

Sedimenter i små bekker og elver i Indre Oslofjord Vest



av

Eirik Fjeld

 **Fjeld og vann AS**

Hva skal vi ta opp?

- Kartlegging av kjemisk tilstand i bekker og små elver i vannområdet Indre Oslofjord Vest
- Fokus på miljøtilstanden i sedimenter
- Nivåer av miljøgifter og klassifisering av tungmetaller og organiske miljøgifter
- Multivariate sammenhenger
- Vurderinger av mulige kilder

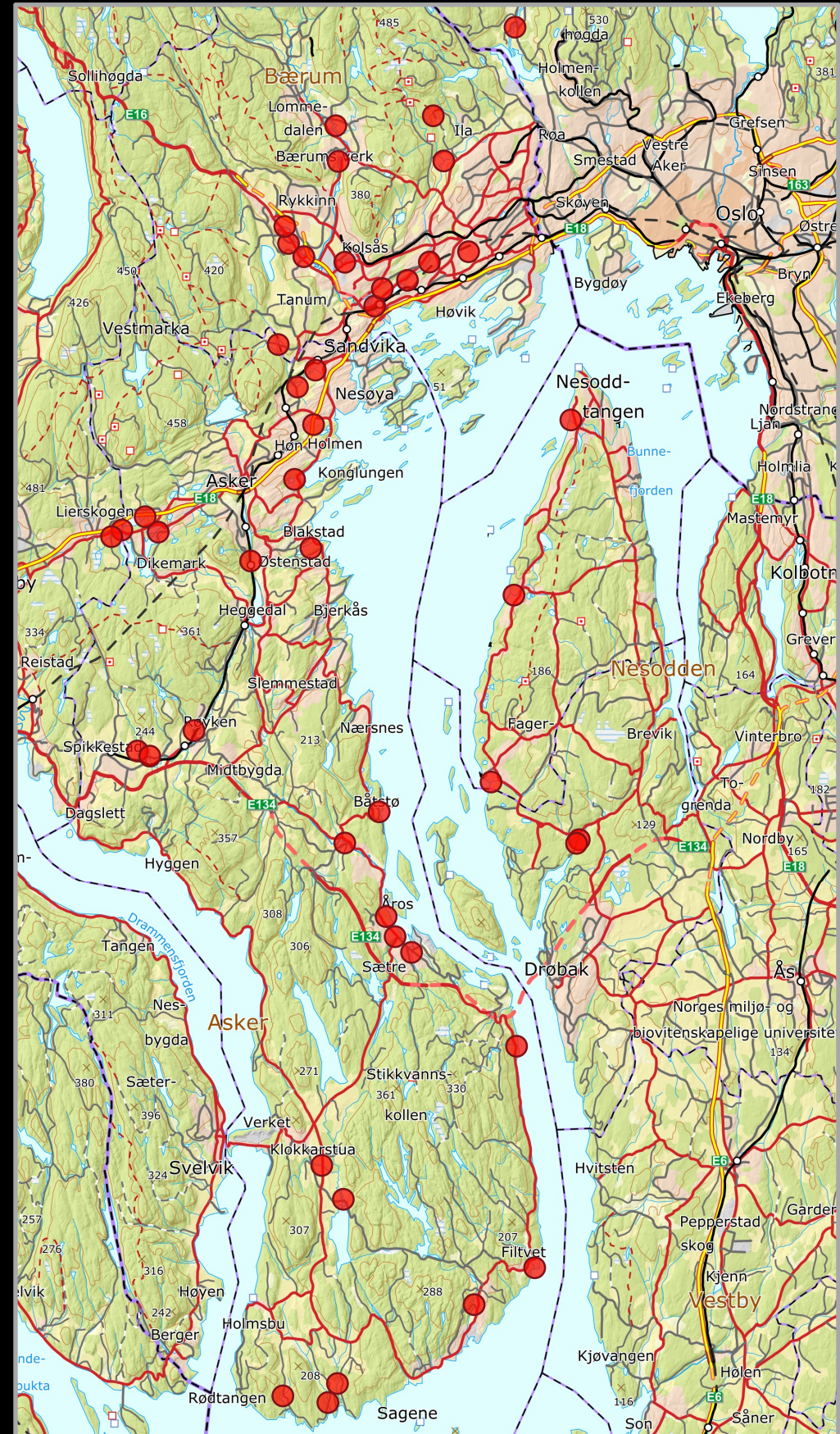


Undersøkelsens formål

- Dekke behovet for kjemisk klassifisering av vannforekomster i vannområdet Indre Oslofjord Vest.
- Det skal tas biota- eller sedimentprøver ved 46 prøvesteder i vannforekomster i vannområdet Indre Oslofjord Vest.
- Hovedparametre er tungmetallene kobber, arsen, bly, sink, kadmium, krom, nikkel og kvikksølv, samt PAH og PCB i sediment. I biota skal det analyseres på kobber, arsen, bly, sink, kadmium, krom, nikkel og kvikksølv, samt PFOS og PCB.

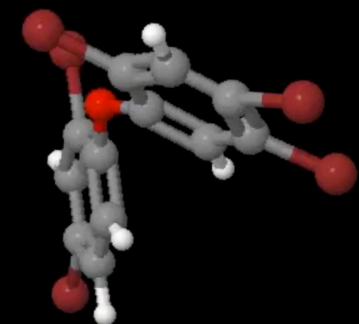
Lokaliteter

- 46 prøvestasjoner i kommunene Lier, Asker, Bærum, Oslo, Frogn og Nesodden
- Flertallet av stasjonene ligger i kystnære vassdrag med urban påvirkning
- Prøvetakingen ble gjort i september 2021



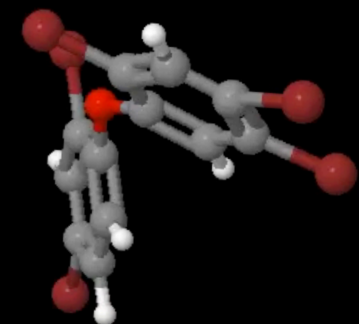
Miljøgifter analysert

Forbindelser	Sedimenter (antall prøver)	Fisk (antall prøver)
Tungmetaller: Hg, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, As	41	5
Polysykliske aromatiske hydrokarboner: PAH16	46	0
Polyklorerte bifenyler: PCB7	41	5
Bromerte flammehemmere: PBDE	6	0
Perfluorerte alkylerte substanser – PFAS: PFOS, PFOA	7	0
Polyklorerte parafiner: SCCP, MCCP	6	0



