

# Biodiversitet Nu – Naturens udviklingsindeks

## Metodepapir

Af postdoc Jonas Geldmann og professor Carsten Rahbek

### 1. Baggrund

Det er dokumenteret både herhjemme (Fredshavn et al. 2019) og internationalt (IPBES 2019), at vi står midt i en biodiversitetskrisen. Arter forsvinder hurtigere end på noget andet tidspunkt i menneskets historie, og over 75% af verden bærer tydelige spor af menneskelige aktiviteter (IPBES 2019). Samtidig er der i den brede befolkning dårligt kendskab til biodiversitet og den krise naturen står i. Projekt 'Biodiversitet Nu', der er et samarbejde mellem Danmarks Naturfredningsforening, Københavns Universitet og Aarhus Universitet, finansieret af Aage V. Jensens Naturfond, handler om at øge kendskabet til biodiversitet og engagere mennesker i vores natur samtidig med at indsamle data om naturen, der kan supplere andre initiativer rettet mod at monitorere status og udviklingen i den danske naturs tilstand.

Projekt Biodiversitet Nu blev søsat i 2014 og har fra 2015 til 2020 indsamlet data på en række artsindikatorer og levesteder gennem en dedikeret smartphone APP, udviklet både til Android og Apple styresystemer. Her beskriver vi behandling og analyse af data for artsindikatordelen, som er blevet foretaget af Center for Makroøkologi, Evolution og Klima (CMEC), Globe Institute, Københavns Universitet.

### 2. Artsindikatorerne

Indekset baserer sig på 30 artsindikatorer på tværs af dyr, planter og svampe (Tabel 1). Disse er udvalgte efter fem kriterier: Hovedkriterier for udvælgelsen af disse er: 1) arterne skal være nemme at finde og identificere samt svære at forveksle med andre arter for almindelige danskere uden forudgående træning eller viden, 2) ændringer i arternes bestand og udbredelse skal være relateret til ændringer i naturens tilstand, 3) arterne skal tilsammen dække alle større habitattyper i Danmark, 4) arterne udbredelse og synlighed skal sikre at folk engagerer sig i projektet og fastholder deres interesse og 5) antallet af indikatorarter må ikke i sig selv give anledning til forvirring eller på anden måde mindske interessen for projektet for den almindelige dansker (Geldmann et al. 2014). Artsindikatorerne indeholder både enkelte arter (for eksempel vibe og fluesvamp) og grupper af arter (for eksempel guldsmede og blåfugle). Udvalget af de 30 indikatorer blev foretaget i løbet af 2014 gennem en række workshops med eksperter på tværs af de tre organismegrupper samt koordineret med projektets Styregruppe.

**Tabel 1.** Artsindikatorer

Egern	Flagermus	Hare	Pindsvin	Brune frøer
Firben	Hugorm	Salamandre	Snog	Blåfugle
Guldsmede	Køllesværmere	Vandnymfer	Spætter	Strandskade
Tårnfalk	Citronsommerfugl	Vibe	Engkabbeleje	Gul anemone
Gøgeurter	Liden klokke	Tjærenellike	Tormentil	Tørvemosser
Fyrsvampe	Kantareller	Rensdyrlav	Rød fluesvamp	Vokshatte

## 2.2. Uddybning af de frem kriterier

### 2.2.1. Identificerbarhed:

Da fokus i høj grad var på at inddrage og involvere almindelige borgere uden forudgående træning eller ekspertise inden for en eller flere organismegrupper har det helt overvejende kriterium for udvælgelsen af indikatorer været (1) hvor nem arten/artsgruppen er at identificere, (2) hvor svær arten/artsgruppen at forveksle med andre arter/artsgrupper og (3) hvor synlig er arten/artsgruppen – vil den blive fundet? I forbindelse med identifikation lagde vi vægt på følgende:

- Arten/artsgruppen skal være karismatisk og nem at genkende i den form den observeres i naturen (dvs. en fugl der oftest ses i flugt skal kunne bestemmes i flugt. En sommerfugl der sidder med sammenfoldede vinger skal kunne bestemmes i denne form osv.).
- Identifikation må ikke være baseret på særlige adfærdsformer eller situationer, som f.eks. kun ynglekolonier eller yngeladfærd.
- Så vidt muligt skal det undgås at arten/artsgruppen kun kan identificeres ved særlig indgribende eftersøgning, f.eks. under bark.
- Hvis særlige træk ved arten/artsgruppen er nødvendige for bestemmelse (blomst, imago osv.) skal disse former være til stede i en rimelig periode af året.
- Arten/artsgruppen skal kunne bestemmes uden brug af redskaber (lup, kikkert osv.).
- Hvis der er brug for en nøgle til identifikation, skal denne bestå af meget få trin (1-2), fokusere eksplicit på en meget lille gruppe af mulige forvekslingsmuligheder og kunne gennemføres i APP'en.

I forbindelse med forvekslingsgraden skal arten/artsgruppen 1) enten ikke have nogen umiddelbare forvekslingsmuligheder (vurderet i forhold indsamlerens evner), 2) forvekslingsmulighederne skal være så sjældne at observationer af disse kan behandles som "støj" i data eller 3) forvekslingsmulighederne skal økologisk og som indikatorer opfører sig på samme måde, så at de forskellige arter kan opfattes som én samlet indikator.

### 2.2.2. Indikatorværdi

Det er vigtigt at gøre sig klart, at de bedste indikatorarter for eksempelvis høj biodiversitet eller store naturværdier oftest vil være arter der er så svære at identificere at de ikke er mulige at bruge. Samtidig er det vigtigt at fastslå, at målsætningen med projektet skal stemme overens med arten/artsgruppens indikator-egenskab. I dette tilfælde er *formålet med projektet at observere eventuelle ændringer i natur-tilstanden over tid*. Vi har derfor ikke udvalgt indikatorer der nødvendigvis er korreleret til artsrigdom eller den bedste naturtilstand, men mere indikatorer der kan måle ændringer i naturens tilstand i forhold til et referencepunkt (godt eller mindre godt). I forbindelse med dette blev følgende vurderet:

- Arten/artsgruppen må ikke udelukkende kunne observeres i få habitattyper.
- En fremgang for arten/artsgruppen skal indikere en fremgang i naturtilstanden.
- Arten/artsgruppen må ikke være særligt følsom overfor variationer i observationsfrekvens over året som følge af faktorer relateret til livscyklus.
- Arten/artsgruppen må ikke være særligt følsom overfor variationer i observationsfrekvens over året afstedkommet af stokastiske begivenheder eller andre årlige hændelser.
- Arten/artsgruppen må ikke have længerevarende biologisk fluktuation i forhold til kendte sygdomme, klimaforandringer eller fødetilgængelighed.

### 2.2.3. Geografisk repræsentation,

Nogle arter vil være til stede i hele landet, så længe de nødvendige biotiske og abiotiske forhold også er til stede, mens andre arter, kun findes på få, ofte allerede kortlagte, lokaliteter. I valg af indikatorer lægges der vægt på den størst mulige geografiske dækning inden for Danmark. Dog vil det i nogen tilfælde være acceptabelt og ligefrem nødvendigt at bruge arter/artsgrupper der ikke er til stede i hele landet, så længe arternes udbredelse stadig er relativt stor (så som: istidslinien, øerne, Syddanmark, Norddanmark osv.).

### 2.2.4. Forvaltningsrelevans

Nogle arter er særligt følsomme overfor bestemte menneskelige negative påvirkninger (pressures), eller være underlagt specifikke forvaltningsmæssige rammer (responses). Begge faktorer har indgået i valget af indikatorer.

### 2.2.5. Taksonomi og fænologi

Denne faktor indgik særligt i den overordnede betragtning af den samlede liste af indikatorer, hvor det blev efterstræbt at have en bred taksonomisk dækning. Ud over taksonomisk bredde blev følgende brugt i forhold til valget af de 30 indikatorer samlet set:

- Indikatorerne skal tilsammen give et bredt udvalg i alle dele af landet.
- Indikatorerne skal tilsammen give et bredt udvalg over det meste af foråret og sommeren "feltsæsonen".
- Indikatorerne skal sikre at folk til en hver tid og et hvert sted kan få nemme succesoplevelser.
- Indikatorerne skal dække alle større habitattyper, så der altid vil være relevante indikatorarter at observere, hvor end man er.
- Den samlede liste af indikatorer må ikke være længere end at indsamleren aldrig må præsenteres for valg mellem arter der ligner hinanden for meget.

## 3. Metode

### 3.1. Kvalitetskontrol af observationer

Alle observationer der ikke faldt inden for den terrestriske del af Danmark er blevet fjernet. Dette blev gjort i ArcGIS 10.5 ved at bruge et kort over alle danske regioner. Ligeledes blev alle observationer fra 1) den samme bruger, 2) på den samme dag, 3) i den samme kommune og 4) for den samme indikator reduceret til én for at undgå eventuelle dobbeltregistreringer af den samme 'begivenhed'. Endelig blev alle observationer afgivet uden for et fastlagt 'observationsvindue', defineret for den enkelte indikator, fjernet. Dog blev 14 dage før og efter lagt til, så observationer der blev registeret inden for vinduet +/- 14 dage blev bibeholdt i datasættet. Observationsvinduet blev defineret i forbindelse med udarbejdelsen af indikatorlisten i samarbejde med eksperter på området.

### 3.2. Test af datastruktur

Analysemetodens validitet baserer sig på at en række antagelser der handler om hvorvidt observationer er sammenlignelige i både tid og rum. For at undersøge om disse antagelser blev overholdt blev en række systematiske undersøgelser af data foretaget inden analyserne. I forhold til den rummelige struktur i data tjekkede vi om der var statistisk signifikante ændringer i proportionen af den samlede mængde data imellem de forskellige regioner og fandt at dette ikke var tilfældet (Tabel 2). Ligeledes undersøgte vi om der skete ændringer i den proportion af observationer der faldt

inden for forskellige landskabstyper og fandt ej heller her en forskel (Tabel 3). Dette viser at det ikke er et ændret "indsamlingsbillede", hvor en del af landet hovedsageligt er blevet undersøgt i ét år og enden del i et andet år der driver de observerede mønstre.

Vi kikkede også på om deltagernes "erfaring" (målt som antal år folk deltog med observationer) ændrede sig over tid og fandt ikke nogen ændringer der kunne påvirke den sikkerhed med hvilken observationer blev registreret mellem de forskellige år.

**Tabel 2.** Ranking i observationer fordelt på regioner over tid.

Region	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hovedstaden	5	4	5	3	4	5
Midtjylland	2	5	4	4	5	4
Nordjylland	1	1	2	1	1	1
Sjælland	3	3	1	5	3	3
Syddanmark	4	2	3	2	2	2

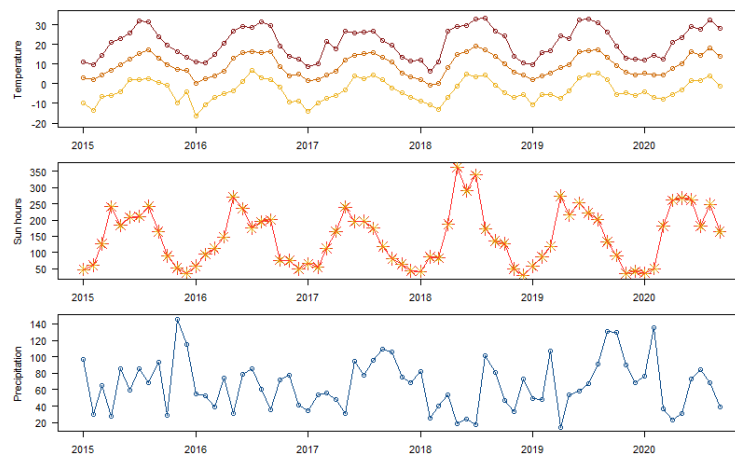
Tabellen viser, at der ikke er sket nogle systematiske skift i hvilke regioner, hvor folk har registreret i over tid. Dette er vigtigt i forhold til at undersøge om det er folks skiftende adfærd eller ændringer i sandsynligheden i at observerer en indikator der ligger til grund for de observerede ændringer. Tallene repræsenterer ranks, hvor den lavest værdi er den regioner der fik færrest observationer i et bestemt år og den højeste værdi den region der fik flest.

**Tabel 3.** Ranking i observationer fordelt på landskabstype over tid.

Landskabstyper	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ikke klassificeret	7	6	6	5	5	5
By & bynær	11	11	11	10	10	10
Militær område	1	1	2	2	2	2
Skov	10	10	9	11	11	11
Vand	6	5	7	7	6	6
Sten	2	2	1	1	1	1
Mose & højmoser	3	3	3	3	3	3
Kyst	4	7	4	4	4	4
Landbrug	9	9	10	9	9	9
Lysåben natur tør	8	8	8	8	8	8
Lysåben natur våd	5	4	5	6	7	7

Tabellen viser, at der ikke er sket nogle systematiske skift i hvilke landskabstyper, hvor folk har registreret i over tid. Dette er vigtigt i forhold til at undersøge om det er folks skiftende adfærd eller ændringer i sandsynligheden i at observerer en indikator der ligger til grund for de observerede ændringer. Tallene repræsenterer ranks, hvor den lavest værdi er den landskabstype der fik færrest observationer i et bestemt år og den højeste værdi den landskabstype der fik flest.

Ligeledes blev sammenhængen mellem antallet af observationer og henholdsvis 1) temperatur, 2) solskinstimer og 3) nedbør undersøgt (Figur 1) ved brug af ren General-linær model.



**Figur 1.** Oversigt over temperatur (top), solskinstimer (midten) og nedbør (bund) på månedsbasis for projektperioden.

En sammenhæng blev observeret for temperatur (estimate = 342;  $t$ -value = 3,02;  $p$  = 0,004) og solskinstimer (estimate = 43,5;  $t$ -value = 7,41;  $p$  < 0,001) og nedbør (estimate = -46,1;  $t$ -value = -2,20;  $p$  = 0,032) på månedsbasis hvilket viser at de forventelige mønstre i forhold til at der registreres flere indikatorer i varme måneder og ved solskin og færre i våde og kolde måneder. Det afgørende er dog at der ikke er nogen sammenhæng når data deles op i enkelte år, hvilket hverken var tilfældet for temperatur (estimate = -5197;  $t$ -value = -0,30;  $p$  = 0,780) og solskinstimer (estimate = 7,16;  $t$ -value = 0,01;  $p$  = 0,990) og nedbør (estimate = -1579;  $t$ -value = -2,10;  $p$  = 0,103). Vi kunne altså ikke finde nogen sammenhæng mellem om der havde været "gode" eller "dårlige" år, vejrmæssigt og antallet af registreringer.

### 3.3. Beregning af Naturens udviklingsindeks

Data var fra starten indsamlet for at beskrive ændringer i tilstanden og ikke selve tilstanden. Dvs. data kan ikke bruges til at identificere områder med høj eller lav naturværdi, men til at sige noget om, i hvilken retning naturtilstanden bevæger sig. Det betyder også, at naturtilstanden i startåret (år 1), hvis data opdeles i underkategorier, ikke vil være den samme for de enkelte kategorier, hvilket kan have betydning for, hvordan ændringerne kan sammenlignes.

Beregningen af indekset baserer sig på at beregne om andelen af observationer indenfor en enkelt indikator ændrer sig over tid i forhold til det samlede antal observation for alle indikatorer. Dette er på den ene side en forholdsvis enkelt metode, men er ideel til denne type data, da den ikke er afhængig af at indsamlingsmetoden er standardiseret eller at der indsamles det samme antal observationer hvert år.

Da det samlede antal af registreringer for de enkelte artsindikatorer ikke var de samme, var første skridt at standardisere de enkelte indikatorer så år 1 (2015) fik indekssværdi = 100 uafhængigt om en konkret indikator havde opnået 1.500 eller 15.000 observation i et givent år (ligning 1):

$$index_{itx} = \frac{index_{itx}}{index_{it1}} \cdot 100 \quad \text{Ligning 1}$$

Hvor  $i$  angiver en af indikatorerne mellem 1 og 30 og  $tx$  angiver et år mellem år 2015 og år 2020 og hvor  $t1$  angiver år 1 = 2015. Dette gav mulighed for at beregne et samlet indeks på tværs af de enkelte artsindikatorer, hvor hver enkelt artsindikator vægtes lige (ligning 2):

$$artindex_{tx} = \frac{\sum_{i=1}^n index_{i_{tx}}}{\sum_{i=1}^n (index_{[1\ to\ 30]_{tx}} - index_{i_{tx}})} \quad \text{Ligning 2}$$

Hvor  $artindex$  beskriver det samlede indeks på tværs af de enkelte indikatorer ( $i$ ) i et enkelt år  $tx$  som den proportion observationerne for indikator  $i$  udgør af det samlede antal observationer minus observationerne for indikator  $i$ .

Konfidensintervallet (sikkerheden) omkring det enkelte år blev efterfølgende beregnet som standardfejlen (Standard error – S.E.) baseret på de enkelte indikatorer (ligning 3):

$$S.E._{tx} = \frac{\sigma_{tx}}{\sqrt[3]{n}} \quad \text{Ligning 3}$$

Hvor  $tx$  angiver det enkelte år fra 2015 til 2020 og  $\sigma$  angiver standardafvigelsen (Standard deviation – S.D.) og  $n$  angiver antallet af indikatorer.

Baseret på en gennemgående litteratursøgning af mængden af data nødvendigt for at beregne pålidelige indekser (Geldmann et al. 2014) blev der ikke beregnet et  $index$   $i$  (ligning 1) for indikatorer med færre end 1.500 observationer per år. Dog indgår data fra disse indikatorer stadig i nævneren i ligning 2 og data bruges dermed stadig i beregningen af indekset. Inklusionen af data der ikke bruges til at beregne artsindekset (ligning 2) men stadig indgår i beregningen giver ekstra styrke til indekset.

### 3.4. Validering

De enkelte indikatorers blev valideret ved at se på hvilket naturtyper observationerne hovedsageligt faldt i. Ved at gøre dette kunne vi vise at de enkelte arter faldt inden for naturtyper der var forventelige i forhold til de levesteder arterne er tilknyttet. For at vurdere dette, beregnede vi for hver af de 30 indikatorer residualerne fra den overordnede fordeling af observationer. Dette giver et billede af, om de enkelte indikatorer er over- eller underrepræsenterede i naturtyper hvor det må forventes at de er mere eller mindre almindelige. For alle indikatorer fandt vi mønstre der korresponderede med forventningerne (figur 6a-ae). For eksempel faldt fyrsvampe (figur 6h) helt overvejende i skove, mens blåfugle (figur 6a) faldt helt overvejende i lysåbne naturområder og Egern (figur 6d) i byer og bynær natur. Dette giver os sikkerhed i at registreringerne foretaget af folk har den nødvendige troværdighed. Derudover viser sammenligningen mellem resultaterne for naturtyper, bioscore og den beskyttede natur nogle ensartede resultater der peger på at de underliggende mønstre er robuste.

