

# Bestemmelse af artsdiversitet

vha. Shannon-indekset

(pin-point-metoden)



## Indledning

Denne vejledning beskriver, hvordan Shannon-indekset kan bruges til at bestemme artdiversiteten i et afgrænset område. Herefter laves en arts-akkumulation, hvor antallet af arter i forskellige del-områder lægges sammen og bruges til en diskussion af områdets biodiversitet mm.

Alt efter hvilke områder, der arbejdes med, kunne det også være oplagt at bestemme/måle forskellige abiotiske faktorer i områderne, da disse jo har stor indflydelse på artssammensætningen. Det kunne eksempelvis være jordbunds-pH, lysintensitet, jordens partikelstørrelse eller porøsitet.

Men det kunne også være oplagt at vurdere områdernes naturkvalitet. Til dette ligger der en vejledning på vores hjemmeside, hvor der tages udgangspunkt i 6 indikatorer, der tilsammen siger noget om områdets potentiale for at rumme en høj biodiversitet.

Vejledningen her er henvendt til biologi i gymnasiet. Der ligger rigtig meget godt materiale om biodiversitet på nettet, primært henvendt til grundskoler, men også til gymnasier. Eksempler er [www.skoveniskolen.dk](http://www.skoveniskolen.dk) og <https://mst.dk/friluftsliv/undervisning/undervisningsmaterialer/>

## Formål

Formålet med denne øvelse er at bestemme og sammenligne artsdiversiteten i forskellige områder.

## Teoretisk baggrund

### Et mål for artsdiversitet

De to begreber "biodiversitet" og "artsdiversitet" bruges ofte synonymt, men det er ikke korrekt.

*Artsdiversitet* er et mål for mangfoldigheden af arter i et givent område, og dækker således både antallet af forskellige arter og antal individer af hver art.

*Biodiversitet* bliver i FN-konventionen fra Rio-konferencen i 1992 defineret således:

*"Ved biologisk mangfoldighed (biodiversitet) forstås mangfoldigheden af levende organismer i alle miljøer, både på land og i vand, samt de økologiske samspil som organismerne indgår i. Biologisk mangfoldighed omfatter såvel variationen indenfor og mellem arterne, som mangfoldigheden af økosystemer."*

Med andre ord er biodiversitet altså et meget bredt begreb, der dækker over livets forskellighed på flere niveauer

- Forskellige arter, herunder både antallet af arter og antallet af individer inden for hver art (artsdiversiteten)
- Variationen af gener inden for hver art. Jo flere individer, der er af en art, jo større er artens genpulje
- Forskellige økosystemer/habitater. Jo flere forskellige levesteder, jo flere forskellige arter vil der være plads til

Det er ikke så ligetil at finde et præcist mål for biodiversitet, mens det derimod er forholdsvis simpelt at bestemme artsdiversiteten, altså antallet af forskellige arter og hyppigheden af den enkelte art.

Det er ikke fyldestgørende bare at tælle antallet af arter. Forestil dig eksempelvis en kornmark, hvor der gror et par enkelte valmuer, margueritter og kornblomster, men langt overvejende korn. Her vil man optælle 4 arter: korn, kamille, kornblomst og valmue. Forestil dig nu at der ved siden af kornmarken ligger en brakmark fuld af valmuer, kamille og kornblomster, men hvor der er et par enkelte kornplanter, fordi der er blæst et par korn til fra nabomarken. Her vil en artsoptælling også resultere i de samme 4 arter: korn, kamille, kornblomst og valmue. Men de to marker er vidt forskellige: kornmarken er stort set monokultur, bestående af en kunstigt tilført plante, mens blomstermarken har en mere ligelig fordeling mellem de tre hjemmehørende arter valmue, kornblomst og kamille. Naturkvaliteten er langt højere på blomstermarken end på kornmarken, men det viser en simpel artsoptælling ikke. Derfor er man nødt til at gøre mere end bare at optælle arter - man er nødt til at se på andre parametre end bare artsantallet. Der findes en lang række af forskellige indekser, der hver især vægter forskellige ting, eksempelvis

- Antallet af individer af hver art. Jo flere individer af hver art, jo bedre
- Antallet af arter. Jo flere arter, jo bedre
- Tilstedeværelsen/antallet af sjældne eller truede arter.
- En enkelt arts dominans. Det tæller ned, hvis en enkelt art dominerer

Et ofte anvendt indeks er Shannon-Wiener indekset, eller bare Shannon-indekset:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$$

$s$  = antallet af arter

$p_i$  = hyppigheden i procent for arten  $i$

Husk at den samlede hyppighed i procent altid skal være 100

Her vægtes sjældne (og ofte truede) arter højt, idet det ses, at jo mindre en procentdel af det totale antal individer en art udgør, desto mere betydning tillægges den.