Miljøgifter analysert

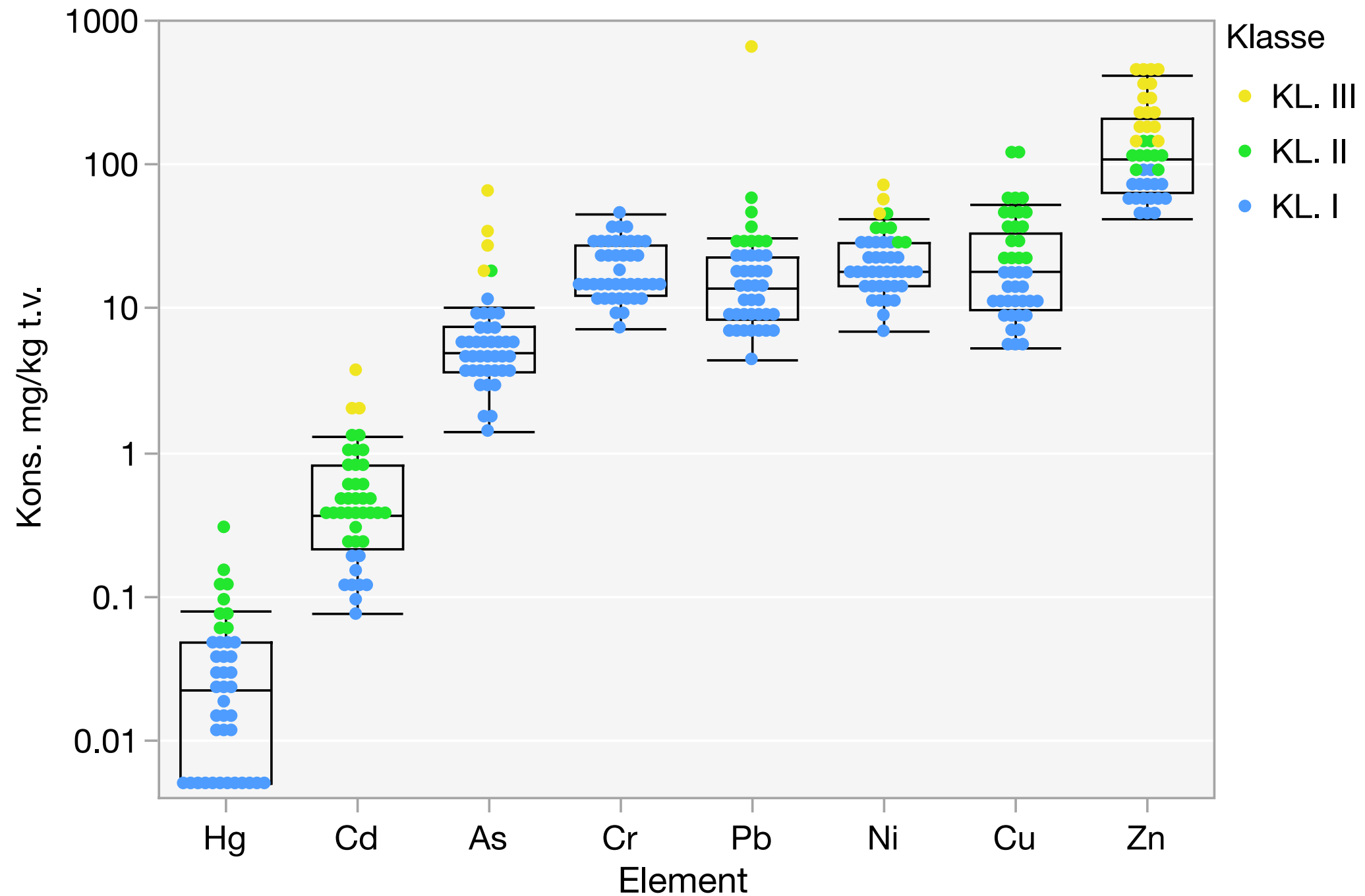
Forbindelser	Sedimenter (antall prøver)	Fisk (antall prøver)
Tungmetaller: Hg, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, As	41	5
Polysykliske aromatiske hydrokarboner: PAH16	46	0
Polyklorerte bifenyler: PCB7	41	5
Bromerte flammehemmere: PBDE	6	0
Perfluorerte alkylerte substanser – PFAS: PFOS, PFOA	7	0
Polyklorerte parafiner: SCCP, MCCP	6	0