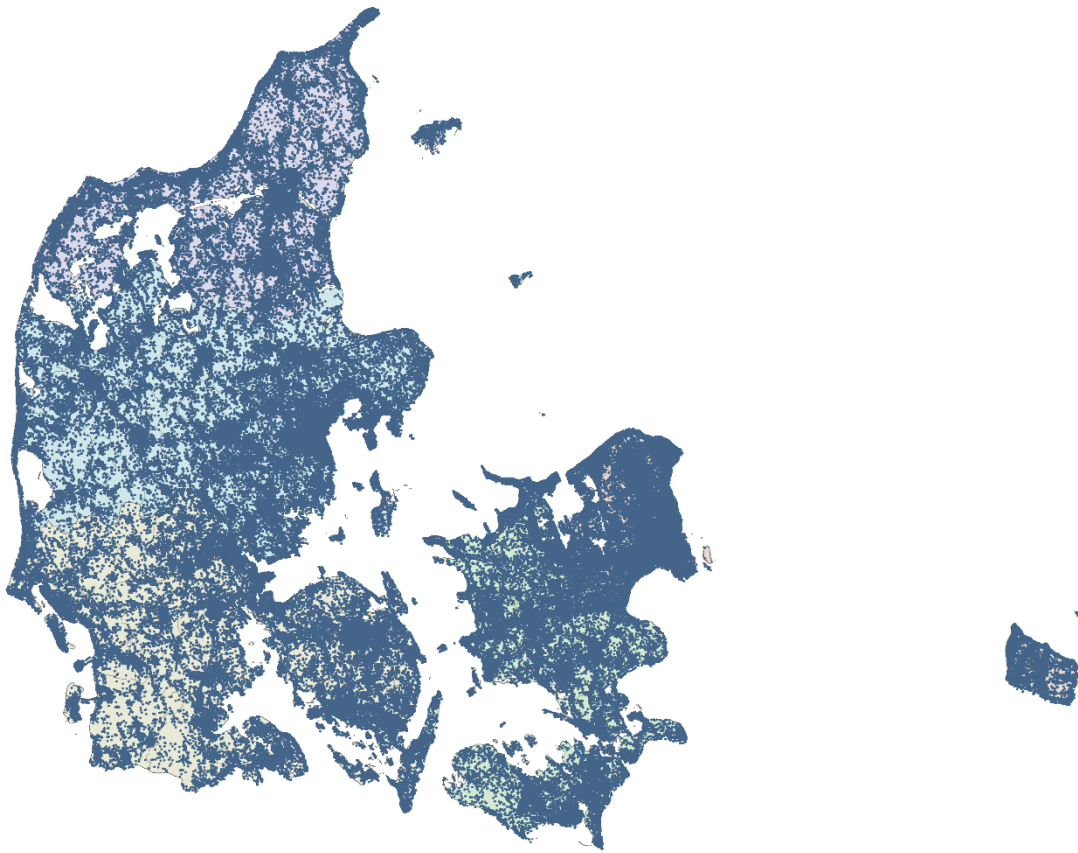
## 4. Resultater

### 4.1. Oversigt over observationer og deltagelse

Mellem 20. maj 2015 og 1. oktober 2020 er der indkommet 531.748 observationer fordelt på artsindikatorerne. Efter at observationer der ikke levede op til inklusionskriterierne, var fjernet var der 525.224 observationer, der indgik i analyserne. I perioden har 20.309 brugere leveret artsindikator-

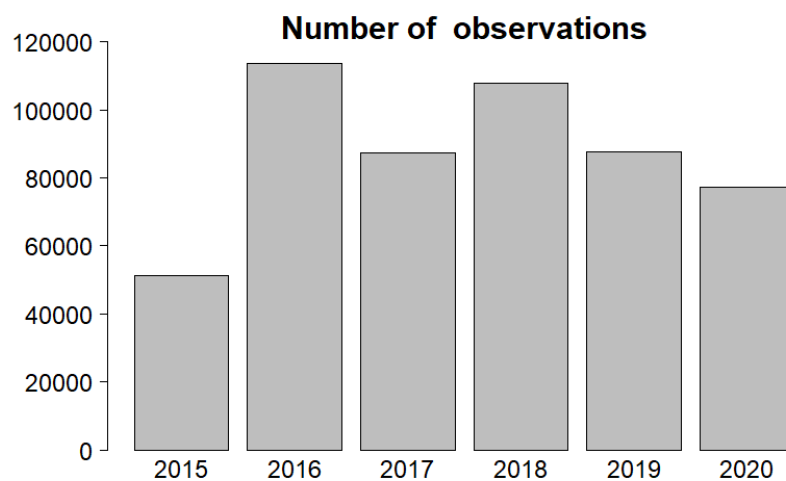


observationer til projektet (Figur 2) med en median på fire observationer per bruger over de seks år.



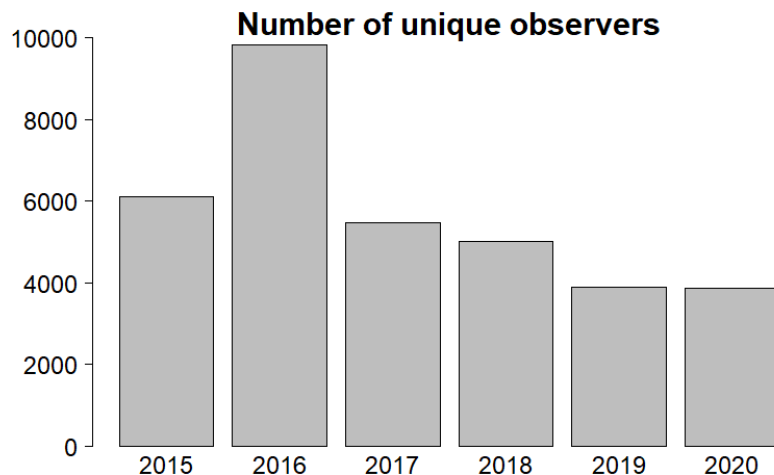
**Figur 1.** Fordeling af artsindikatorobservationer efter kvalitetskontrol.

År 2 (2016) leverede det største antal observationer, mens år 1 (2015) oplevede det laveste antal observationer (Figur 3).



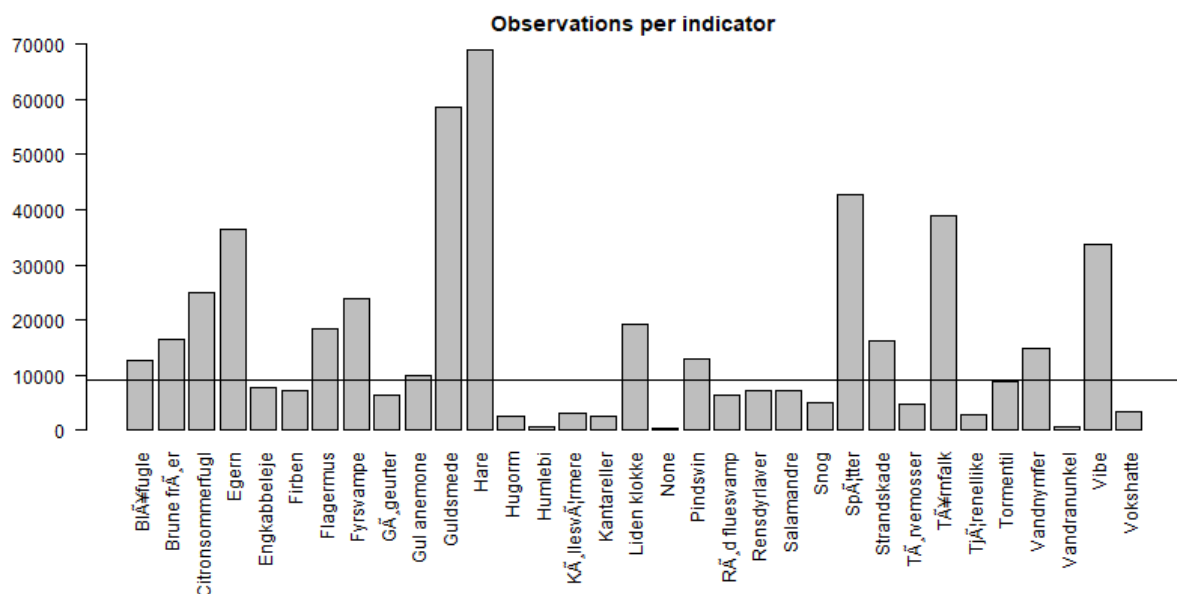
**Figur 3.** Antal observationer inkluderet i analysen over de seks år.

Over hele projektets løbetid indrapporterede 20.306 personer artsobservationer (Figur 4).



**Figur 4.** Antal deltagere der har indrapporteret observationer brugt i analyserne.

Seksten af de 30 indikatorer havde mere end 1.500 observationer per år og blev brugt til at udregne det endelige udviklingsindeks (Figur 5). De resterende 14 artsindikatorer indgår dog stadig i beregningen af proportionen af observationer for de inkluderede 16.



**Figur 5.** Samlede antal observationer for de enkelte artsindikatorer over de seks år. Den vandrette linje angiver 9,000 observationer der blev brugt som 'threshold' for inklusion.

#### 4.2. Inddeling af data

Der blev beregnet et samlet artsindeks for Danmark. Derudover blev data opdelt efter de fem regioner, samt efter landskabstype, naturværdi og efter om de lå indenfor eller udenfor Natura 2000 og §3 områder. Til inddeling efter landskabstyper blev brugt et 10x10 m kort over hele Danmark udviklet af Aarhus Universitet og GEUS (Levin et al. 2012; Jepsen & Levin 2013). Til inddeling efter naturværdi blev brugt et 10x10 m bioscore kort udviklet af Aarhus universitet (Ejrnæs et al. 2012; Ejrnæs et al. 2018). For bioscore blev alle celler inddelt i 'lav' (0-3) beskrevet som områder, der som hovedregel vil være mindre interessante i naturforvaltningsøjemed, 'mellem' (4-7) beskrevet som områder der kunne være potentielt interessante og måske værd at undersøge nærmere eller udvikle



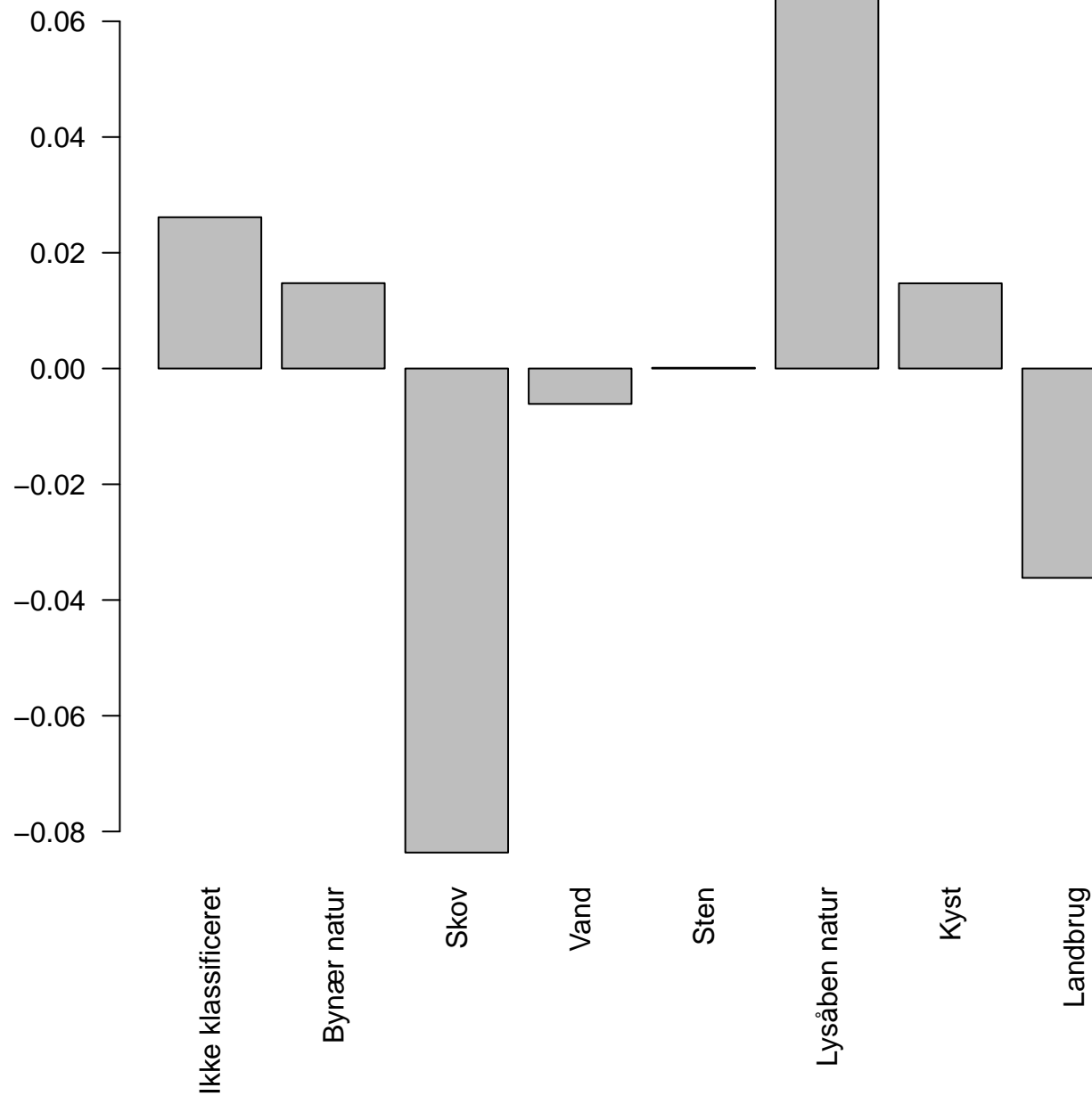
naturen samt 'høj' (8-20) beskrevet som områder der sandsynligvis har væsentlige naturværdier eller potentialer og områder, hvor der må formodes at være uerstattelige levesteder for rødlistede arter.

## 5. Referencer

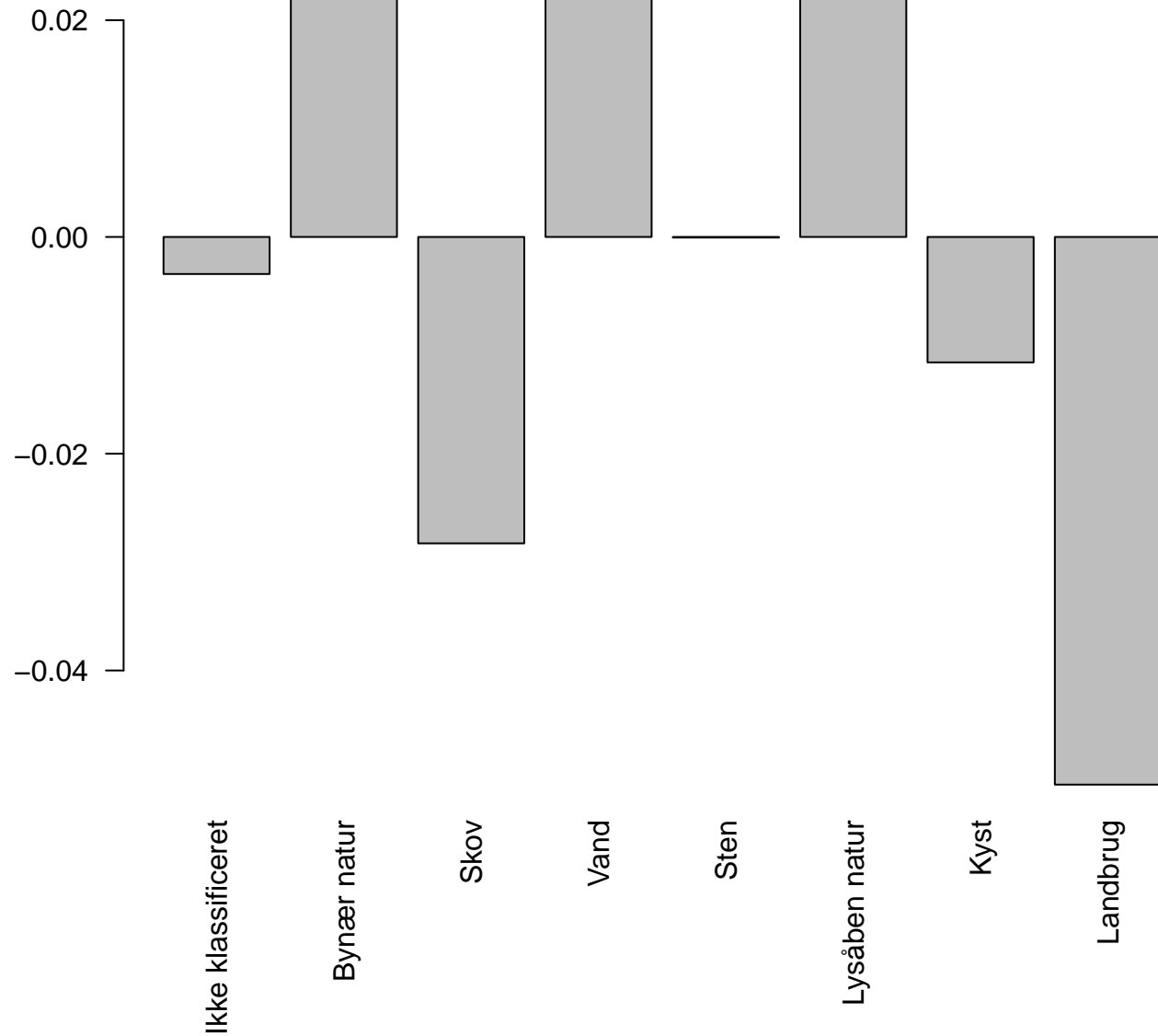
- Ejrnæs R, Bladt J, Moeslund J, Brunbjerg AK, Groom GB. 2018. Biodiversitetskortets bioscore. Aarhus, Denmark.
- Ejrnæs R, Skov F, Bladt J, Fredshavn J, Nygaard B. 2012. Udvikling af en High Nature Value (HNV) indikator Aarhus Universitet DNCfMoE, Aarhus, Denmark.
- Fredshavn J, et al. 2019. Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Energi NCfMo, Aarhus, Denmark.
- Geldmann J, Rahbek C, Tøttrup AP. 2014. Baggrundsnotat for indikator- og metodevalg. Brief. Center for Macroecology EaC, Copenhagen, Denmark.
- IPBES. 2019. The IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES, Bonn, Germany.
- Jepsen MR, Levin G. 2013. Semantically based reclassification of Danish land-use and land-cover information. *International Journal of Geographical Information Science* **27**:2375-2390.
- Levin G, Jepsen MR, Blemmer M. 2012. Basemap Technical documentation of a model for elaboration of a land-use and land-cover map for Denmark. Aarhus, Denmark.

Figur 6a-ae fremgår af de næste 33 sider, ordnet efter indikatornavnet fra Blåfugl (figur 6a, side 10) til vokshatte figur 6ae, side 42). Hver figur viser afvigelserne, i andelen af observationer, for den enkelte indikator fra det overordnede mønster. Positive værdier viser dermed at indikatorer observeres oftere i den landskabstype end gennemsnittet.