### Beregningseksempel

I kornmarken fra før var der 97 % korn, 1 % kamille, 1 % valmue og 1 % kornblomst

H udregnes da således:

$$H = -((0,97 * \ln(0,97)) + (0,01 * \ln(0,01)) + (0,01 * \ln(0,01)) + (0,01 * \ln(0,01))) = 0,168$$

I blomstermarken er der 33 % kamille, 33 % valmuer, 33 % kornblomster og 1 % korn.

H udregnes da til at være

$$H = -((0,33 * \ln(0,33)) + (0,33 * \ln(0,33)) + (0,33 * \ln(0,33)) + (0,01 * \ln(0,01))) = 1,144$$

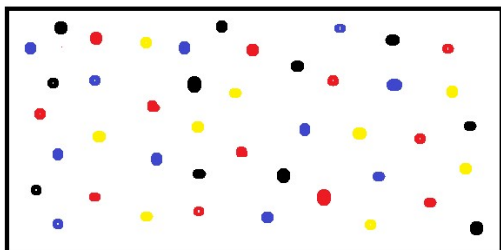
Det ses, at artsdiversiteten er langt højere i blomstermarken end i kornmarken.

Den maksimale artsdiversitet i et område er, hvis der er lige mange individer af hver art:

$$H_{max} = \ln(s)$$

### Teoretisk øvelse - beregningsøvelse

Herunder ses skitser af to områder med forskellige plantesammensætninger. Optæl de forskellige planter og beregn Shannon-indekset

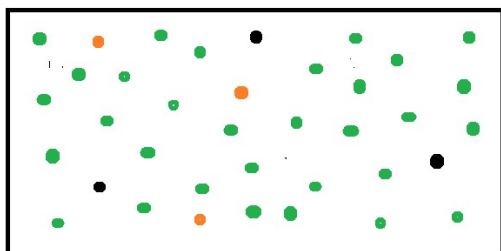


Antal individer: blå \_\_\_\_, gul \_\_\_\_, rød \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, i alt = \_\_\_\_

I procent: blå \_\_\_\_, gul \_\_\_\_, rød \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, i alt = 100 %

Shannon indeks = \_\_\_\_

Den maksimale artdiversitet = \_\_\_\_



Antal individer: orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, i alt = \_\_\_\_

I procent: orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, i alt = 100 %

Shannon indeks = \_\_\_\_

Den maksimale artdiversitet = \_\_\_\_

Hvis de to områder er en del af en større horte, vil sandsynligvis findes ved at slå de to prøver sammen.

Antal individer: blå \_\_\_\_, gul \_\_\_\_, rød \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, i alt = \_\_\_\_

I procent: blå \_\_\_\_, gul \_\_\_\_, rød \_\_\_\_, sort \_\_\_\_, orange \_\_\_\_, grøn \_\_\_\_, i alt = 100 %

Shannon indeks = \_\_\_\_

Den maksimale artdiversitet = \_\_\_\_

Som det ses af eksemplet herover, kræver beregningerne, at man optæller alle individer inden for et bestemt areal. Det er praktisk umuligt at optælle alle individer i hele området, derfor udvælges ofte en repræsentativ stikprøve, hvori alle individer optælles. Som stikprøve kan udlægges et kvadrat med sidelængden 1 m, eller man kan anvende Raunkiær-cirkler, der har en diameter på 0,1 m<sup>2</sup>. I denne vejledning lægges der op til førstnævnte.