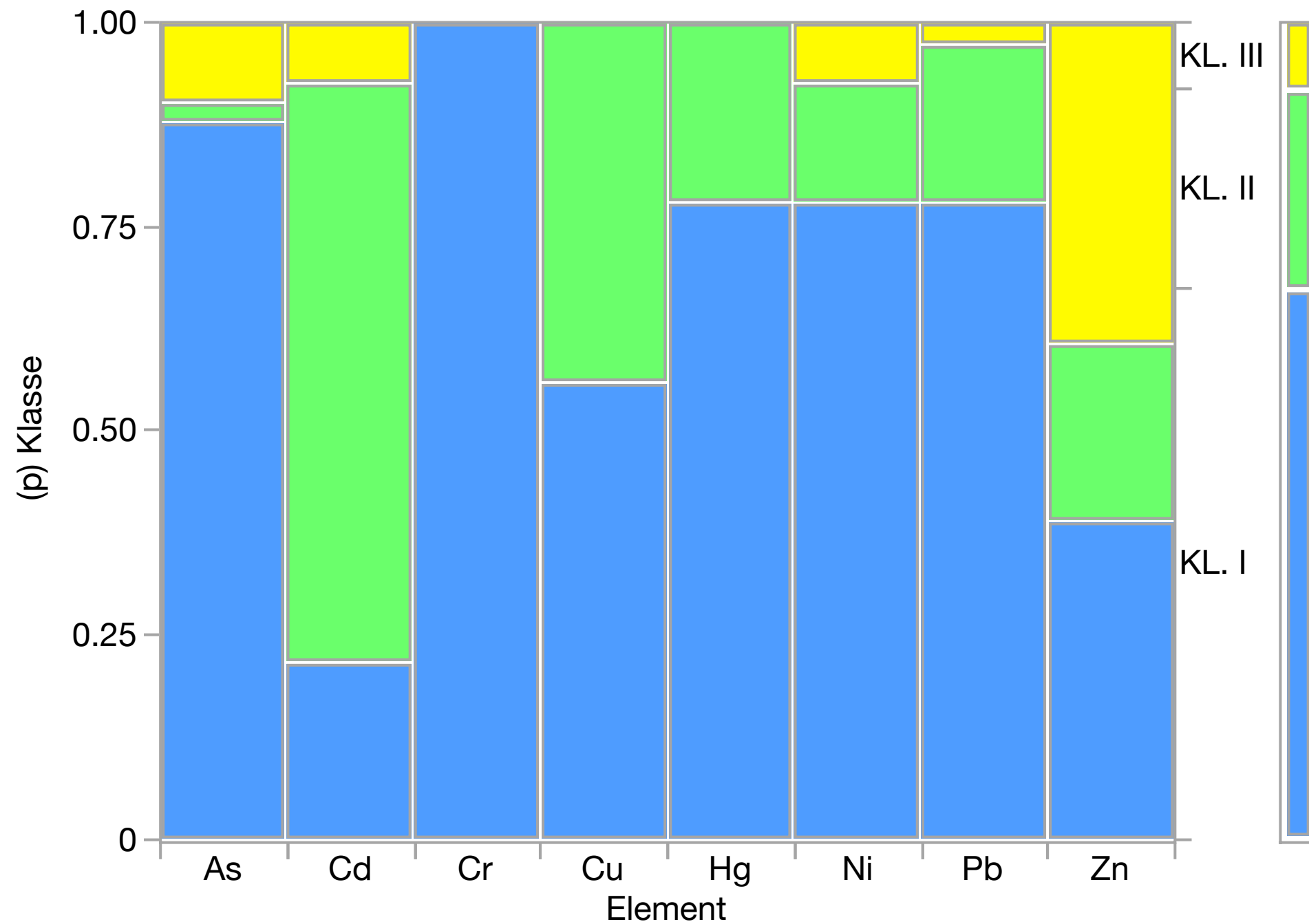
Tungmetaller, konsentrasjoner



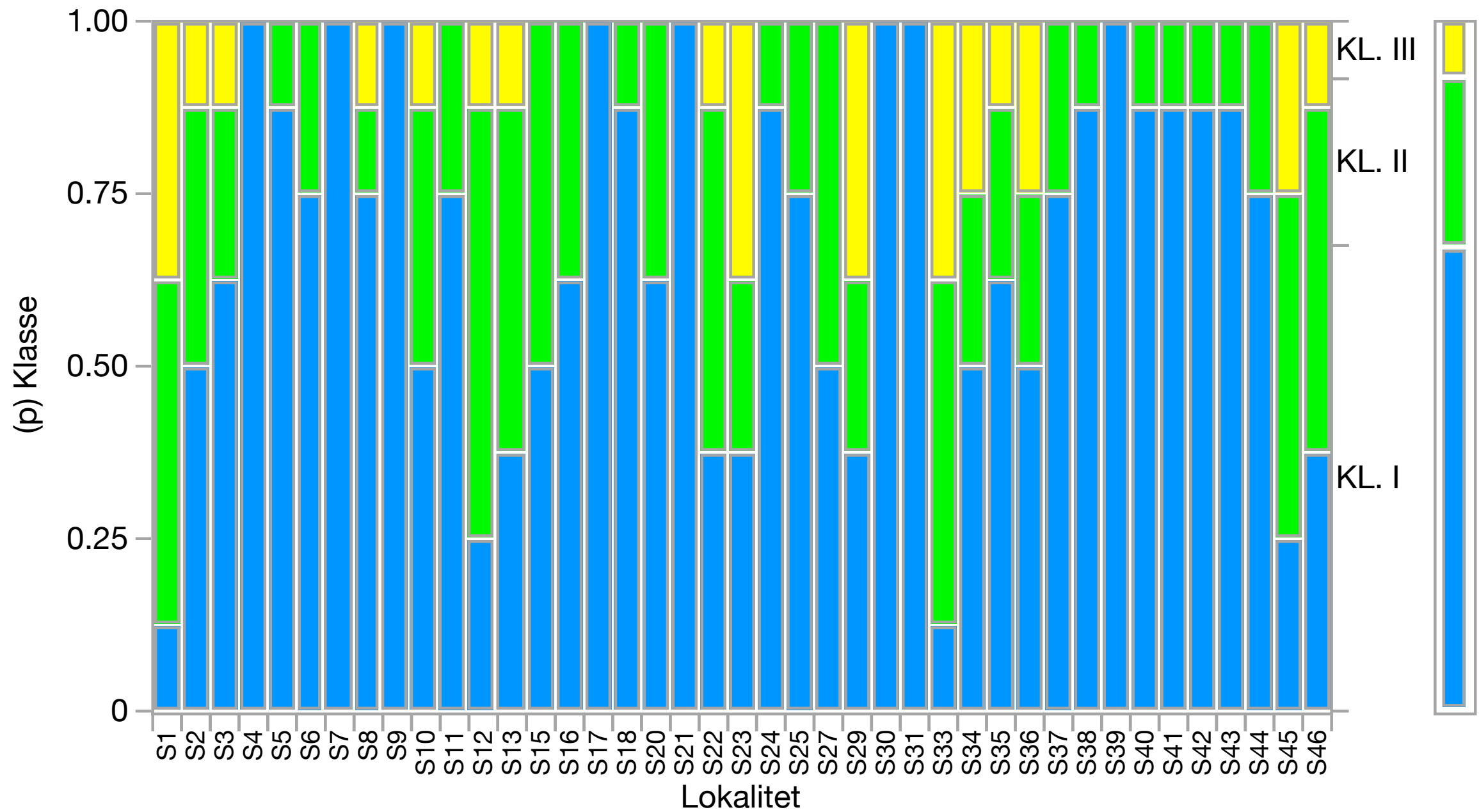
Tungmetaller, konsentrasjoner



Tungmetaller, forekomst i klasser

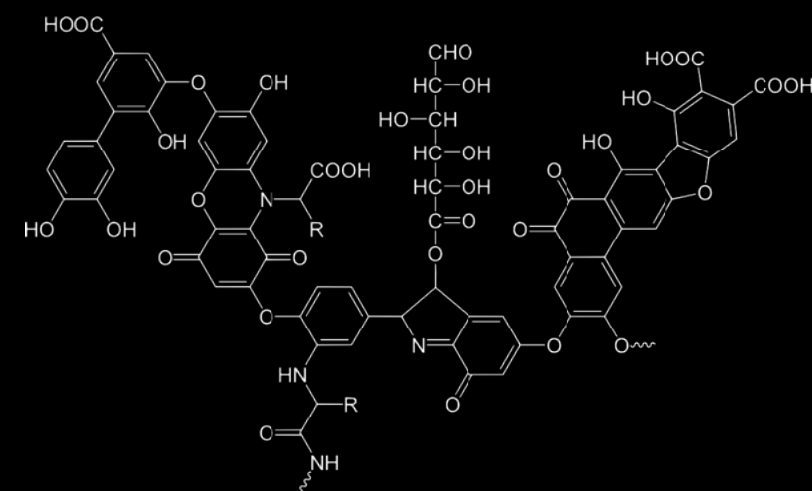
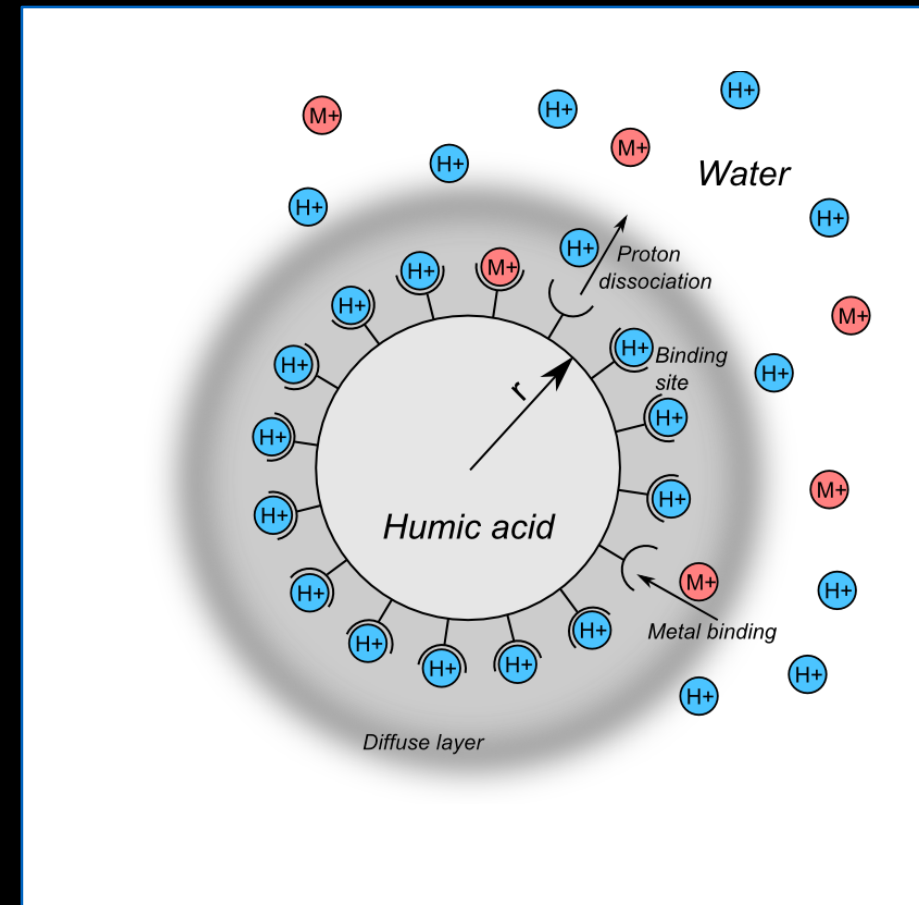


