

Økologi

Næringsnett, kretsløp og kaskadevirkninger

KM15

KM16

Bærekraft

Havet, skogen og den skjulte tråden

Ostehøvelens oppfinner – Thorbjørn Ørskov – var ikke biolog, men hans logikk gjennomsyrrer hele økologien: alt henger sammen. Charles Elton beskrev i 1927 de første næringskjedene i arktisk tundra og oppdaget det vi kaller 10-prosent-regelen: bare omtrent 10 % av energien overføres fra ett trofisk nivå til det neste. Resten tapes som varme i celleåndingen.



Da ulvene ble utryddet fra Yellowstone på 1920-tallet, eksploderte elg-populasjonen og gnagde ned elvebreddens vegetasjon. Elvene begynte å meandrerer fordi røttene forsvant. Da ulvene ble reintrodusert i 1995 – bare 14 individer – endret selv elveløpene seg tilbake. Elgene sluttet å beite på elvebreddene av frykt. Økologer kaller dette «landscape of fear». Ulvene endret ikke bare dyrelivet – de endret geografien.

- Ripple & Beschta (2012). Trophic cascades in Yellowstone. Biol. Conserv.

Næringsnett og energiflyt

Primærprodusenter (planter, alger, cyanobakterier) binder solenergi via fotosyntese. Energien strømmer gjennom næringskjeden: planteetere (primærkonsumenter) → kjøttetere (sekundær-/tertiærkonsumenter) → topprovdyr. Med 10 %-regelen betyr dette at en kjede på 5 ledd kun overfører 0,001 % av primærprodusentenes energi til toppet – noe som forklarer hvorfor store rovdyr er sjeldne og krever enorme territorier.

- **Produsenter:** planter, alger, cyanobakterier – binder sol-energi
- **Primærkonsumenter:** plantesetere – hare, insekter, fisk
- **Sekundærkonsumenter:** kjøttetere – frosk, rev, liten fisk
- **Toppredatorer:** ulv, ørn, hai – toppen av næringspyramiden
- **Nedbrytere:** sopp og bakterier – frigjør næring tilbake til jorda

Kretsløpene – materien sykler

I motsetning til energi (som strømmer enveis og tapes som varme) sykler materien kontinuerlig mellom levende organismer og det abiotiske miljøet.

- **Karbonkretsløpet:** fotosyntese binder CO_2 ; celleånding og nedbryting frigjør det. Menneskene frigjør fossilt karbon 100x raskere enn naturen binder det.
- **Nitrogenkretsløpet:** $\text{N}_2 \rightarrow$ fiksering (Rhizobium) $\rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow$ nitrifikasjon $\rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow$ planteopptak $\rightarrow$ denitrifikasjon $\rightarrow \text{N}_2$. Kunstgjødsel tilfører reaktivt nitrogen $\rightarrow$ eutrofiering.

- **Fosforkretsløpet:** sedimentært – ingen gassfase. Svært langsomt. Fosfatstein er en begrenset, ikke-fornybar ressurs.
- **Vannkretsløpet:** fordampning → kondensasjon → nedbør → avrenning. Klimaendringer intensiverer syklusen.

■ Nøkkelsammendrag

10-prosent-regelen: bare 10% energi overført mellom trofiske niva

Nedbrytere (sopp/bakterier): frigjør næring tilbake - uunværlige

Karbonkretsløp: fotosyntese binder, aanding/nedbryting frigjør

Nitrogenkretsløp: fiksering → ammonium → nitrat → planteopptak → denitrifikasjon

Fosfor: sedimentært kretsløp. Fosfatstein er begrenset ressurs

Eutrofiering: for mye kunstgjødsel → algeoppblomstring → oksygenmangel

Kaskadevirkninger: ulver i Yellowstone endret til og med elvene

Tenk og drøft

- 1 Forklar 10-prosent-regelen. Hvorfor er det energimessig mer effektivt å spise vegetarisk enn å spise kjøtt? Beregn: ved en kjede på 3 ledd, hvor mye planteenergi kreves for å produsere 1 kg topprovdyr-kjøtt?
- 2 Hva er eutrofiering? Forklar trinn for trinn hva som skjer i en innsjø fra kunstgjødsel tilføres til fisken dør.
- 3 Fosforkretsløpet mangler gassfase. Hva betyr dette for hastigheten på kretsløpet, og hvorfor er dette et problem for menneskelig matproduksjon?
- 4 Forklar kaskadevirkningene da ulvene ble reintrodusert i Yellowstone. Hva kalles dette fenomenet, og hva viser det om økosystemers kompleksitet?
- 5 Klimaendringer intensiverer vannkretsløpet. Forklar hva dette betyr for hyppigheten av ekstremnedbør OG tørkeperioder – tilsynelatende motsatte effekter.

Praktiske forsøk

Forsøk 1: Næringsnett i lokalt økosystem

Bygg og analyser et reelt næringsnett og test robusthet.

Utstyr

- Feltobservasjon: hage eller skolegard
- Fotoapp eller iNaturalist
- Næringsnett-kort
- Trad

Fremgangsmåte

1. Tilbringe 20 min ute: observer og identifiser planter, insekter og fugler.
2. Skriv opp alle organismer og kjente relasjoner.
3. Bygg næringsnett: legg kort på bord og knytt trad mellom byttedyr og rovdyr.
4. Trekk ut ett nøkkelbrikke og diskuter kaskadevirkninger.
5. Trekk ut topprovdyr – hva skjer under?
6. Diskuter: hvilken art er keystone species?

Refleksjonsspørsmål

1. Hva er keystone species?
2. Forklar trofisk kaskade med eksempel.
3. Hva er 10-prosent-regelen?

Forsøk 2: Populasjonsvekst med gjærdeig

Mål gjærpopulasjonens vekst og koble til logistisk vekst.

Utstyr

- Bakergjær
- Sukker
- 3 begerglass
- Varmt vann
- Ballong
- Linjal

Fremgangsmåte

1. Bland gjær, sukker og varmt vann i glass A.
2. Glass B: halvparten sukker. Glass C: kaldt vann.
3. Fest ballong over åpningen. Mål ballongdiameter hvert 10. min i 60 min.
4. Beregn volum og plot vekstkurve.
5. Observer: starter veksten eksponensielt? Avtar den?
6. Diskuter bærekraft K.

Refleksjonsspørsmål

1. Hva er eksponentiell vs logistisk vekst?
2. Koble til Malthus og Darwin.
3. Hva ville skjedd om vi tilsatte mer sukker midtveis?