Da planterne kun undersøges inden for et lille prøvelfelt, er metoden kun brugbar til undersøgelse af biotoper med en vegetation af små planter (urter, inklusive græsser og træer i opvækst). I et skovområde kan metoden kun bruges til at undersøge bundvegetationen, hvorimod større buske og træer må undersøges på en anden måde (f.eks. med 100 m<sup>2</sup> prøvelfelter)

## Materialer

### Pr gruppe:

Tre bambuspinde á 1m længde. På to af pindene sættes et mærke for hver 20 cm.

Florabøger, andre opslagsværker eller plante-app (eksempelvis iNaturalist, Google Lens eller Seek)

(Hvide fotobakker)

(Prøveglas)

(Pincet)

(Ske)

(insektbøger, andre opslagsværker eller insekt-app)

Materialerne i parentes benyttes, hvis man i stedet for planter vælger at kigge på eksempelvis edderkopper eller biller

## Fremgangsmåde

Klassen inddeles i hold á 2-4 elever.

Der udvælges nogle forskellige områder til undersøgelsen. Det kan være vidt forskellige områder såsom skov, eng, overdrev og hede, men det kan også være områder, der minder om hinanden og derved lægger op til sammenligning, eksempelvis forskellige typer skov eller forskellige slags åbent land.

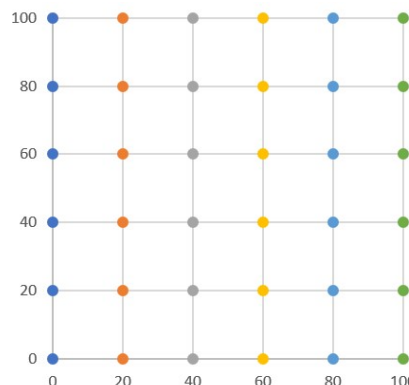
Optællingen kan gøres på flere måder, alt efter holdets størrelse mv:

- A. To grupper kan undersøge hver lokalitet. Den enkelte gruppe bliver på samme lokalitet under hele undersøgelsen (*hver gruppe skal have ét resultatark*)
- B. Klassen undersøger samlet flere lokaliteter (*Hver gruppe skal hver have et resultatark pr. lokalitet*)

Hvis der er mulighed for det, anbefales model A, så datasættet bliver større og dækker forskellige naturtyper.

## Planter, model A

1. De to grupper vælger et punkt, de synes repræsenterer området; gerne punkter med blomsterplanter og uden store træer
2. De to markerede bambuspinde lægges vinkelret på hinanden, således at markeringerne tilsammen udgør et kvadratnet med 25 målepunkter (se illustrationen)
3. Den tredje pind stikkes i jorden i det første af de 25 målepunkter, og her vil pinden berøre en eller flere forskellige arter. En sådan berøring kaldes et **hit**.
4. De arter, pinden berører, bestemmes og skrives ind i resultatarket.
  - a. Brug en flora eller en app til at artsbestemme den første plante. Det kan være rigtig svært med eksempelvis græsser, men så giv den et beskrivende navn, I selv kan genkende, eksempelvis "brede, lidt mørke og behårede blade". Det vigtigste er, at I selv kan genkende arten, når I ser den igen, så alle observationer af samme art bliver puljet i samme kategori
  - b. Noter navnet i resultatarket og sæt en streg i feltet "antal hits"
  - c. Bestem næste plante.
    - i. Hvis det er en ny art, skriver I dens navn på arket og sætter en streg under "antal hits"
    - ii. Hvis det er samme art som før, sætter I en streg mere ud for den pågældende art i "antal hits" - I skal ikke skrive navnet op mere end én gang (pinden kan godt ramme flere eksemplarer af samme plante ved samme målepunkt)
    - iii. Fortsæt til I har optalt alle de planter, pinden berører i punktet
5. Pinden flyttes til næste målepunkt, og arterne bestemmes og noteres igen. Hvis det er arter, I har mødt før, sættes der bare flere streger i "antal hits". Hvis det er nye arter, skrives de på listen.
6. Sådan fortsættes der, til alle 25 målepunkter er blevet undersøgt.
7. Kig jer rundt på lokaliteten. Tag billeder, der kan dokumentere, hvad det er for et område, I er i.
8. Udfyld resultatskemaet med beskrivelse af lokaliteten (denne kan eventuelt suppleres med måling af forskellige abiotiske faktorer, eller med øvelsen "vurdering af naturkvalitet", se