Tungmetaller, forekomst i klasser

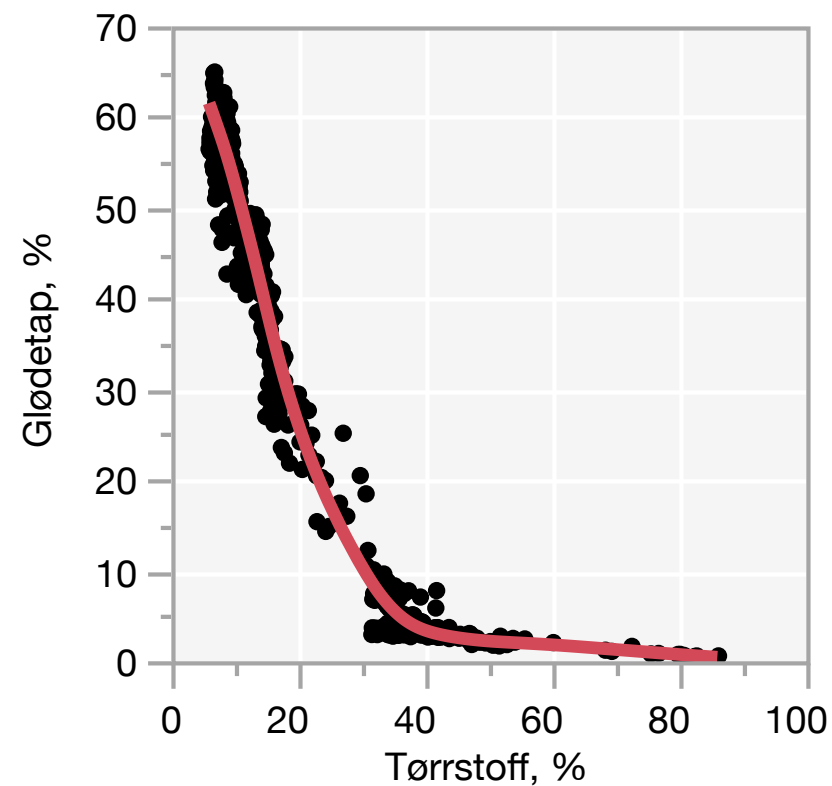


Konsentrasjoner og tørrstoff

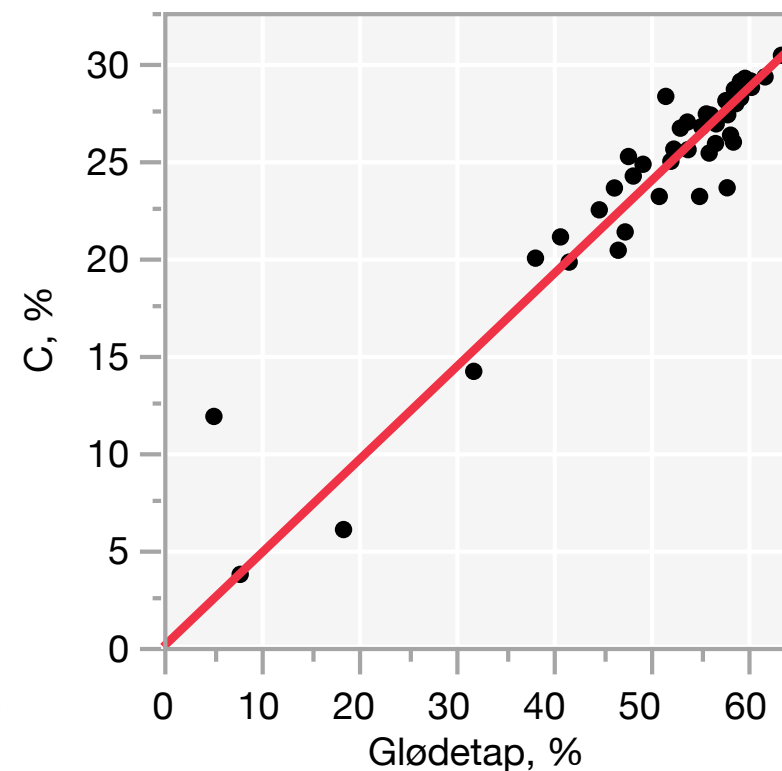
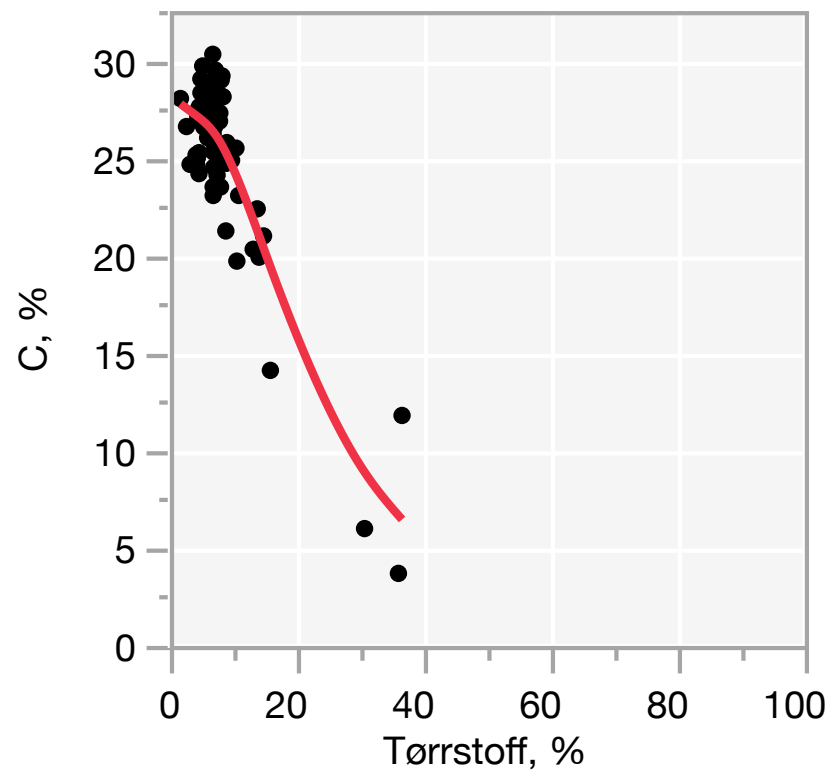
- Hva skyldes den negative sammenhengen mellom prøvens innhold av tørrstoff og metalkonsentrasjonene?
- Tungmetaller i ferskvannssedimenter i stor grad kompleksbundet til humusstoffer (organiske forbindelser)
- Vanninnholdet i sedimenter øker vanligvis med prøvens innhold av organisk karbon – som også uttrykkes gjennom prøvens glødetap.



