitán, D. Bran and V. Nakamatsu, 2009. Manual para instalación y lectura de monitores MARAS. INTA Proyecto PNUD GEF 07/35. 69 https://www.undp.org/content/dam/argentina/Publications/Energia%20y%20Desarrollo%20Sostenible/AF_maras_web.pdf
- Pellant, M; Shaver, P; Pyke, D; and J. Herrick. 2005. Interpreting indicators of rangeland Health, version 4. Technical Reference 1734-6 US Department of Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center, Denver CO, BLM/WO/ST-00/001+1734/REV05 122 p
- Savory, A. & Butterfield, J. 2016. Holistic Management. A commonsense revolution to restore our environment. 3rd. ed. Island Press.
- Tilman, D., J. Knops, D. Wedin, P. Reich, M. Ritchie, and E. Siemann 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. Science Vol. 277:1300–1302.
- Tongway D.J. and Hindley N.L. 2004. Landscape Function Analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to Minesite and Rangelands. CSIRO Australia, 80 pp
- Tothill, J.C., Hargreaves, J. N. G. and Jones, R. M. 1978. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field Sampling. Tropical Agronomy Technical Memorandum N° 8. CSIRO. Australia.
- Westoby, M., B. Walker, and I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of Range Management 42: 266–274.
- Xu, S, Rowntree, J., Borrelli, P., Hodbod, J. and Raven, M. 2019. Ecological Health Index: A Short Term Monitoring Method for Land Managers to Assess Grazing Lands Ecological Health. Environments. doi:10.3390/environments6060067