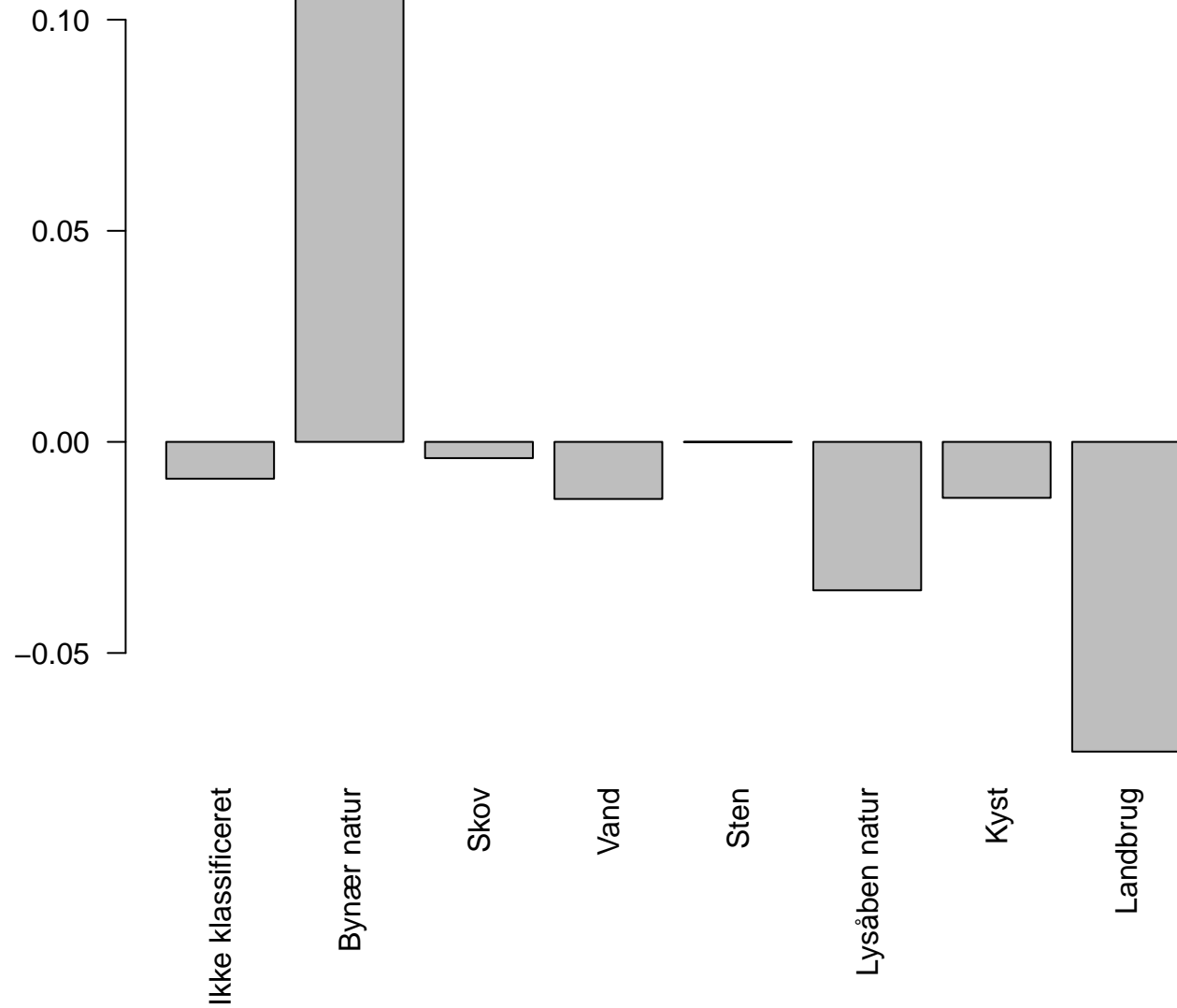
# BIA#fugle



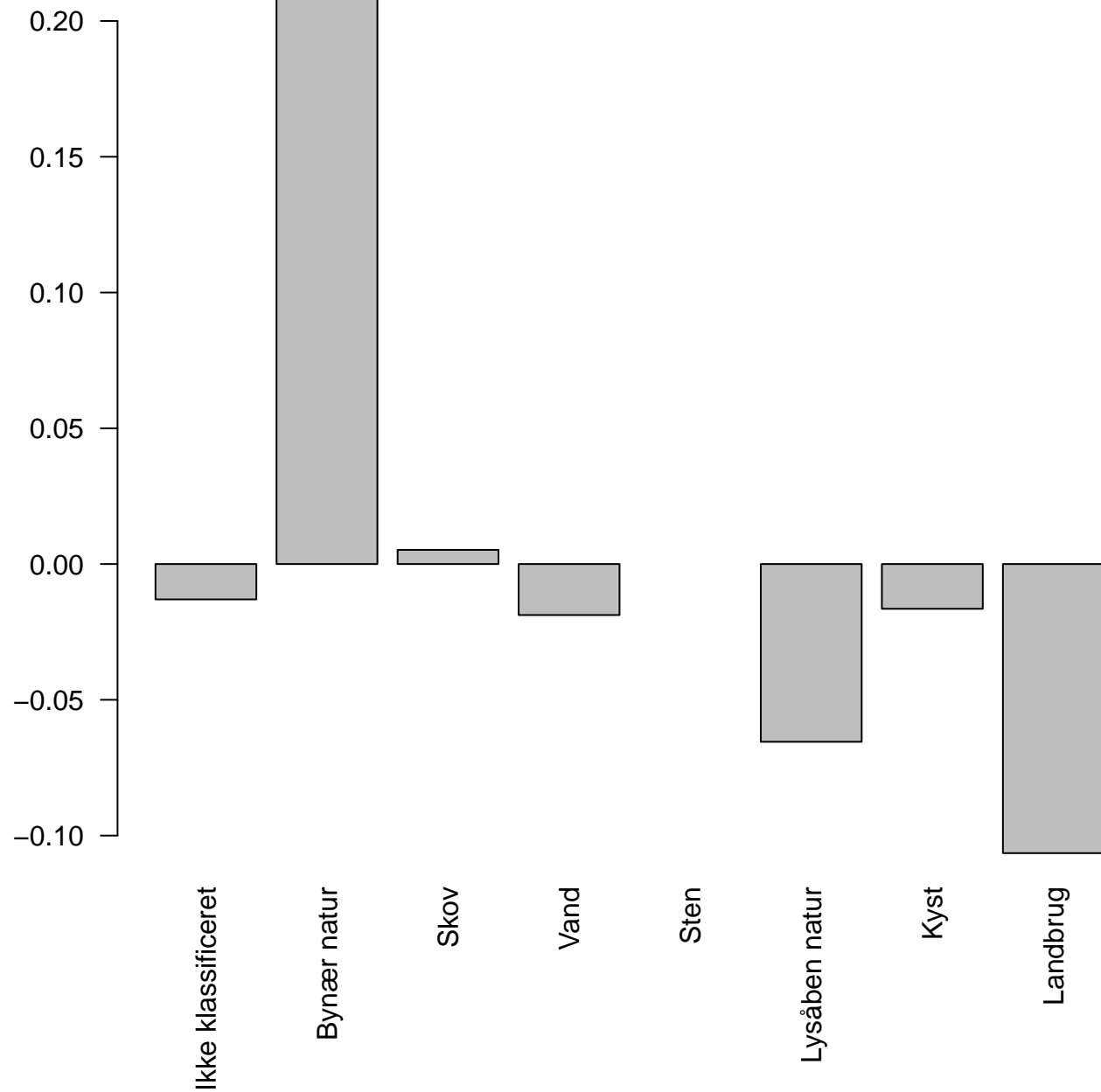
# Brune fra A<sub>5</sub>er



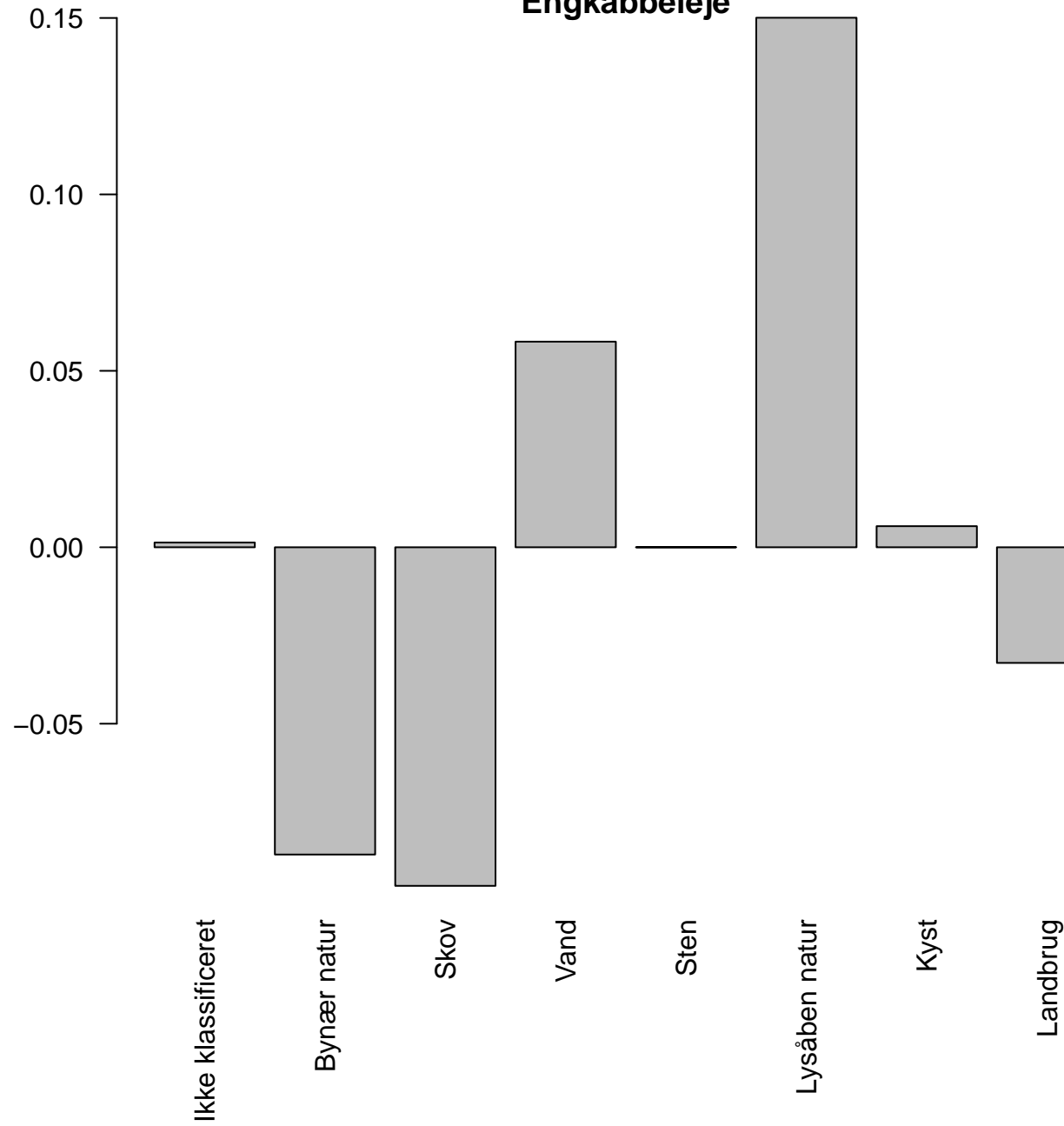
# Citronsommerfugl



# Egern

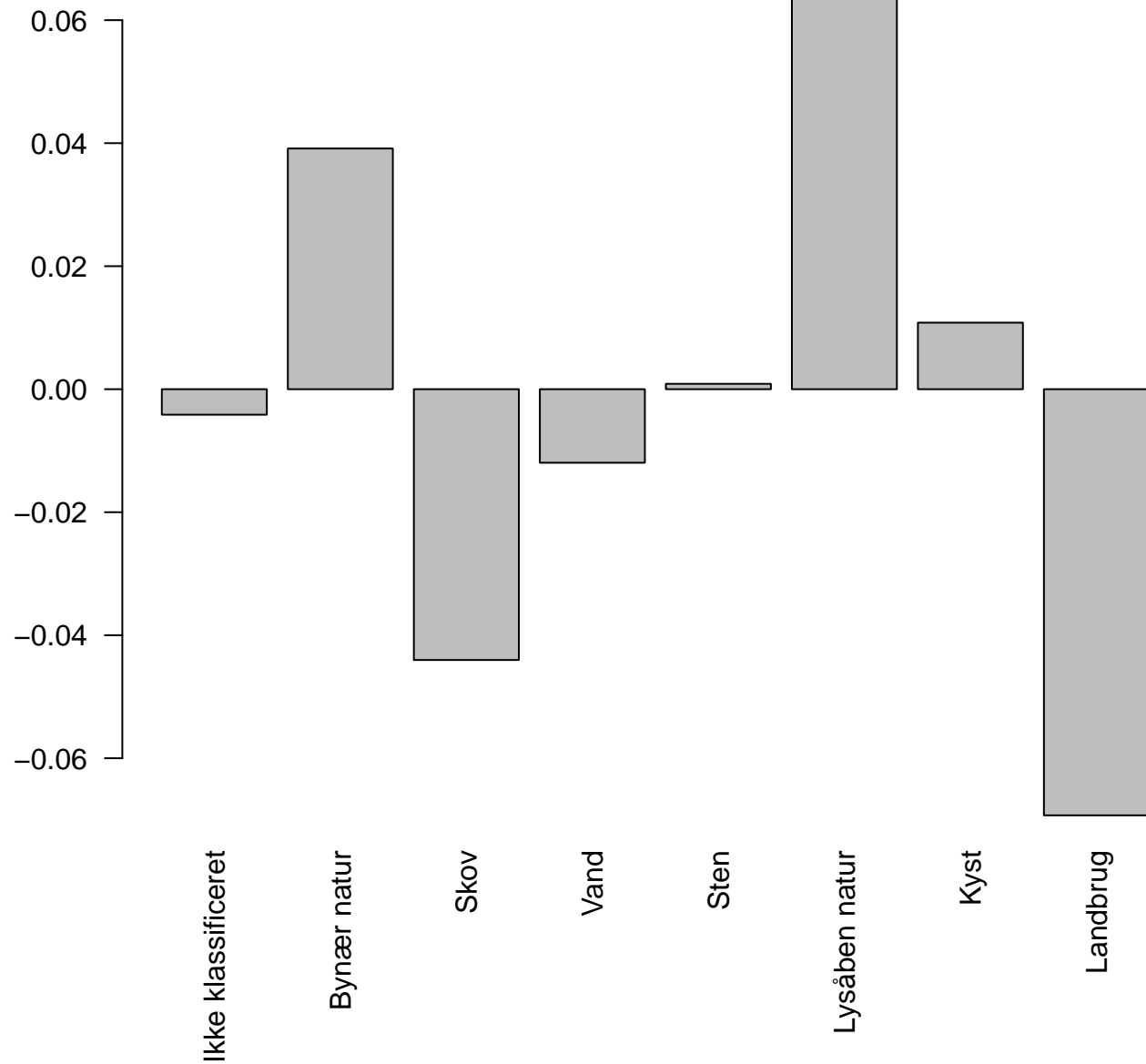


# Engkabbeleje

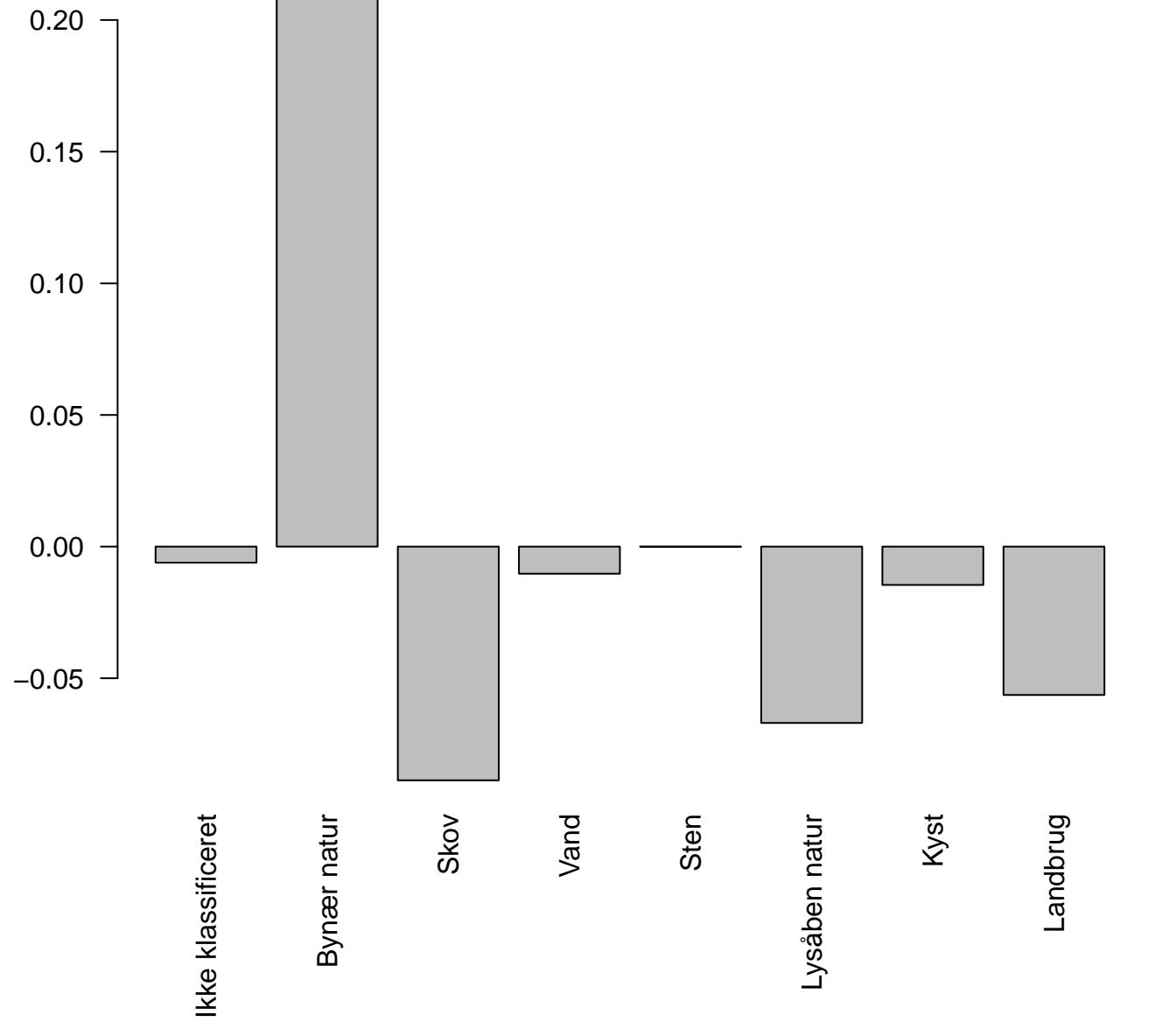