Tørrstoff, glødetap og organisk karbon



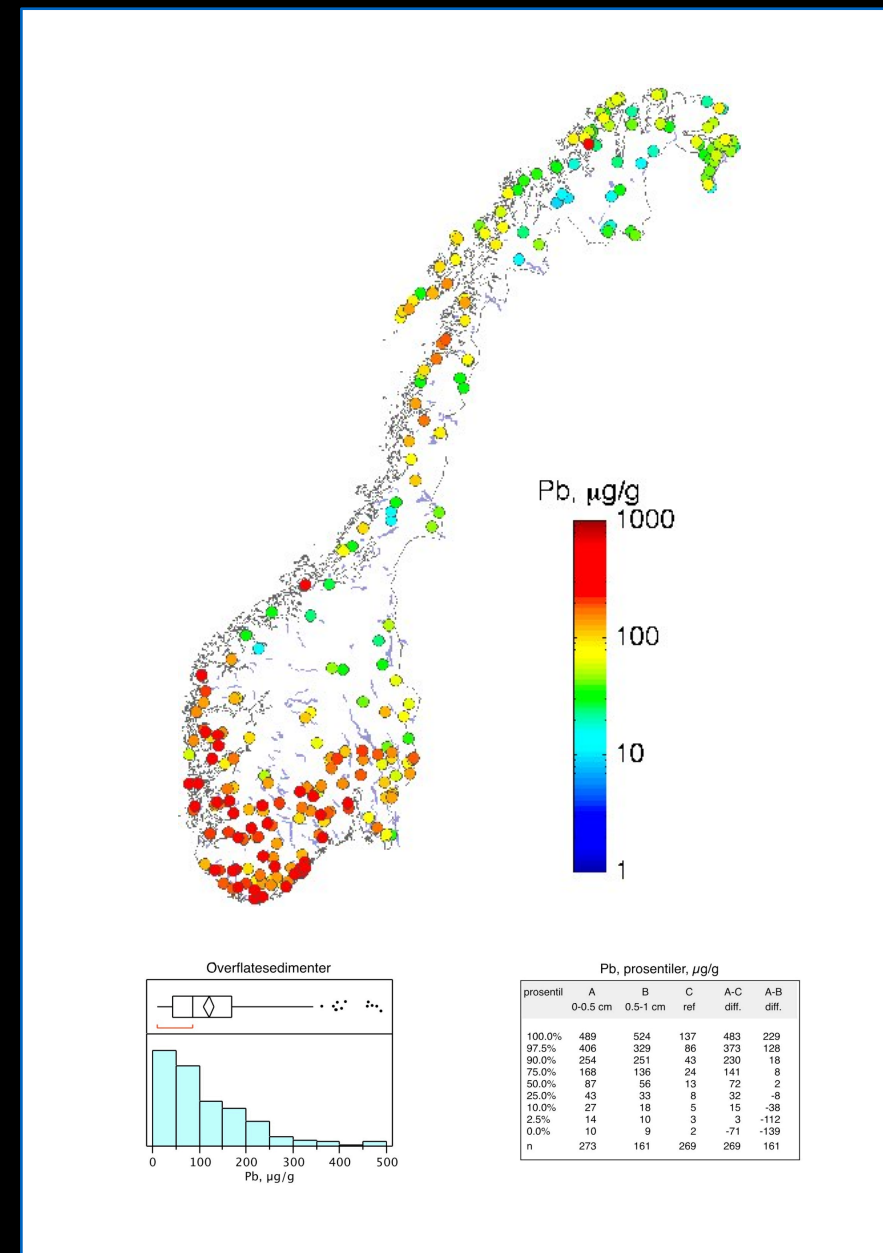
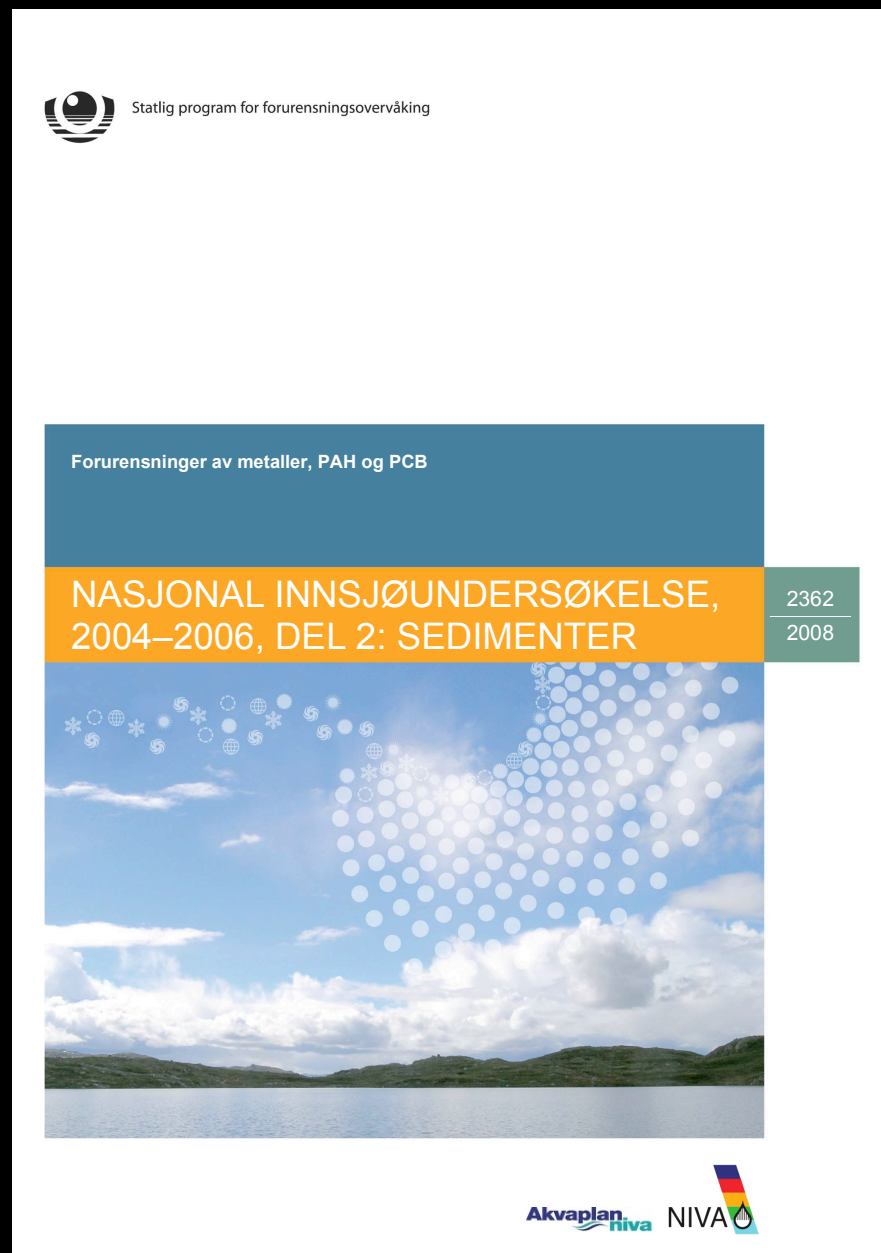
Data fra en 5 m lang
sedimentkjerne fra
Mensvatn ved
Skien, datert tilbake
til >8500 B.P.