<http://geobio.dk/?p=28>

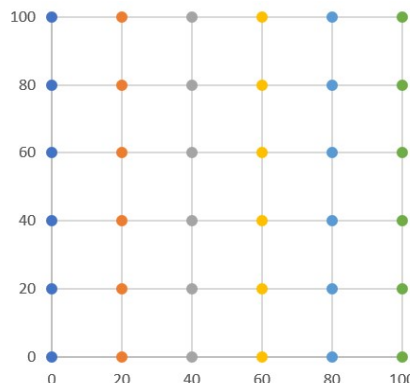


*Svaninge Nørremark, der afgræsses ekstensivt  
Foto: Pia Halkjær Gommesen*

## Planter, model B

På hver lokalitet:

1. Klassen arbejder sammen og finder en række punkter, der tilsammen repræsenterer første lokalitet; gerne punkter med blomsterplanter og uden store træer. Grupperne undersøger hver deres lille område.
2. De to markerede bambuspinde lægges vinkelret på hinanden, således at markeringerne tilsammen udgør et kvadratnet med 25 målepunkter (se illustrationen)
3. Den tredje pind stikkes i jorden i det første af de 25 målepunkter, og her vil pinden berøre en eller flere forskellige arter. En sådan berøring kaldes et **hit**.
4. De arter, pinden berører, bestemmes og skrives ind i resultatarket.
  - a. Brug en flora eller en app til at artsbestemme den første plante. Det kan være rigtig svært med eksempelvis græsser, men så giv den et beskrivende navn, I selv kan genkende, eksempelvis "brede, lidt mørke og behårede blade". Det vigtigste er, at ALLE i klassen genkender arten som den samme, så alle observationer af samme art bliver puljet i samme kategori. Få evt. læreren til at hjælpe
  - b. Noter navnet i resultatarket og sæt en streg i feltet "antal hits"
  - c. Bestem næste plante.
    - i. Hvis det er en ny art, skriver I dens navn på arket og sætter en streg under "antal hits"
    - ii. Hvis det er samme art som før, sætter I en streg mere ud for den pågældende art i "antal hits" - I skal ikke skrive navnet op mere end én gang (pinden kan godt ramme flere eksemplarer af samme plante ved samme målepunkt)
    - iii. Fortsæt til I har optalt alle de planter, pinden berører i punktet
5. Pinden flyttes til næste målepunkt, og arterne bestemmes og noteres igen. Hvis det er arter, I har mødt før, sættes der bare flere streger i "antal hits". Hvis det er nye arter, skrives de på listen.
6. Sådan fortsættes der, til alle 25 målepunkter er blevet undersøgt.
7. Kig jer rundt på lokaliteten. Tag billeder, der kan dokumentere, hvad det er for et område, I er i.



Udfyld resultatskemaet med beskrivelse af lokaliteten (denne kan eventuelt suppleres med måling af forskellige abiotiske faktorer, eller med øvelsen "vurdering af naturkvalitet", se <http://geobio.dk/?p=281>)

Gå videre til næste lokalitet og gør præcis det samme



*Svaninge Bjerge, der afgræsses ekstensivt  
Foto: Pia Halkjær Gommesen*



## Dyr

I stedet for planter, kan man arbejde med eksempelvis edderkopper eller biller. I så fald anbefales det, at der udlægges kvadrater med sidelængden 1 m, hvorefter alle dyr af den ønskede slags indsamles inden for kvadratets areal. Hvis det er i åbent land, undersøges jordoverfladen nøje, og alle dyrene opsamles i hvide fotobakker eller prøveglas. Hvis det er skovbund, hvor der ligger dødt løv, er det nemmeste at tage nogle af de visne blade op i en fotobakke og undersøge dem omhyggeligt for dyr. Når alle dyrene er fundet, hældes bladene ud (uden for kvadratet) og næste portion blade undersøges.

Når alle dyrene er blevet indsamlet, bestemmes arterne, antal individer af hver art optælles, og resultaterne føres ind i resultatarket.



*Skovskarnbasse (øverst) og glat skarnbasse (nederst)  
Foto: Pia Halkjær Gommesen*

Ligesom ved planterne, er der to modeller for dataindsamling; A og B (se side 6).