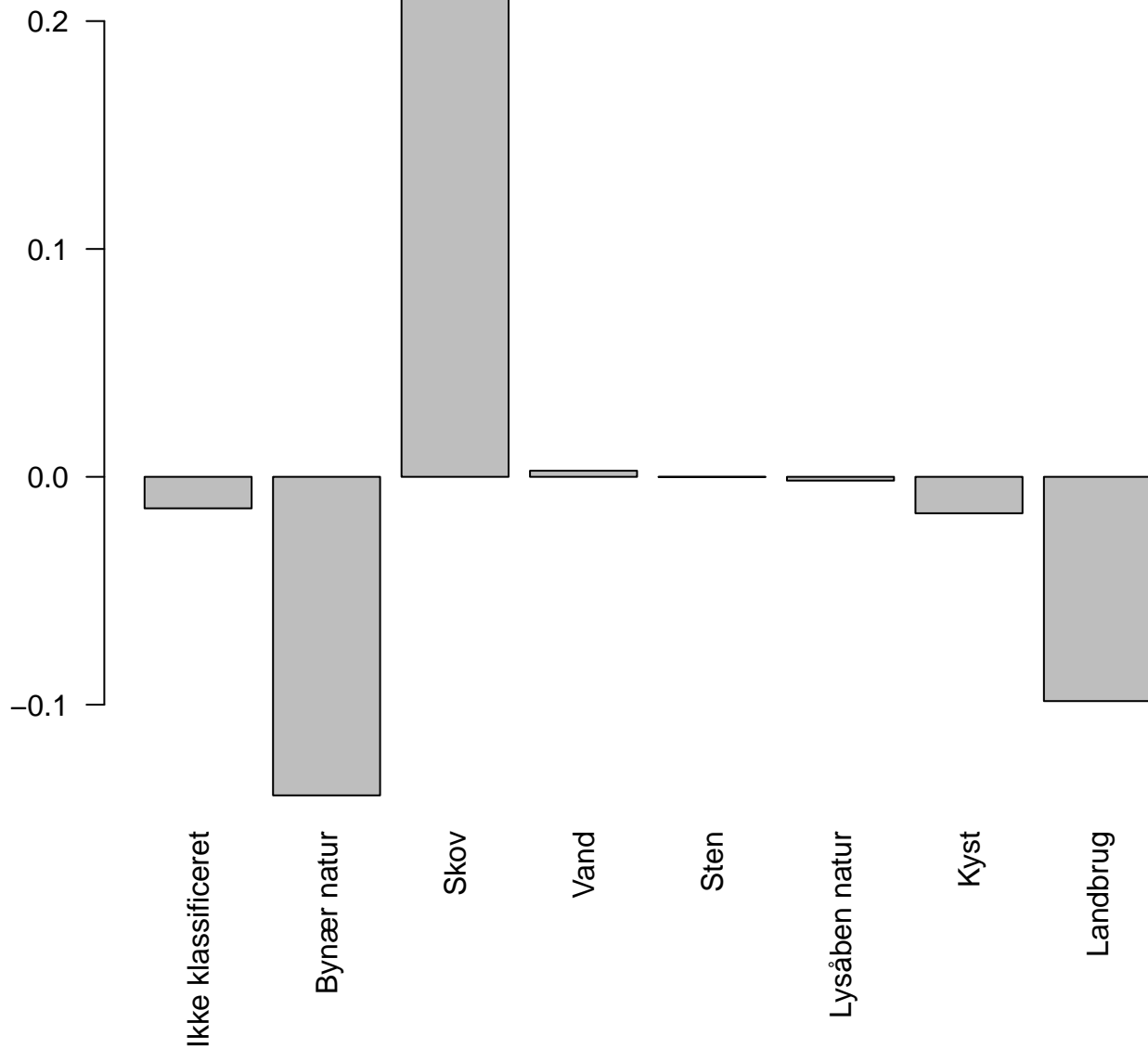
# Firben



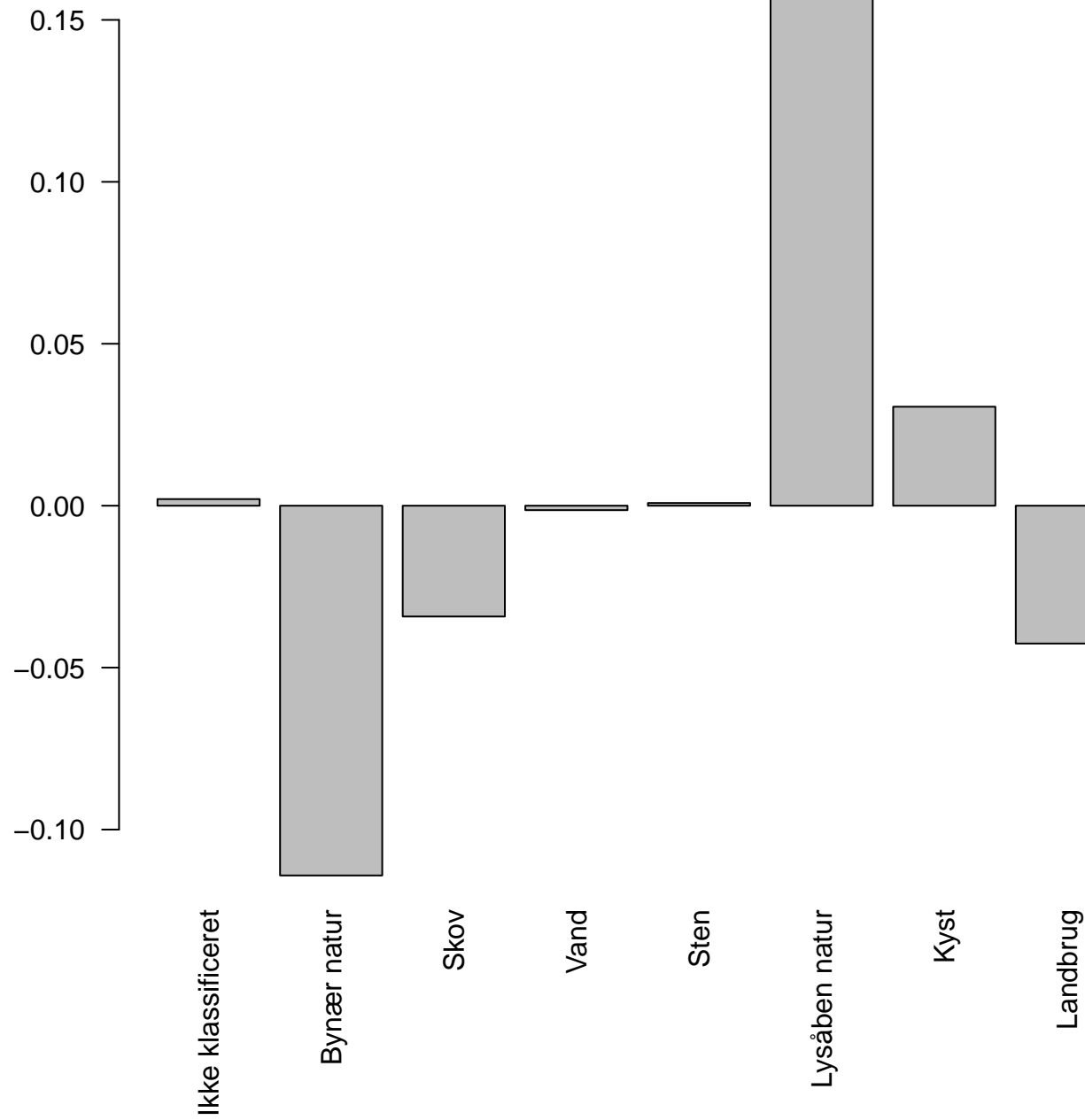
# Flagermus



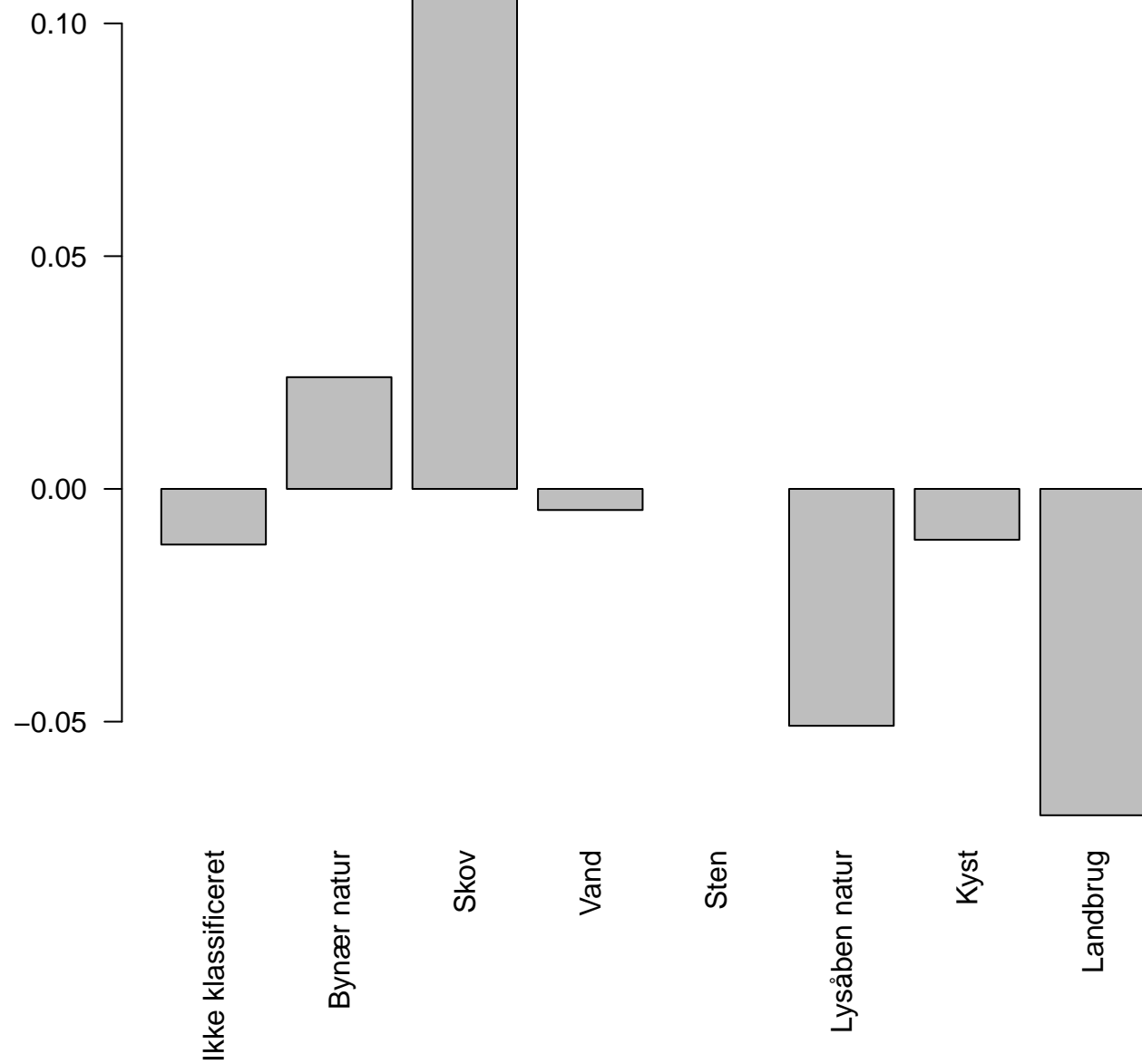
# Fyrsvampe



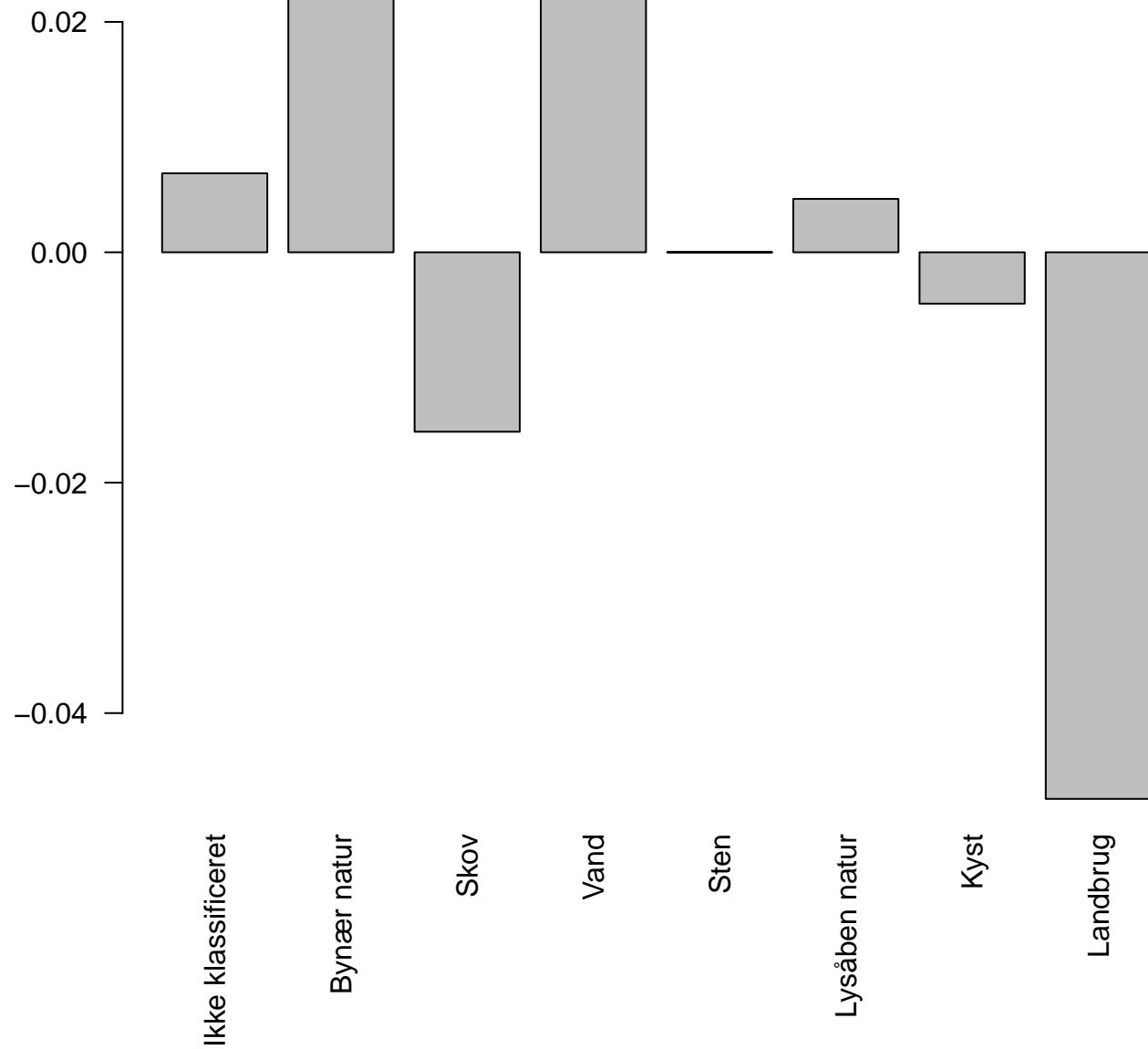
# GA\_geurter



## Gul anemone

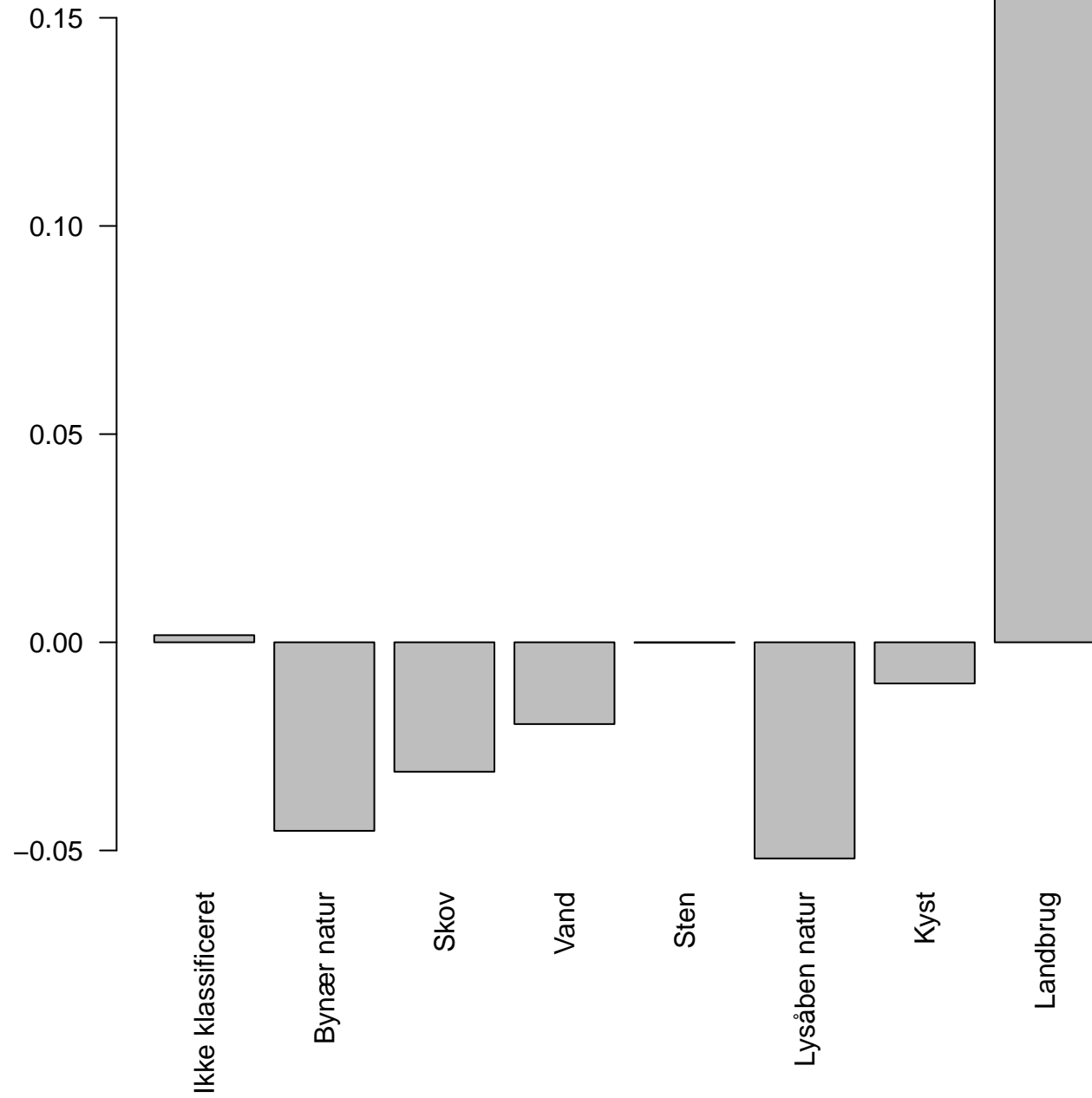