Tørrstoff, glødetap og organisk karbon

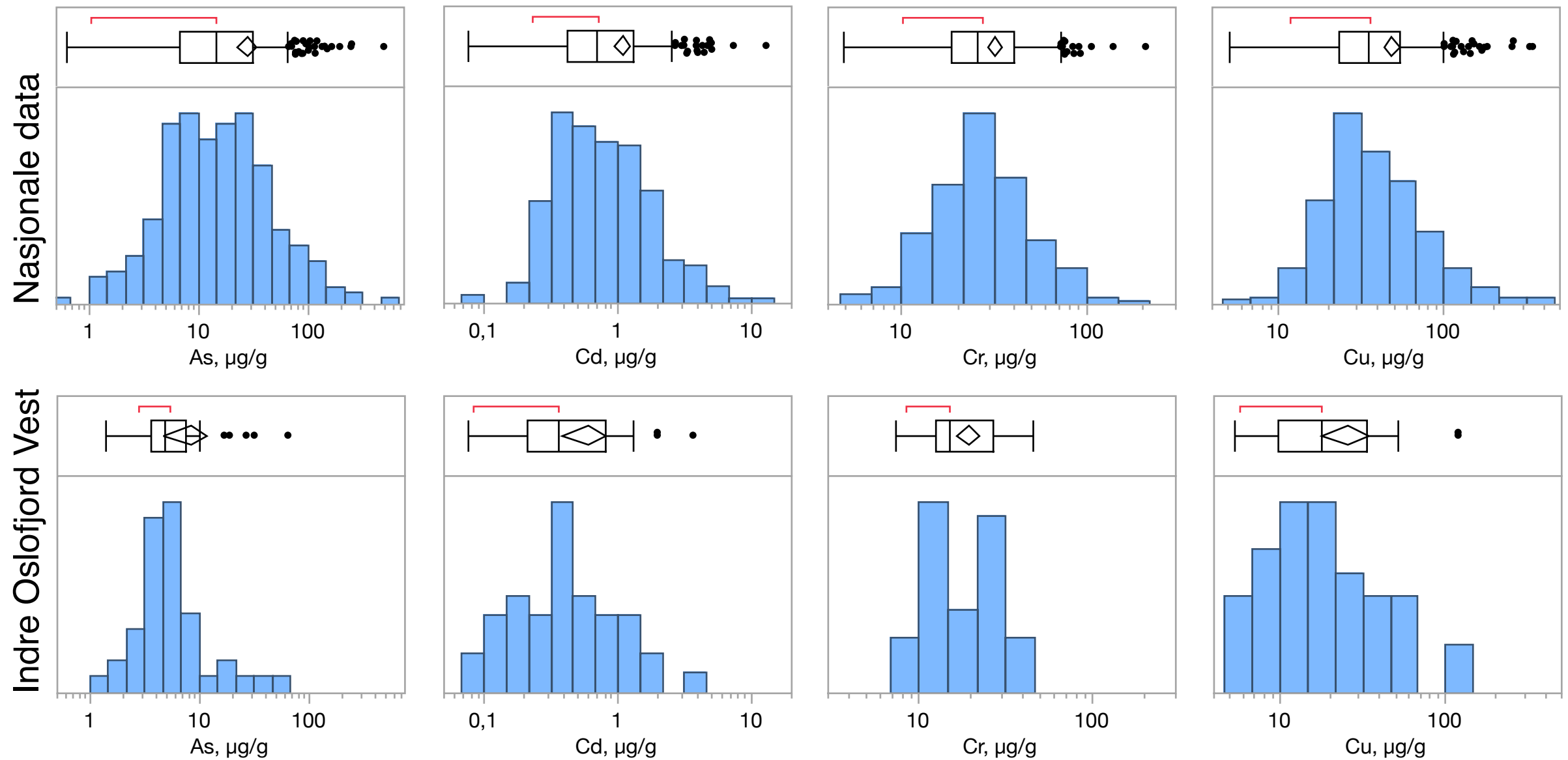


Hvordan er resultatene sammenliknet med nasjonale innsjødata?