Databehandlingen er stort set den samme, uanset om man arbejder med planter eller dyr, så her henvises til siderne 10 og 11.



## Databehandling

### Planter, model A

I kan vælge at bruge det forhånds-kodede excelark, der ligger på hjemmesiden <http://geobio.dk/?p=281>. Husk at vælge model A.

Bemærk, at hver gruppe skriver deres egne resultater ind, for derefter at lægge resultaterne fra samme lokalitet sammen.

Der er lavet faneblade til 8 lokaliteter, mens det sidste faneblad er til et fælles arts-akkumulerings-diagram.

Men I kan også vælge selv at lave udregningerne:

1. Gruppevis: Bestem det totale antal individer (1 hit = 1 individ), og omregn observationerne til procent

$$p(i) = \frac{\text{samlet antal individer af arten } i}{\text{det totale antal individer i hele prøvefeltet}}$$

2. Beregn Shannon-indekset (se beregningseksemplet og den teoretiske beregningsøvelse)
3. De to grupper, der har arbejdet på samme lokalitet, slår deres resultater sammen, så data nu dækker arterne fra begge kvadrater.
4. Omregn igen observationerne til procent og beregn Shannonindekset.
5. Hele klassen skal nu samle deres resultater. Lokaliteterne rangeres efter hvor mange arter, der er fundet i alt på stedet. Start med den, hvor der er fundet flest

Naturtype	Antal lokaliteter	Antal arter på lokaliteten	Antal arter akkumuleret
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		

6. Beregn det akkumulerede antal arter
7. Tegn en art-akkumuleringskurve: en (x,y)-graf, der viser det akkumulerede antal arter som funktion af antallet af optalte lokaliteter

## Planter, model B

I kan vælge at bruge det forhånds-kodede excelark, der ligger på hjemmesiden <http://geobio.dk/?p=281>. Husk at vælge model B.

De første 5 faneblade repræsenterer hver en lokalitet, mens det sidste faneblad er til et arts-akkumulerings-diagram.

Gruppernes resultater samles i én tabel pr. lokalitet

Men I kan også vælge selv at lave udregningerne:

1. Saml alle klassens resultater i ét fælles skema pr. lokalitet
2. For hver lokalitet:  
Bestem det totale antal individer (1 hit = 1 individ), og omregn observationerne til procent

$$p(i) = \frac{\text{samlet antal individer af arten } i}{\text{det totale antal individer i hele prøvefeltet}}$$

3. Beregn Shannon-indekset (se beregningseksemplet og den teoretiske beregningsøvelse)
4. Resultaterne fra alle lokaliteter skal nu samles. Lokaliteterne rangeres efter hvor mange arter, der er fundet i alt på stedet. Start med den, hvor der er fundet flest

Naturtype	Antal lokaliteter	Antal arter på lokaliteten	Antal arter akkumuleret
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

5. Beregn det akkumulerede antal arter
6. Tegn en art-akkumuleringskurve: en (x,y)-graf, der viser det akkumulerede antal arter som funktion af antallet af optalte lokaliteter

## Diskussion

- Hvor mange kvadrater blev undersøgt på hver lokalitet? Hvordan påvirker antallet af kvadrater resultaterne?
- Hvorfor er det vigtigt, at antallet af kvadrater, der undersøges, er det samme ved hver lokalitet?
- Hvad er der af fejlkilder i undersøgelsen?
- Sammenlign artdiversiteten i de forskellige områder. Kan I på baggrund af resultater og beskrivelse af områderne forklare, hvorfor artsdiversiteten er forskellig?
- Model A: Hvad skete der med artsdiversiteten, da de to datasæt fra samme lokalitet blev lagt sammen? Hvad kan denne viden bruges til?
- Hvis I har punkter nok på arts-akkumuleringskurven, prøv da at lave en regression, så I finder en forskrift for kurven. Hvad kan denne forskrift bruges til? Giv et beregningseksempel
- Biodiversitet handler som sagt ikke kun om arter, men også om mangfoldigheden af økosystemer. Brug arts-akkumulerings-kurven til at argumentere for økosystemernes plads i natur- og biodiversitetsdebatteerne.