## Guldsmede

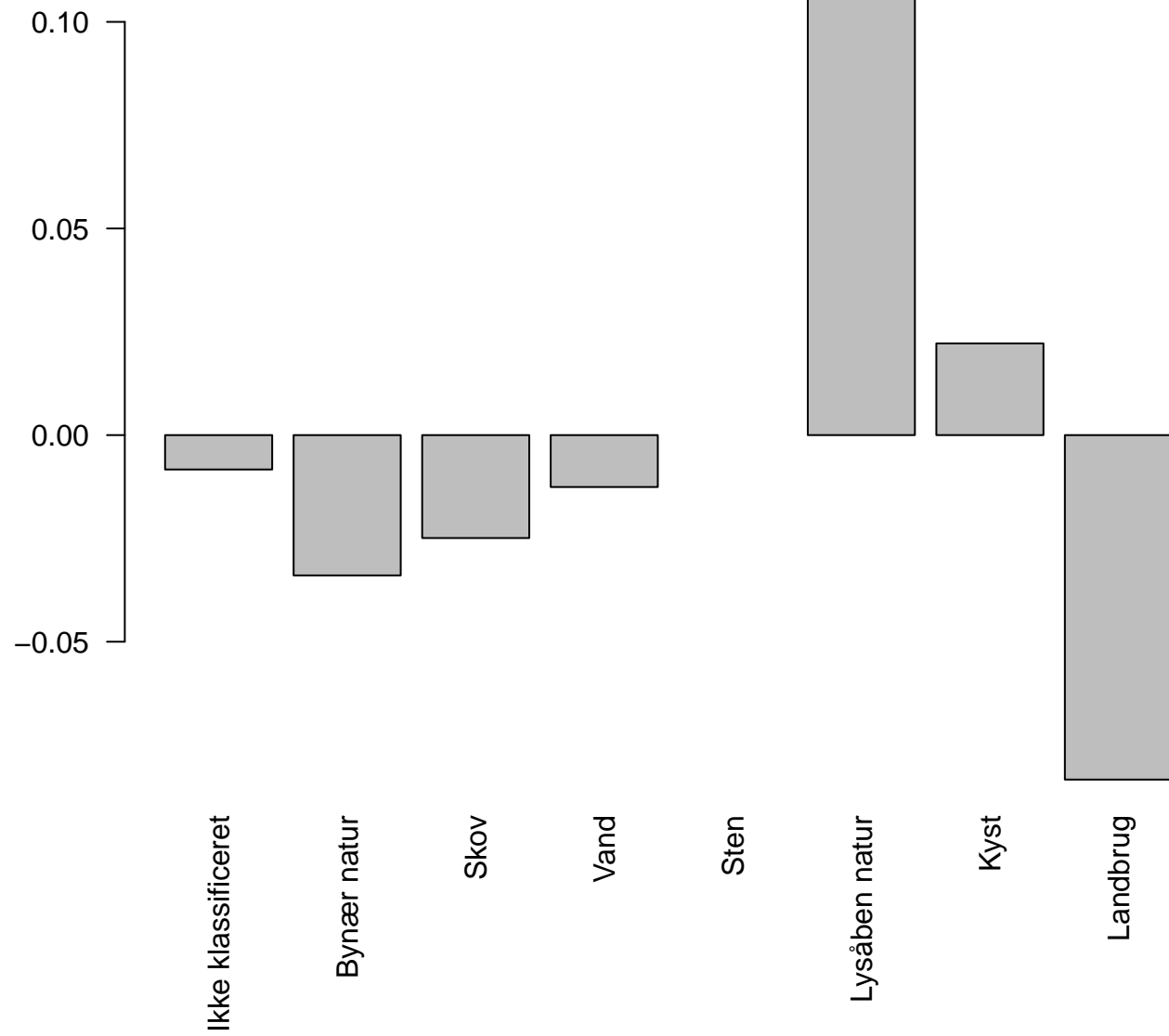




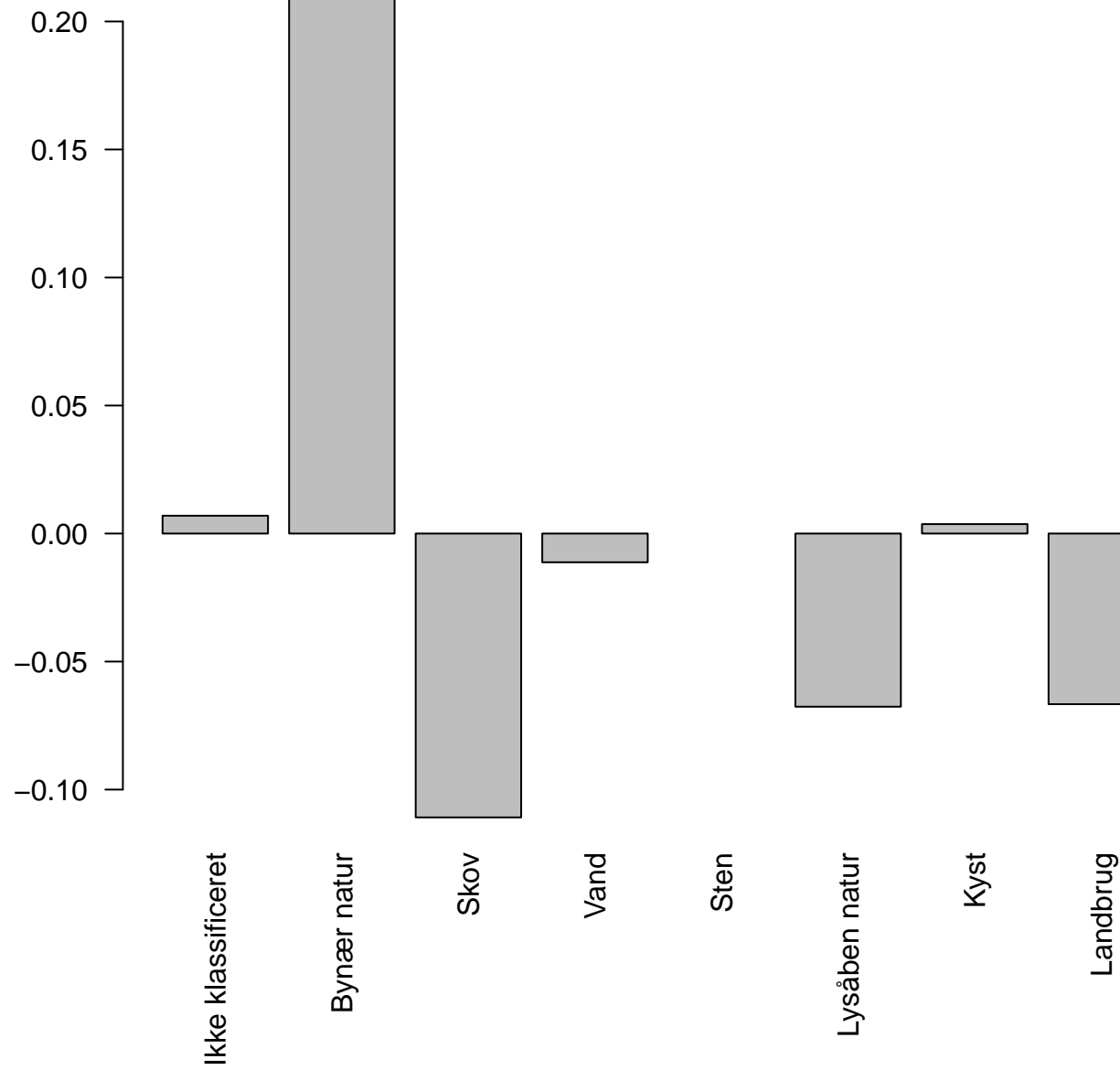
# Hare



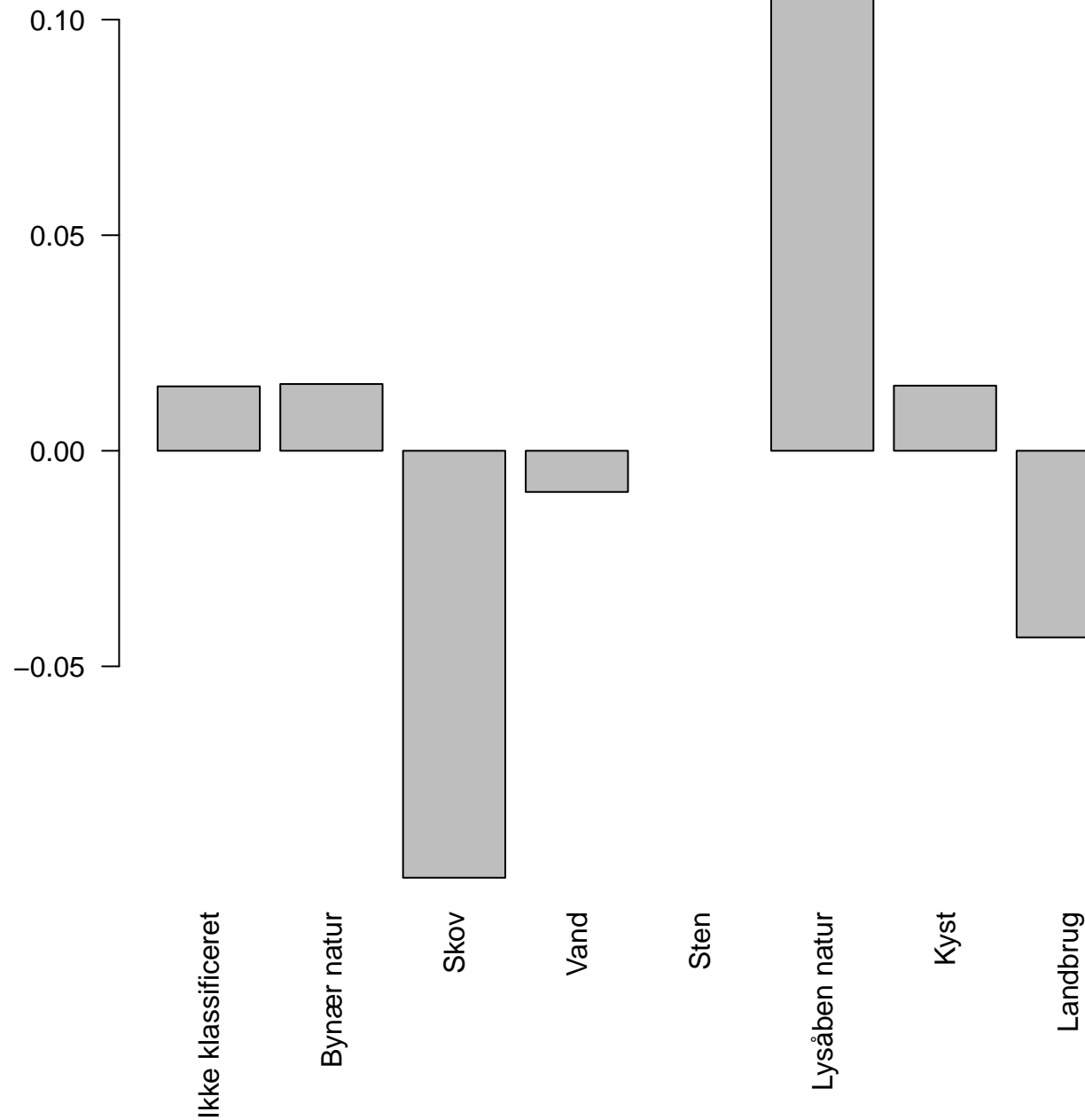
# Hugorm



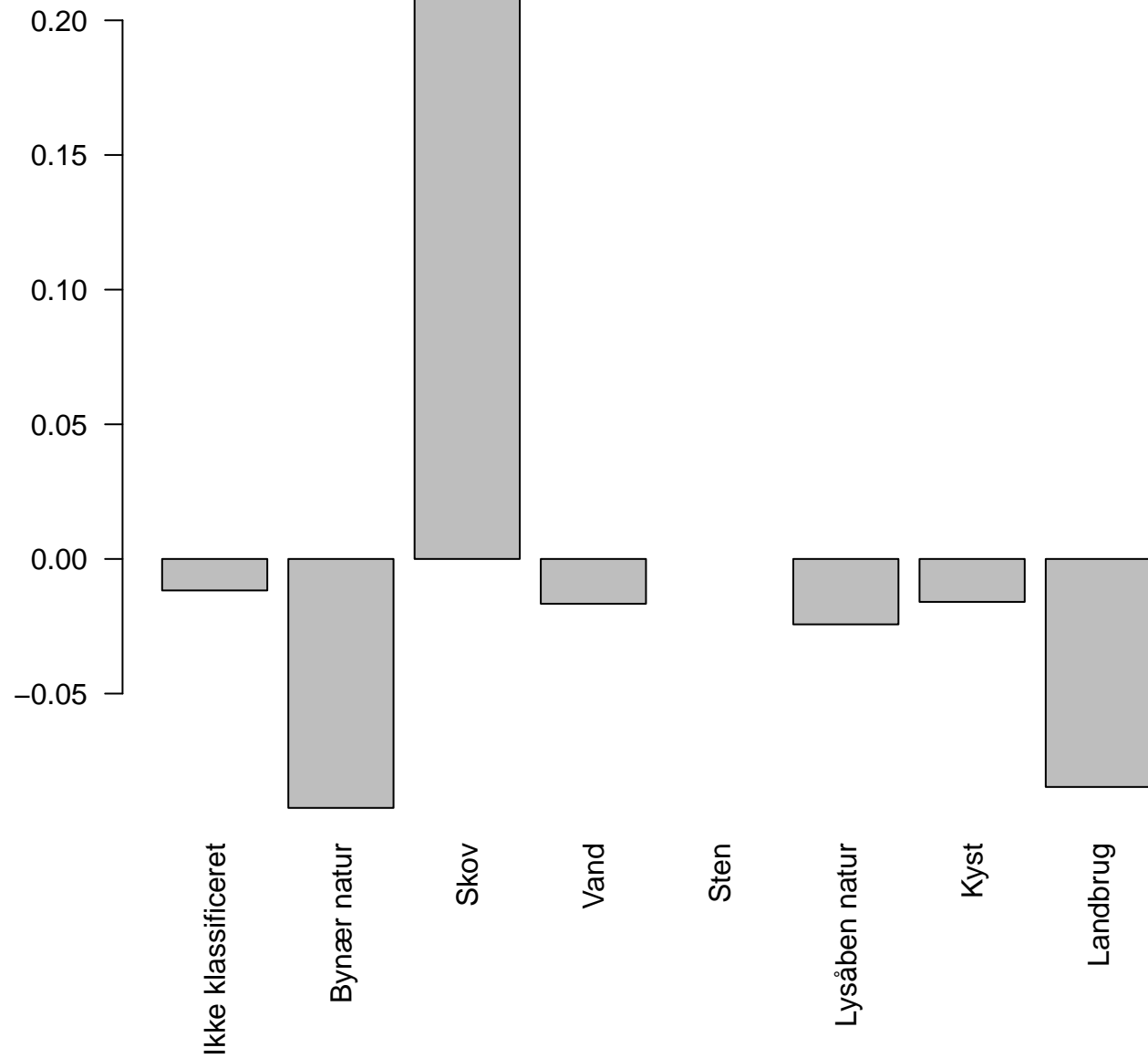
# Humblebi



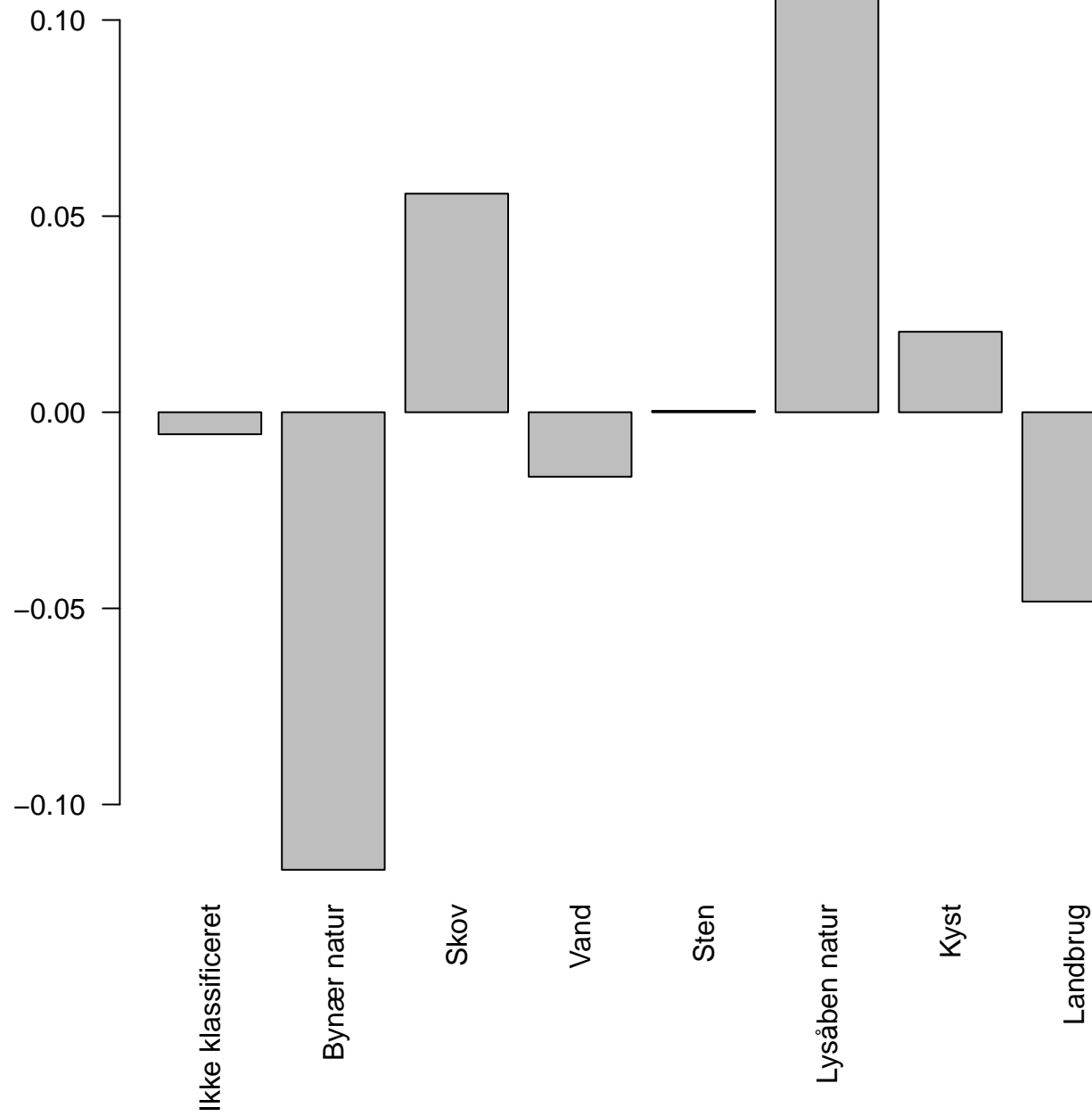
# Kategoriernes bidrag til totaliteten



# Kantareller