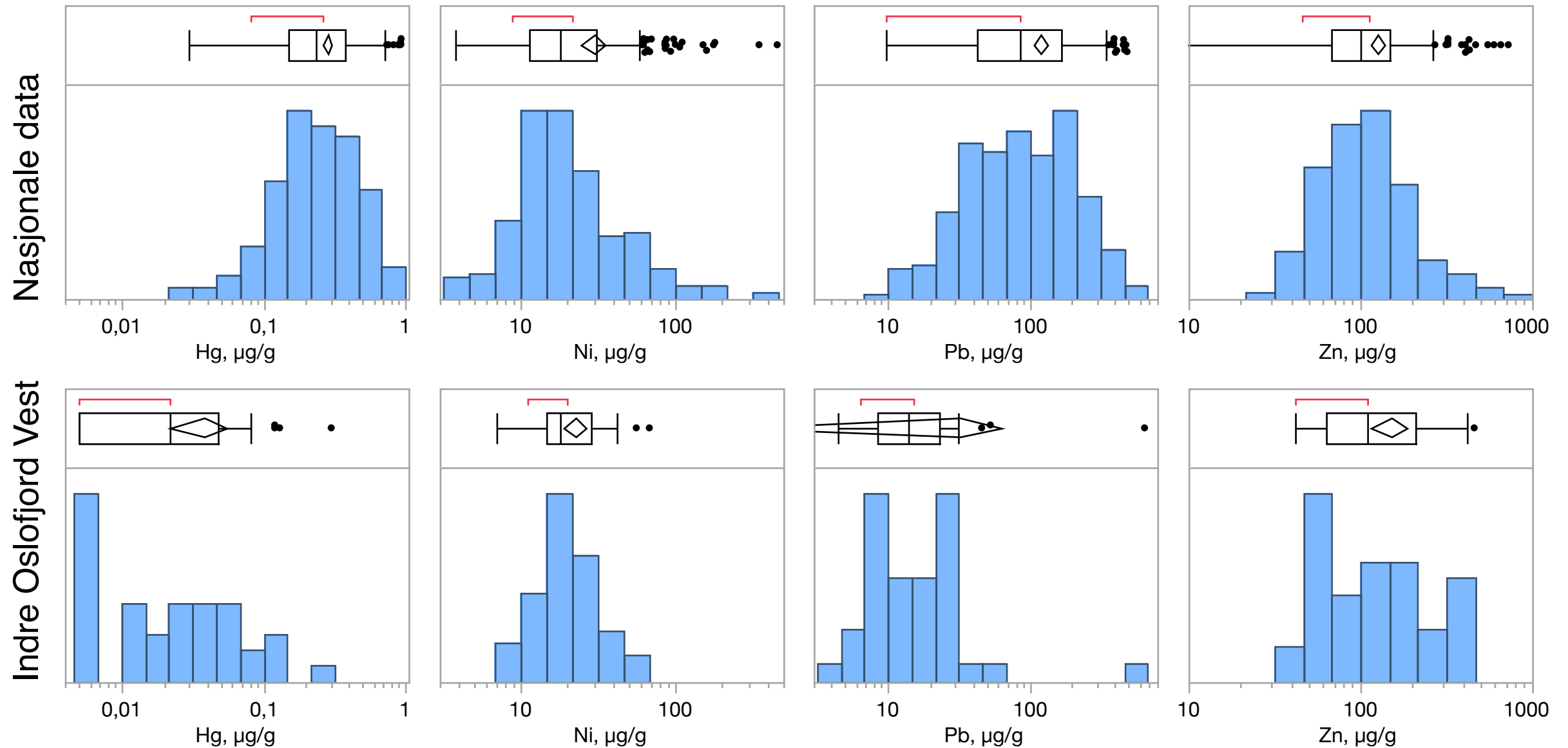


lenke: [Rognerud, S., Fjeld, E. et al. 2008. SFT Rapport TA-2362](#)

Sammenlikning med nasjonale data fra innsjøer (2004–2006)



Sammenlikning med nasjonale data fra innsjøer (2004–2006)

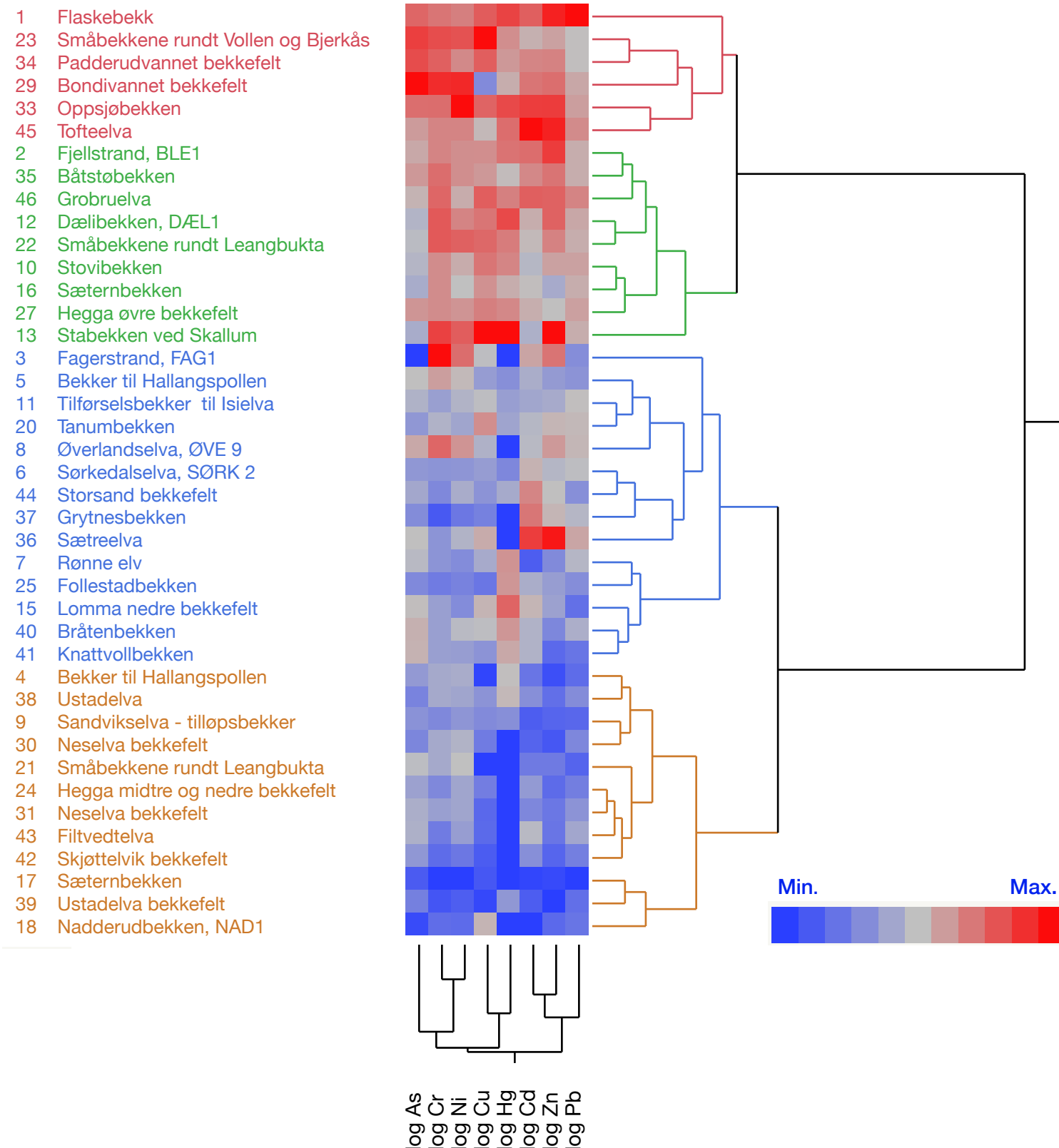


Kjemisk «fingerprinting»