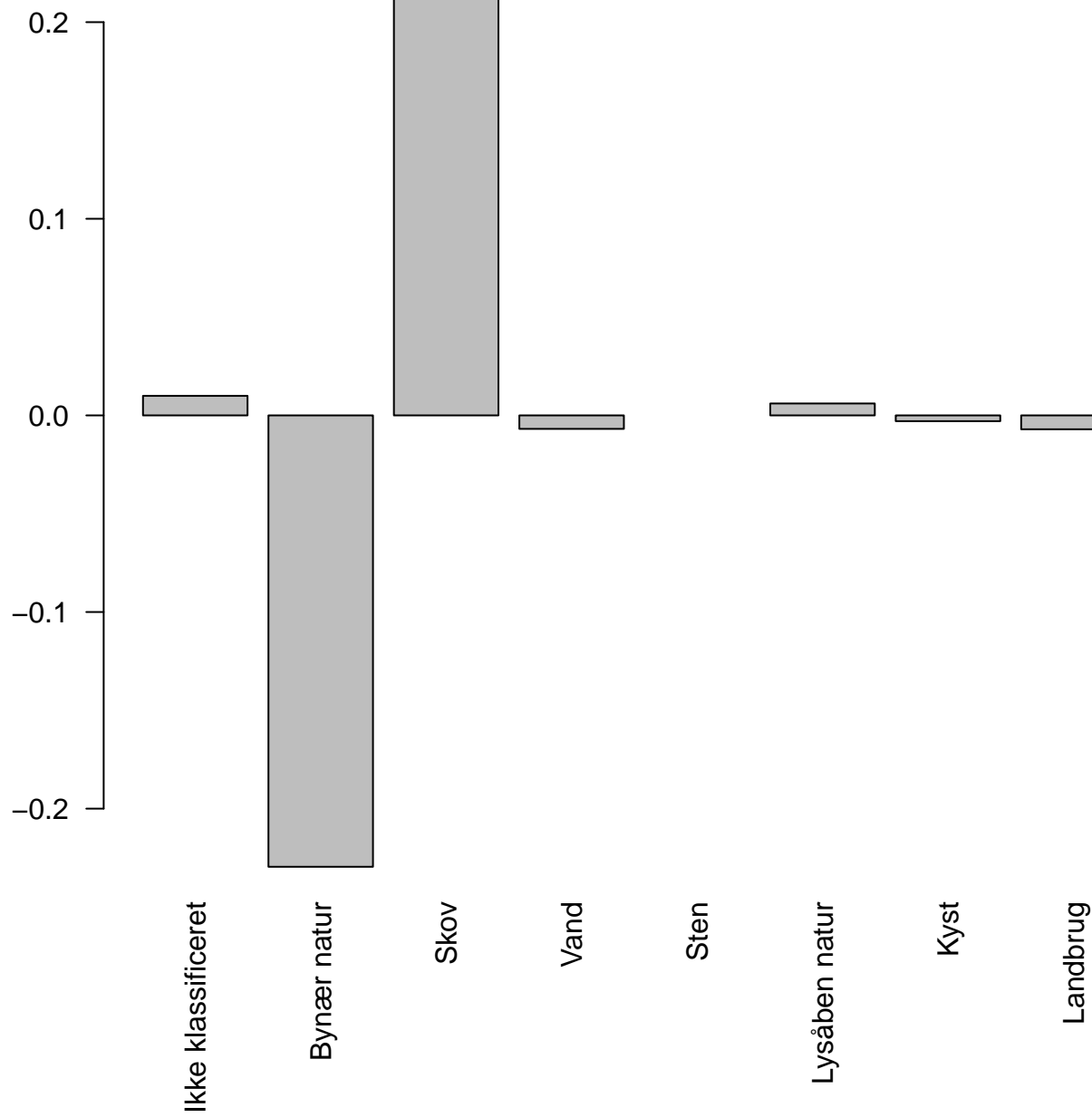


# Liden klokke

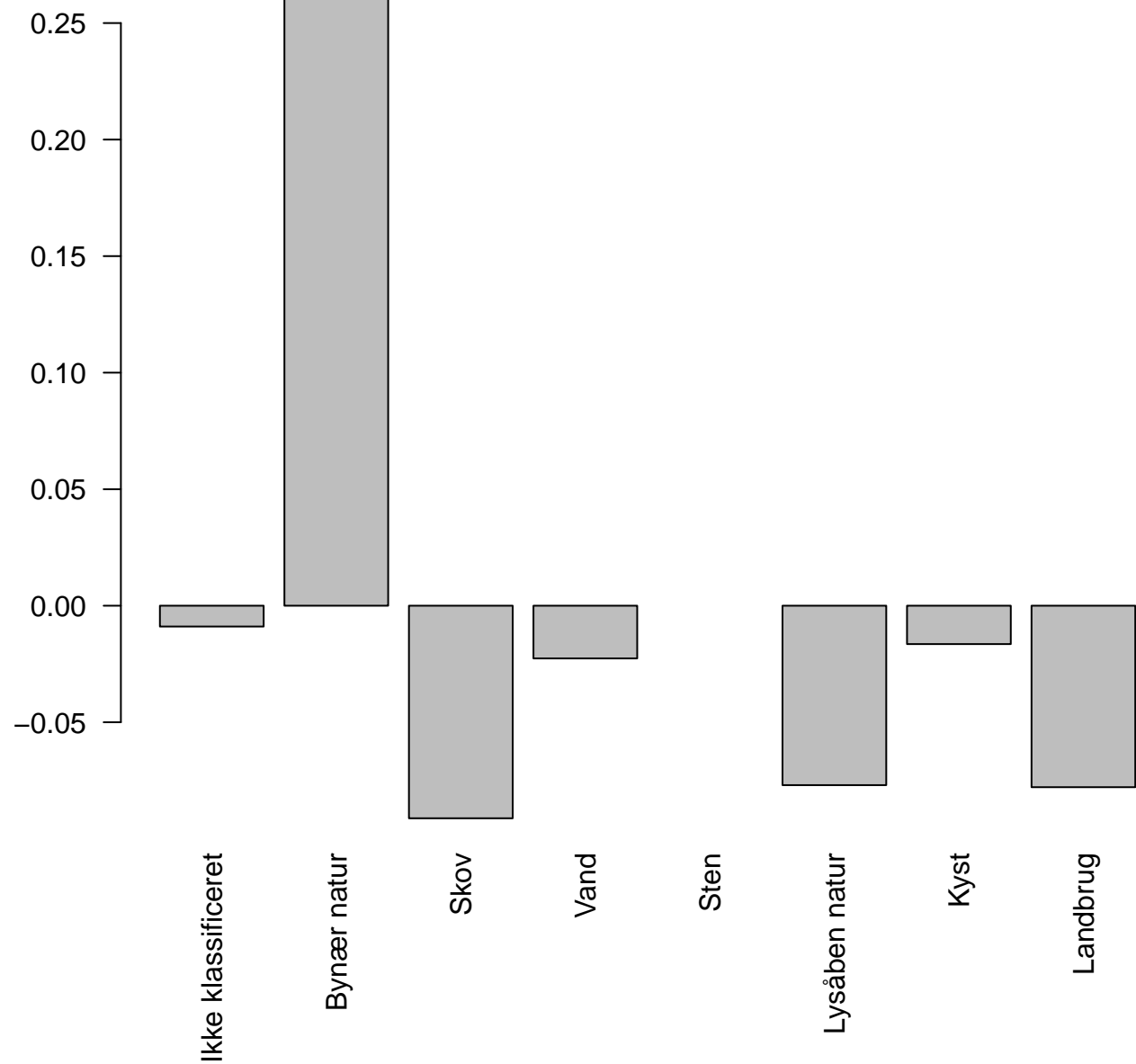




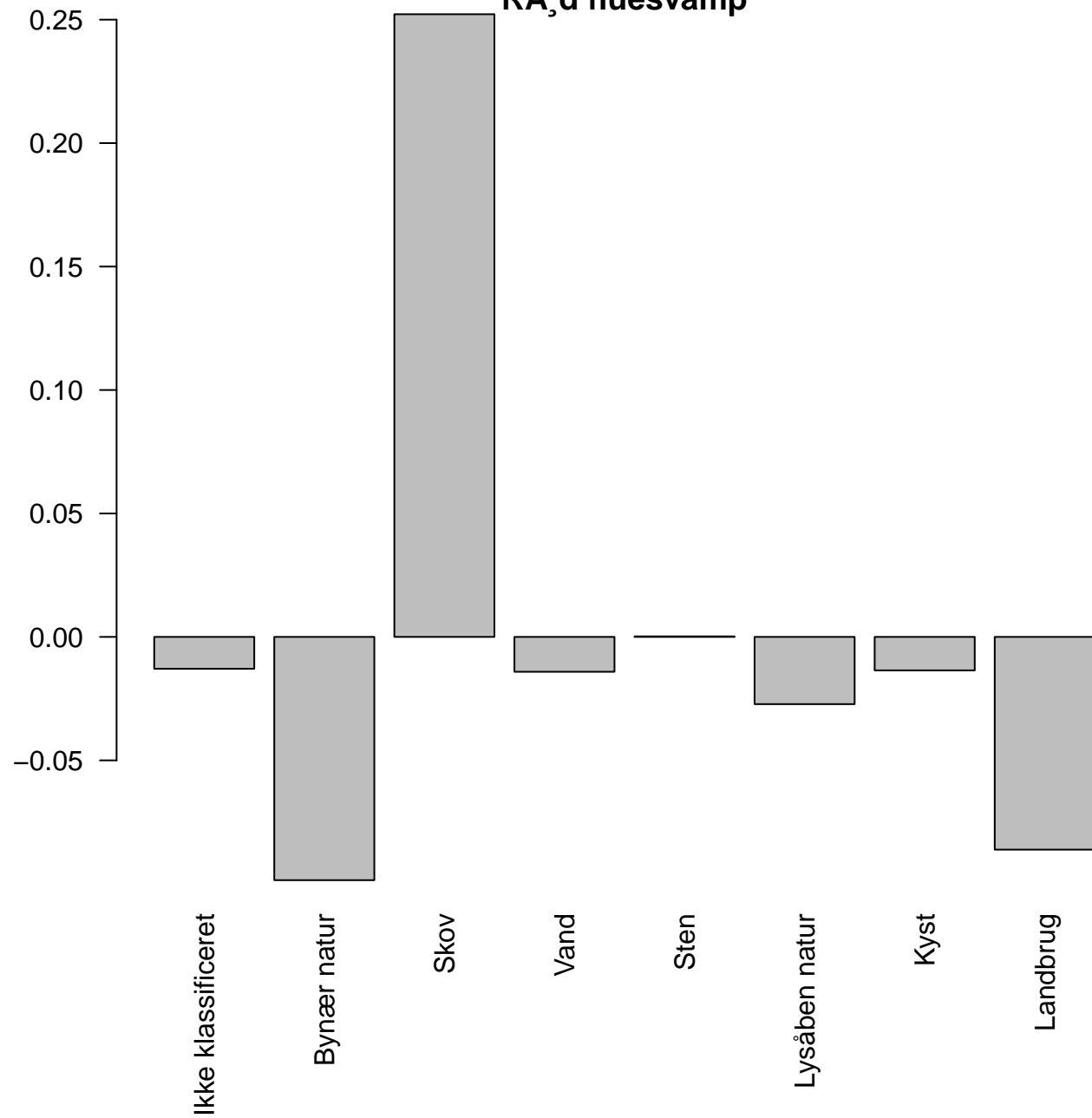
None



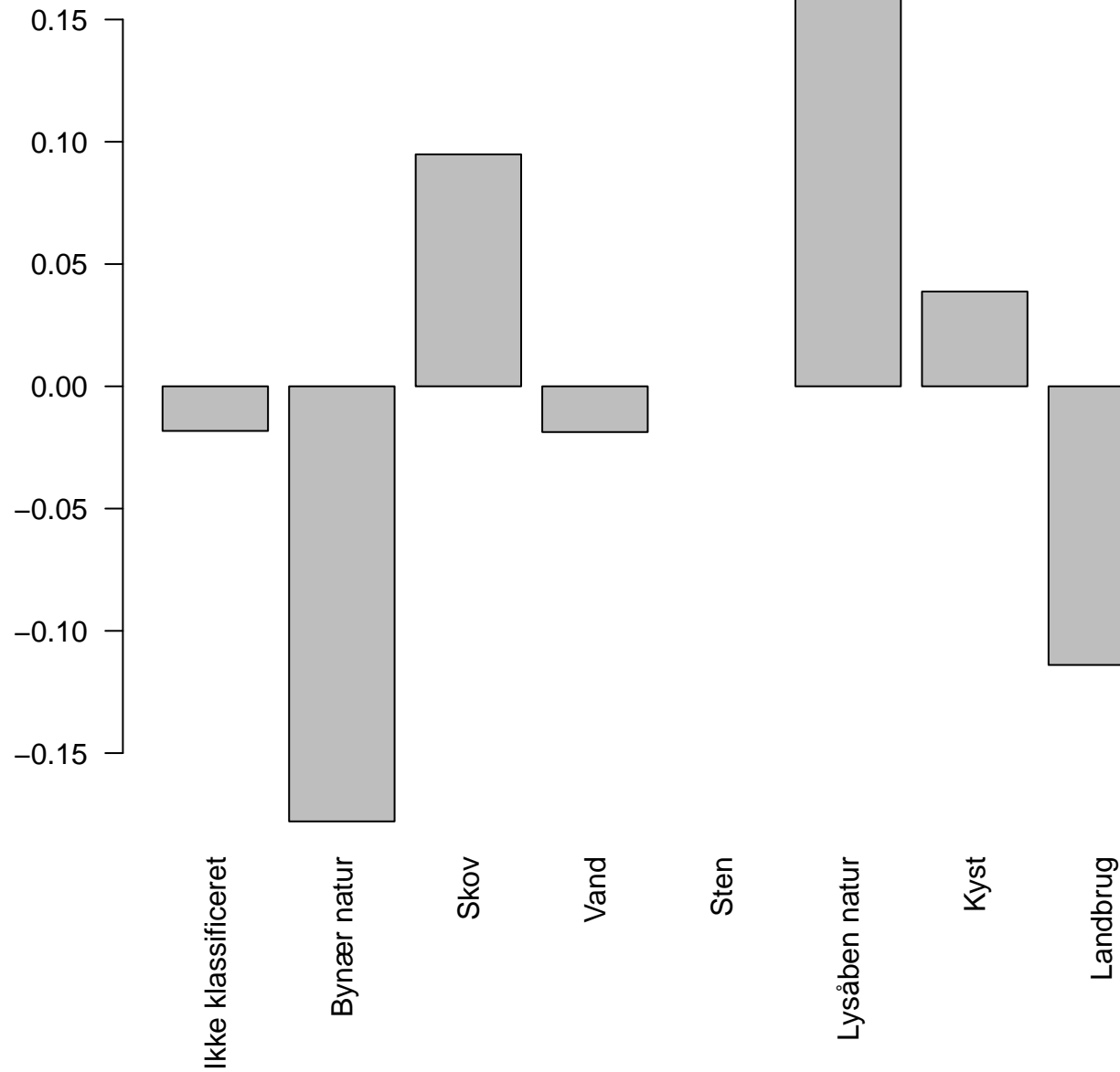
# Pindsvin



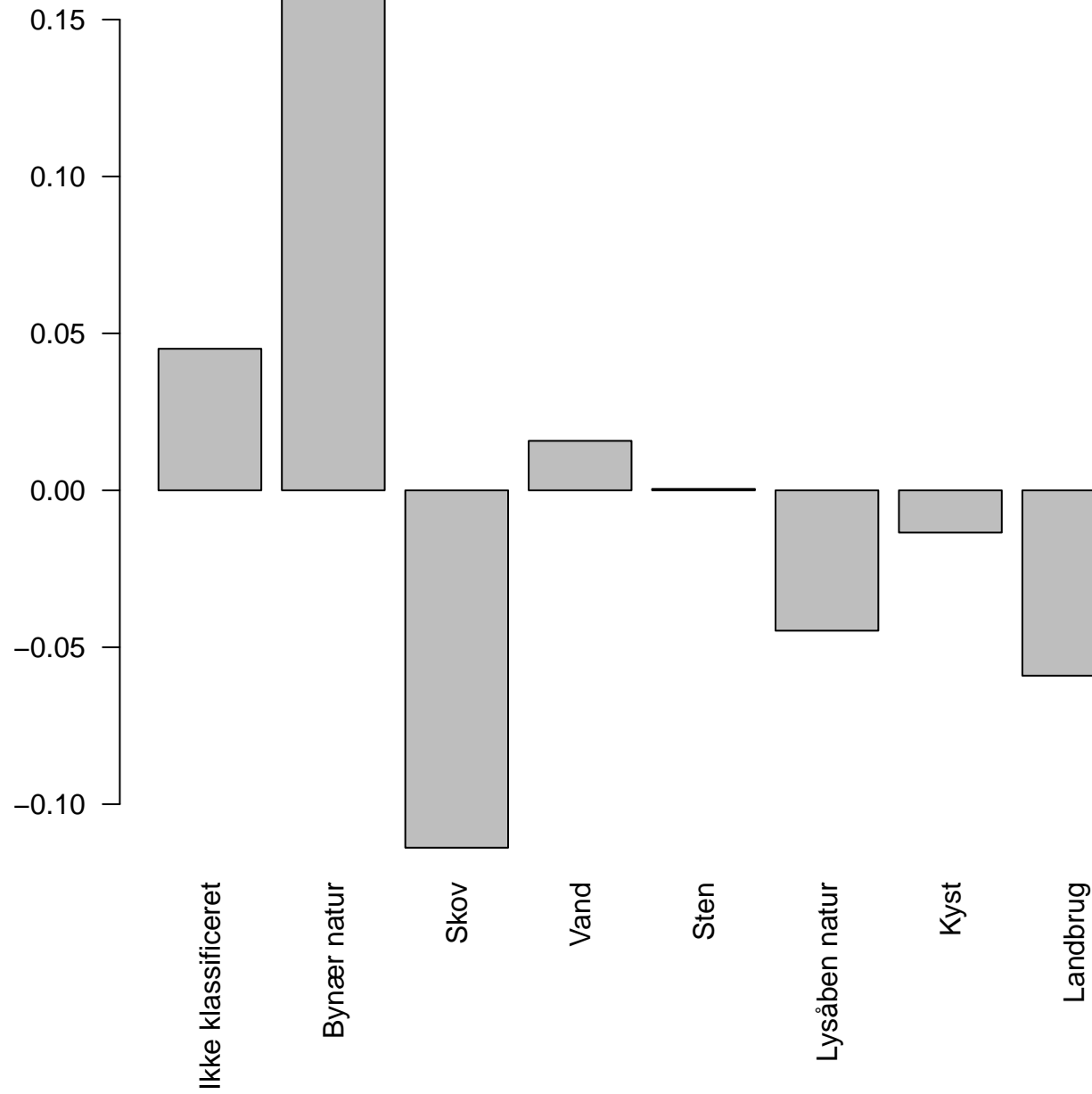
# RA\_d fluesvamp



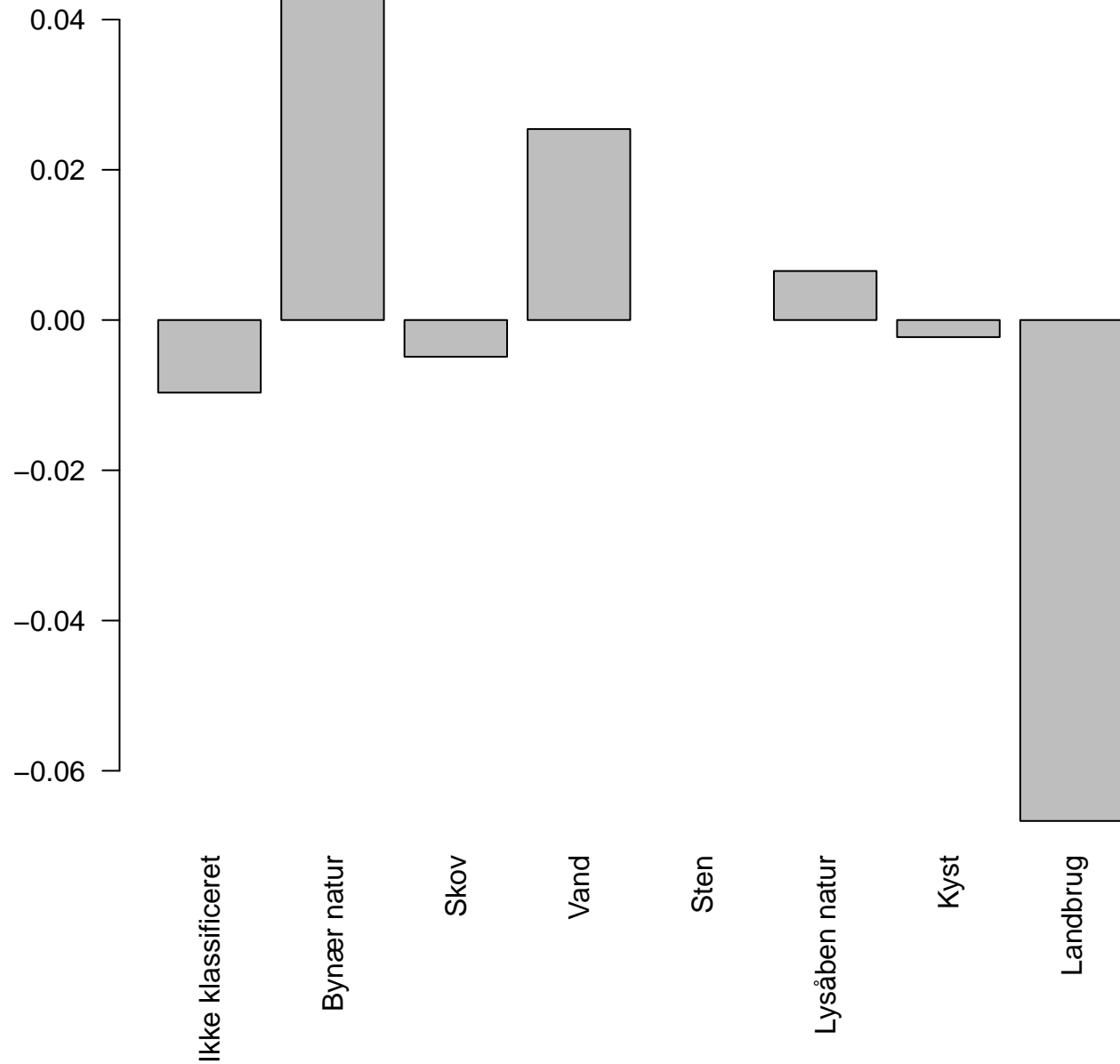
# Rensdyrlaver



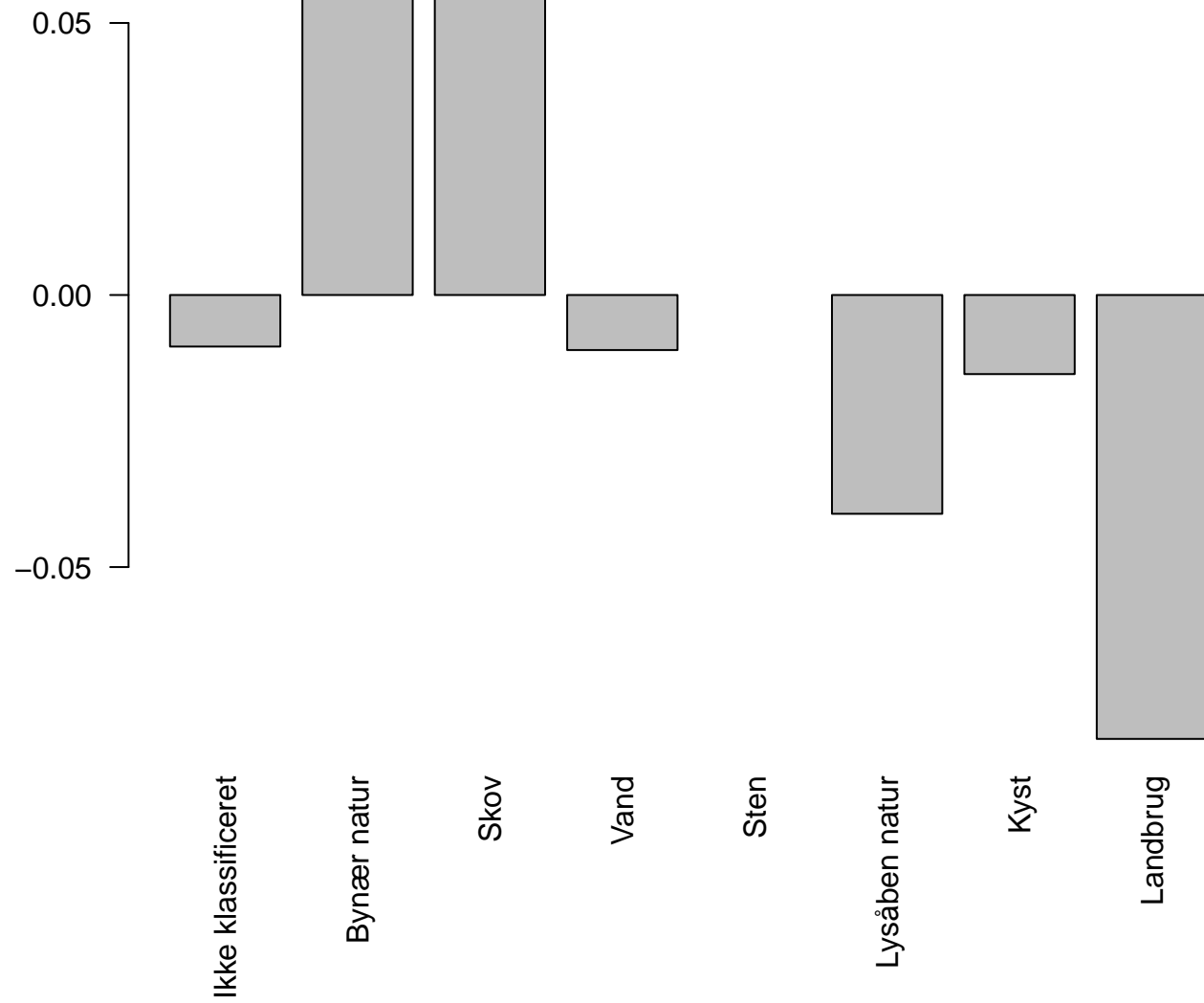
# Salamandre



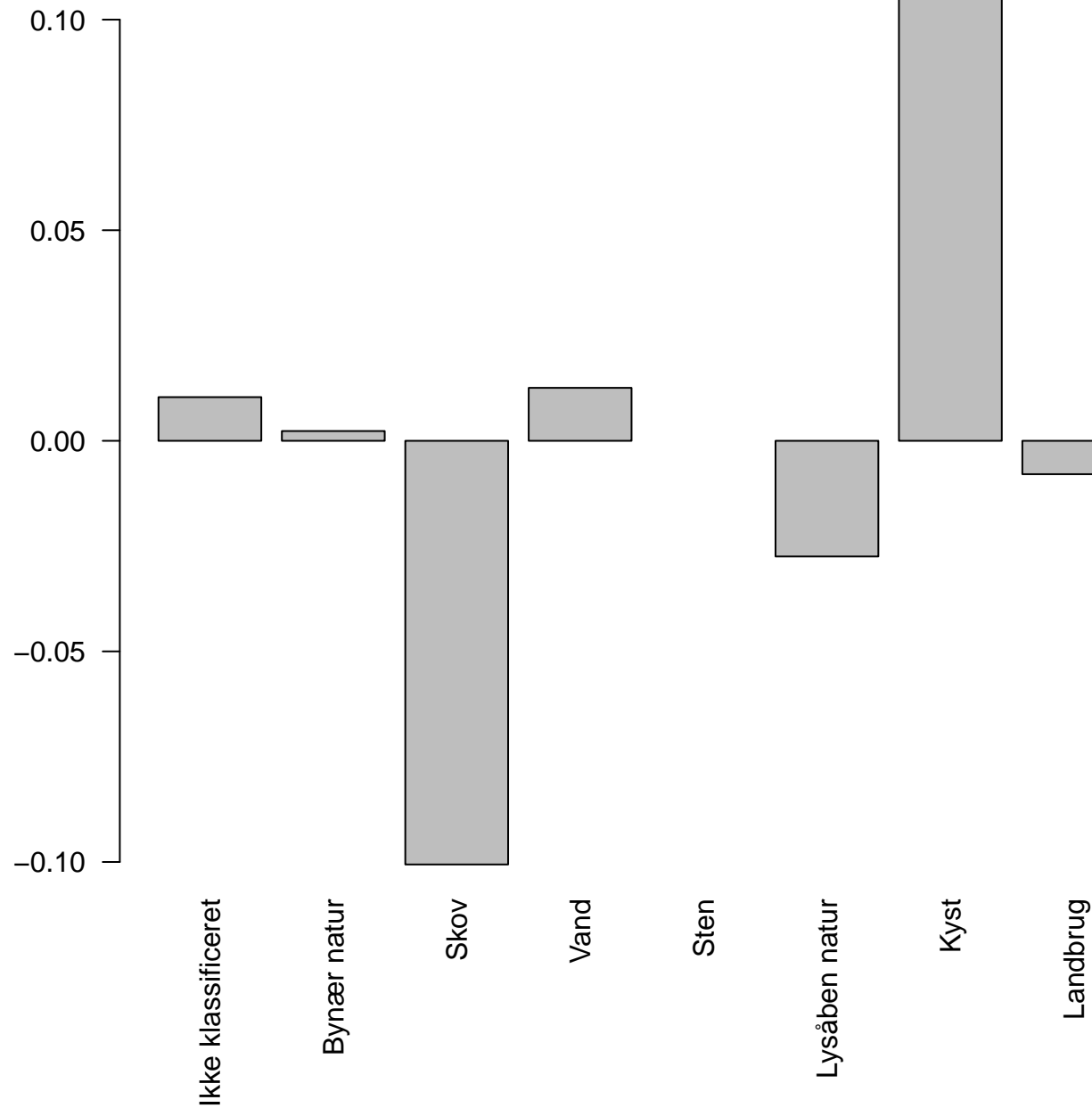
# Snog



# SpAitter

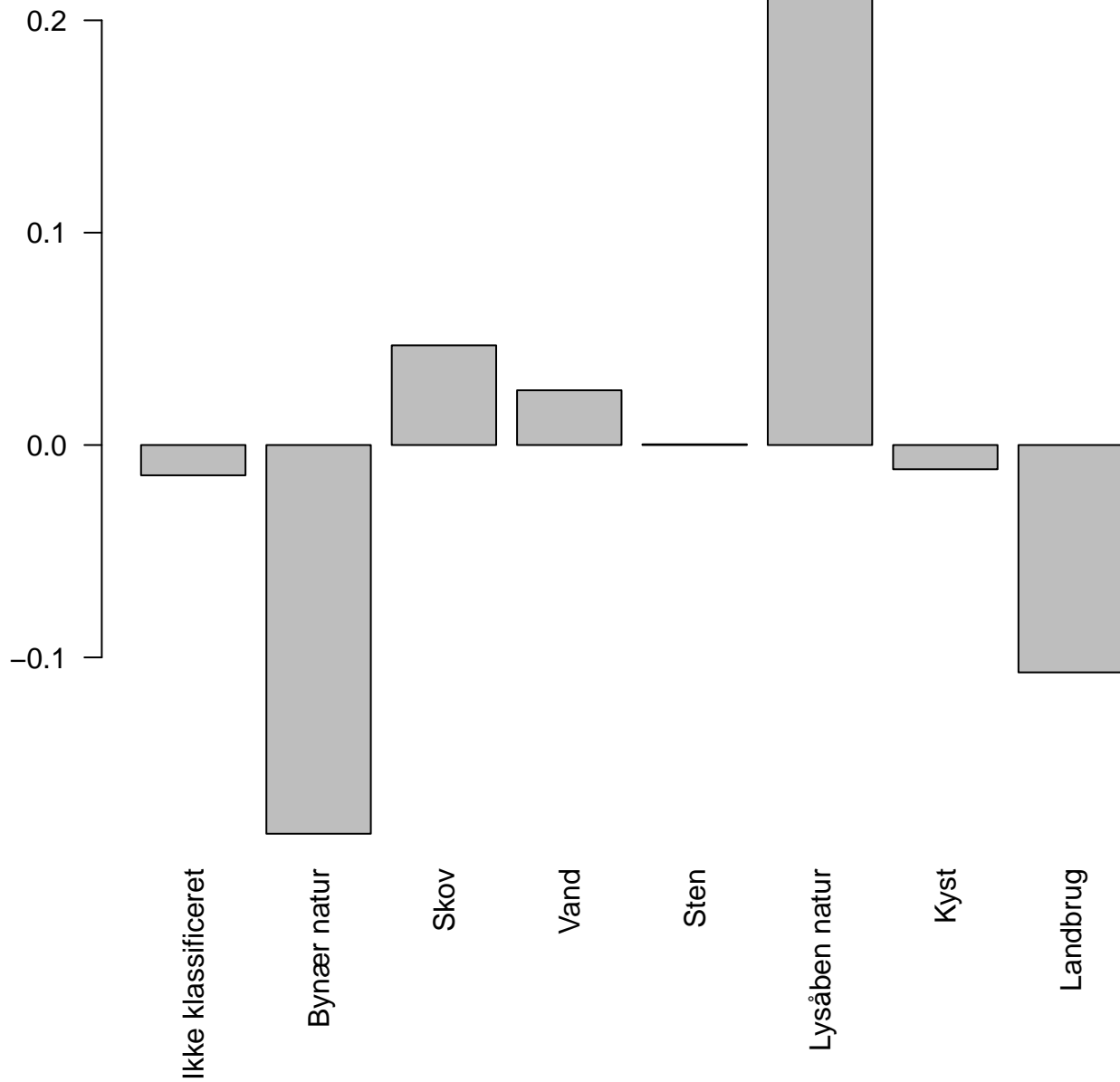


# Strandskade

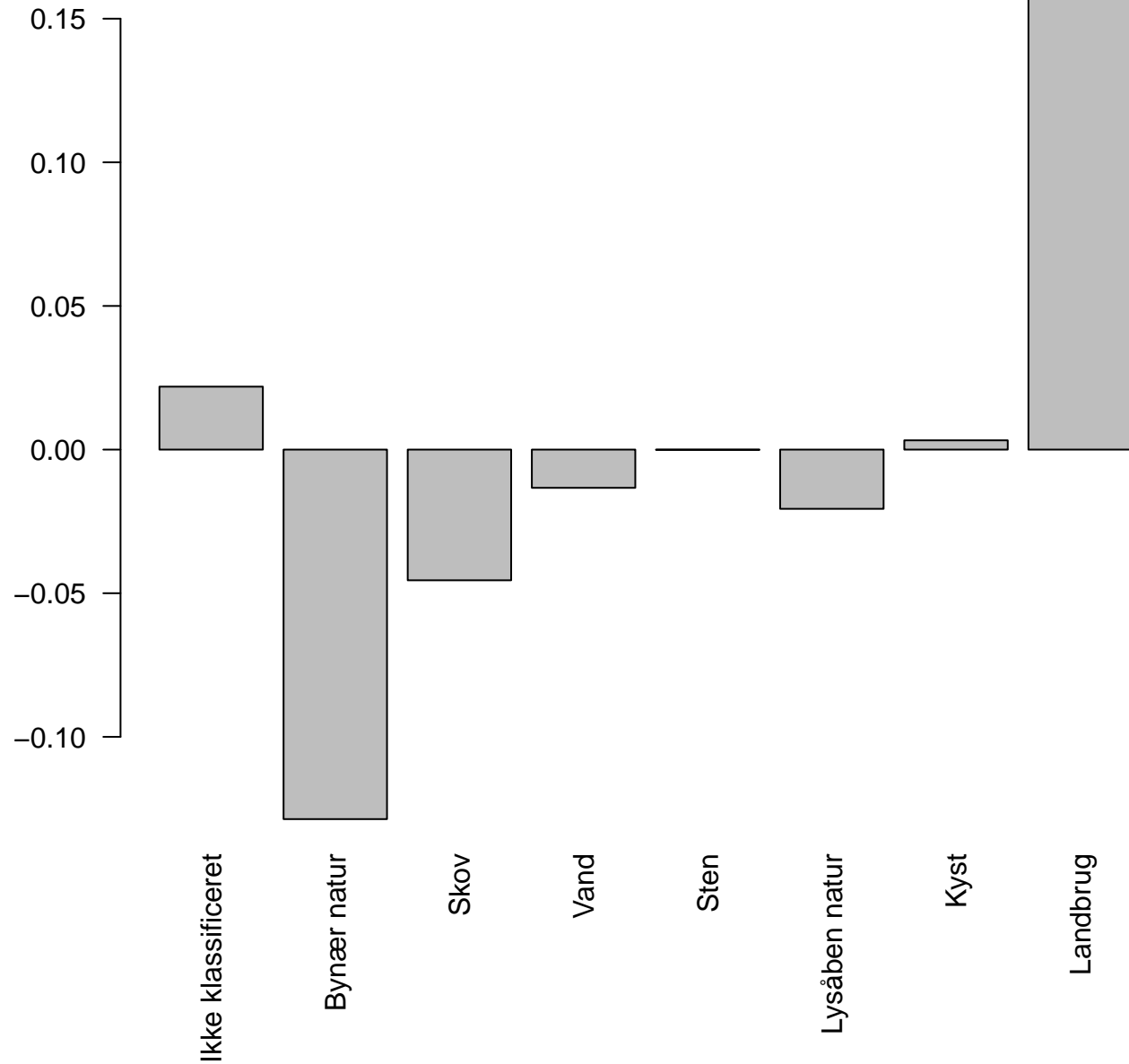




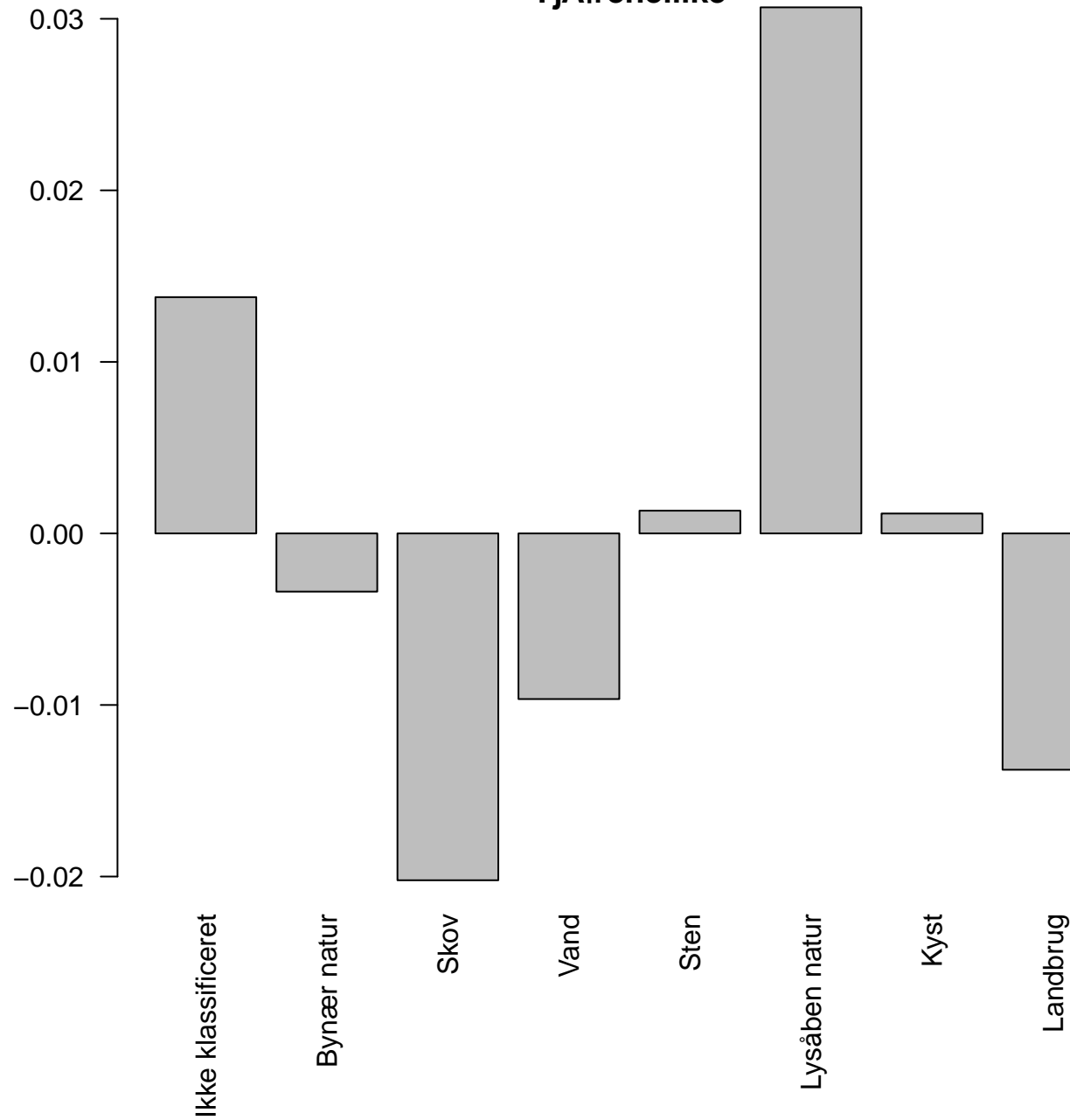
# TA<sub>r</sub>vemosser



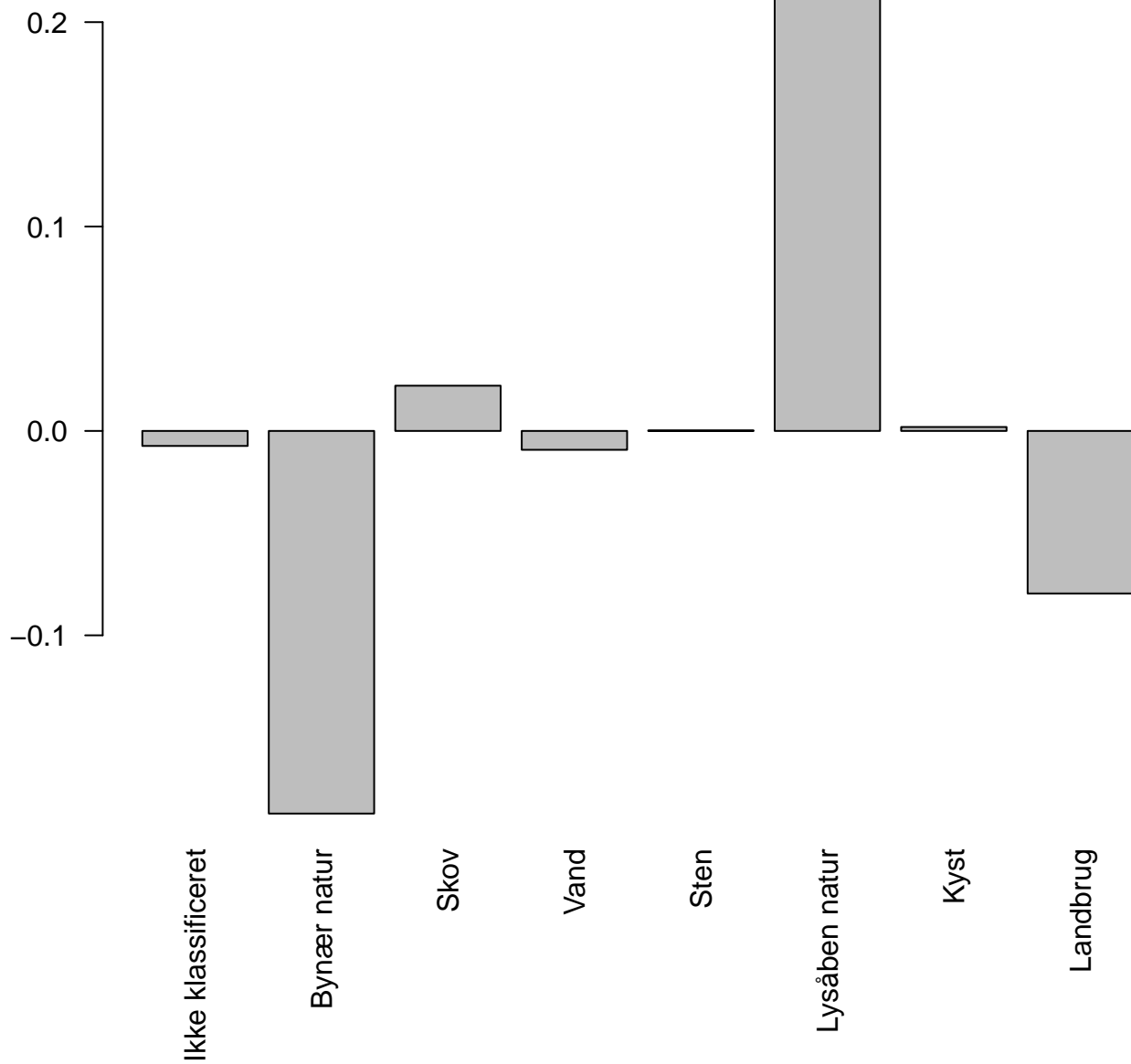
# TAÆrnfalk



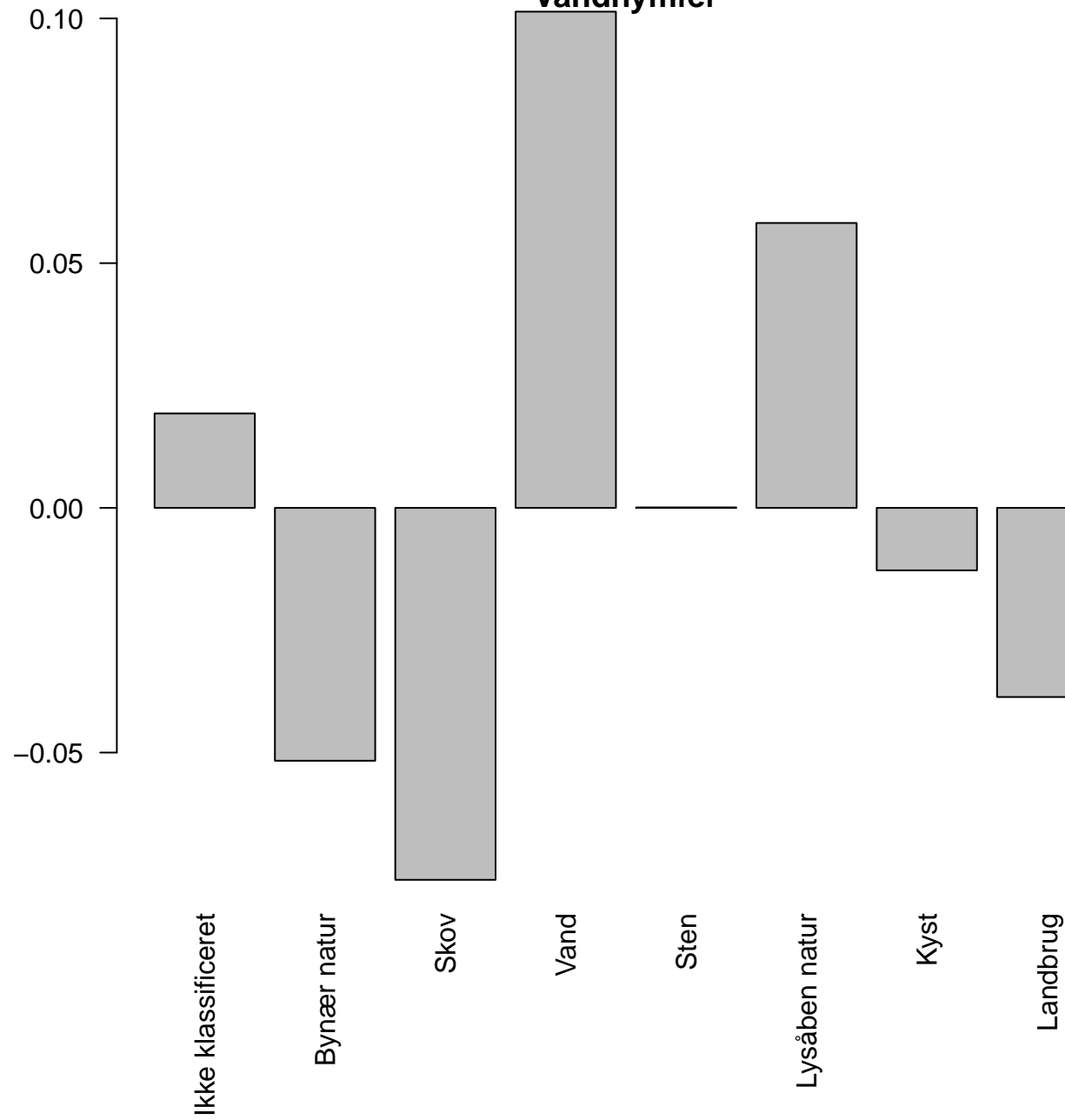
# TjArenellike



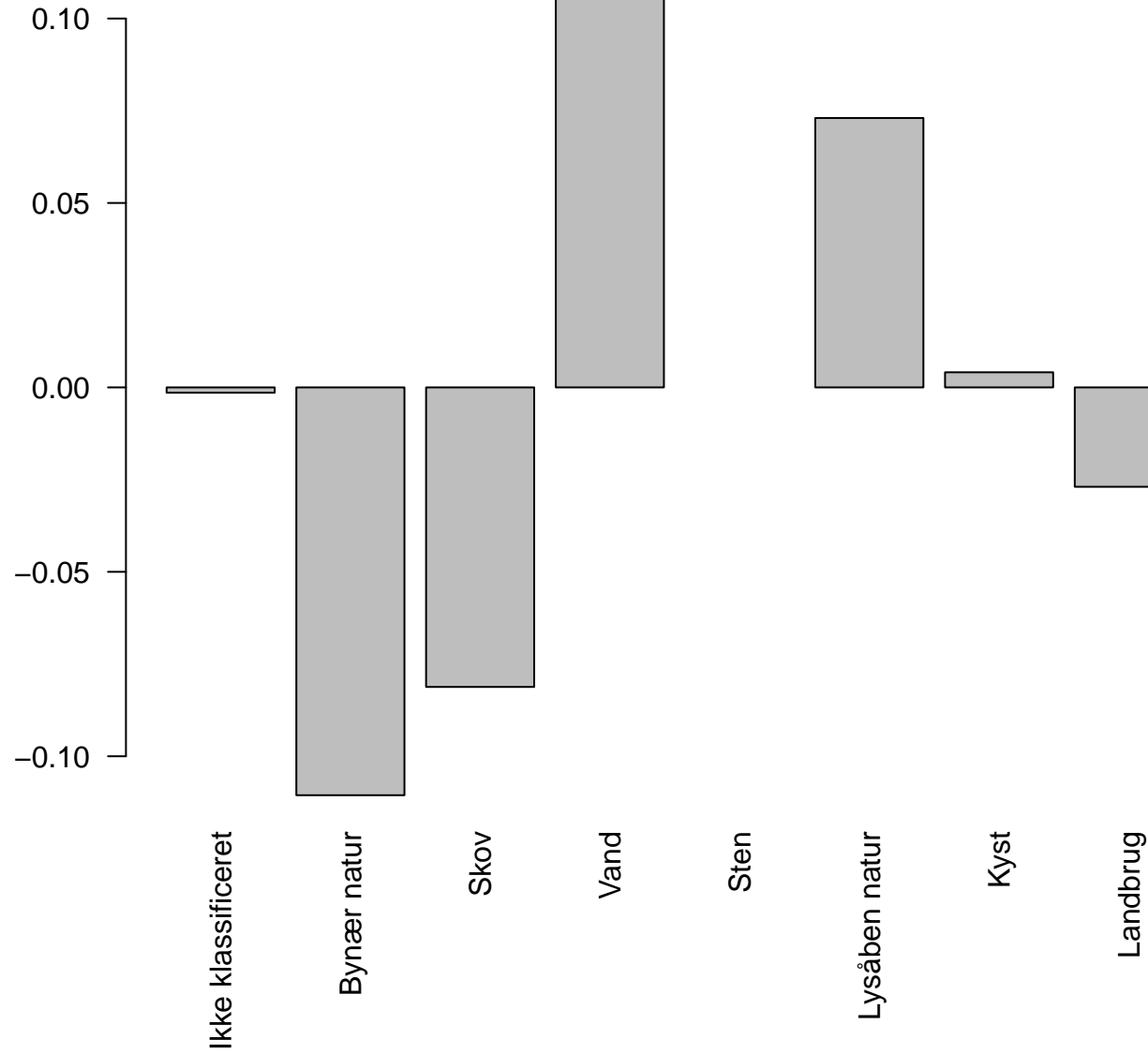
# Tormentil



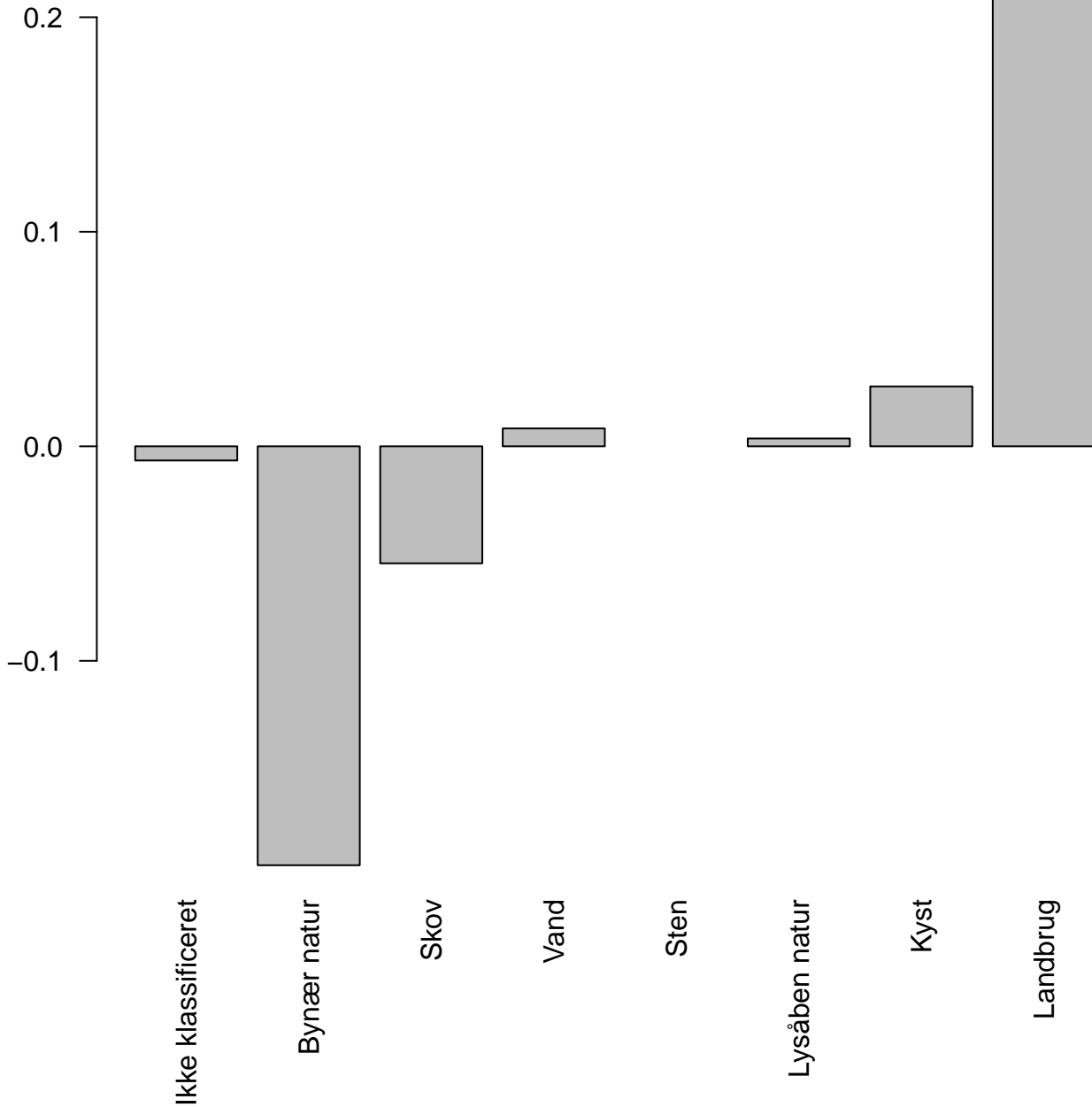
# Vandnymfer



# Vandranunkel



# Vibe



# Vokshatte