- Finnes det for metallene noen karakteristiske kjemiske «fingeravtrykk» som kan brukes til å gruppere lokalitetene eller gi indikasjoner på kilder?
- Vi prøver multivariate teknikker som **clusteranalyser** og **prinsipal komponentanalyse** (PCA)
- Analysen avdekket ikke spesielle mønstre eller relasjoner mellom metallene, men grupperte stasjonene mye ut fra den generelle forekomsten av metaller

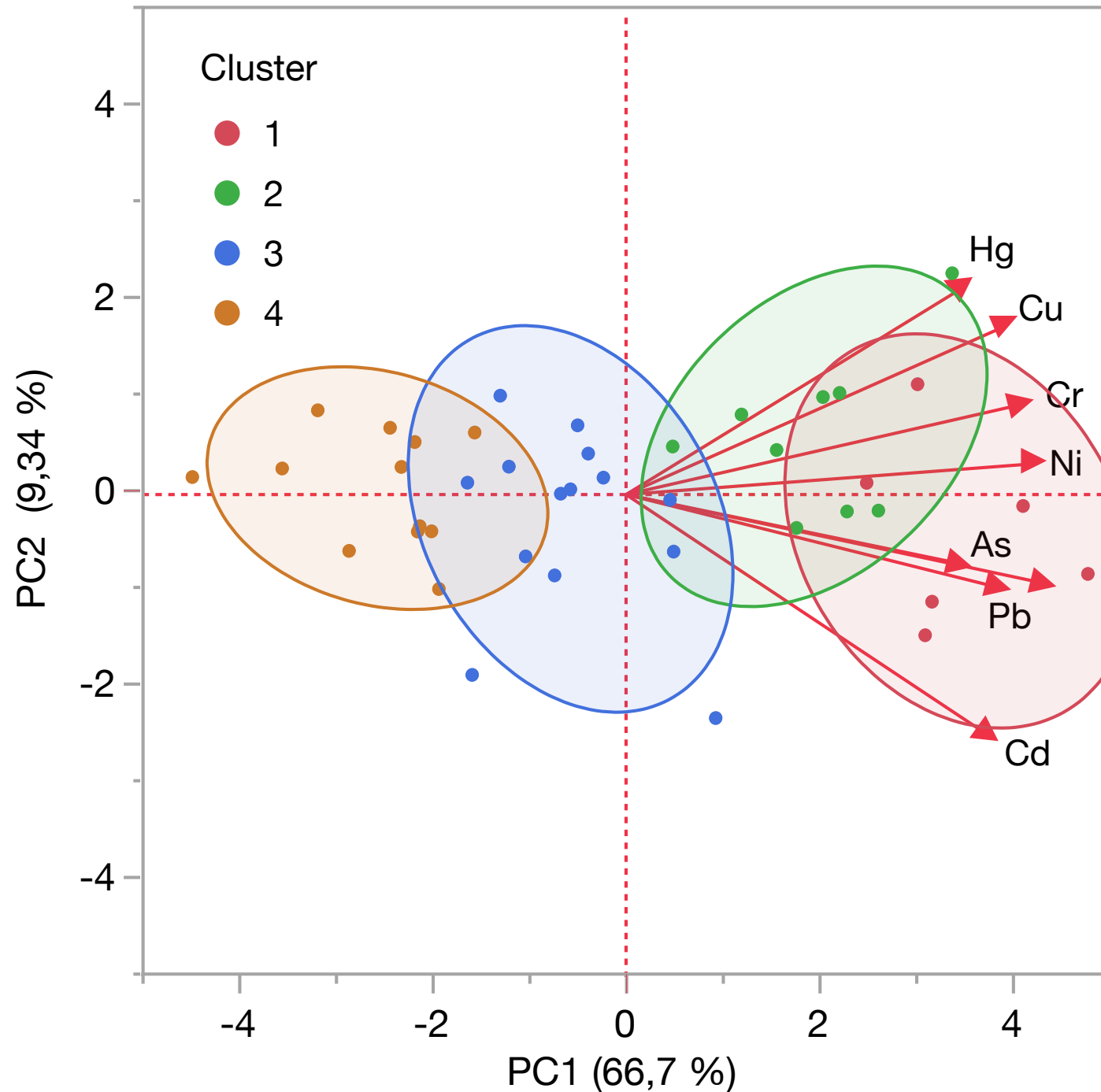


Tungmetaller clusteranalyse



- Fire hovedgrupper kunne identifiseres
- Atskilte seg i hovedsak ut fra de generelle nivåene av tungmetaller

Tungmetaller PCA-analyse



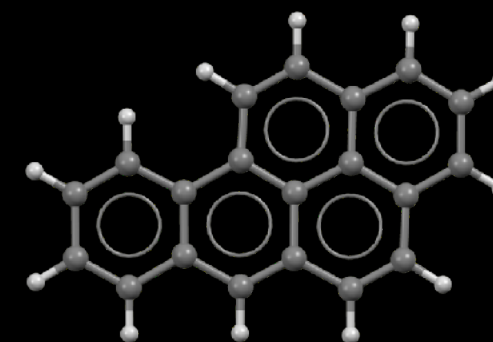
- De to første prinsipale komponentene (PC1 og 2) beskrev i alt 76% av den samlede variansen i datasettet
- PC1 (66,7%) beskrev en generell økning i konsentrasjonene
- PC2 (9,3%) var positivt korrelert med Hg, men negativt til Cd

Metaller – oppsummering

- Kriteriene for god miljøtilstand (EQS-verdiene) ble overskredet i 16 av 41 lokaliteter (39 %).
- Sink (Zn) var elementet med flest overskridelser med 16 av 41 prøver
- For de mest forurensede lokaliteten må avrenning fra vei og urbane områder påregnes å være en viktig kilde for både sink, kobber, kadmium og krom.
- Nivåene var generelt lavere enn de som fantes i en nasjonal innsjøundersøkelse fra 2004–2006, med unntak av sink. For bly, kvikksølv og kobber var nivåene i bekke- og elvesedimentene vesentlig lavere.
- For tolkningen av dataene ville det vært nyttig med analyser av flere støtteparametere, så som glødetap eller totalt organisk karbon.

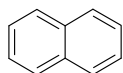
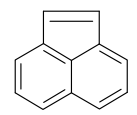
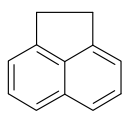
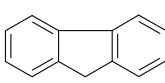
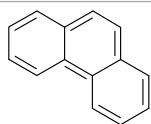
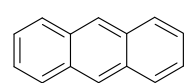
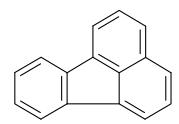
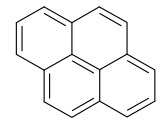
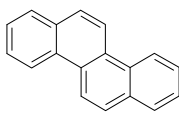
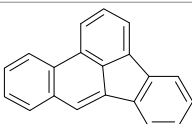
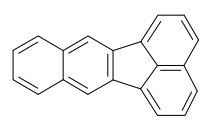
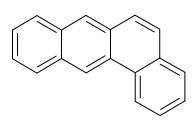
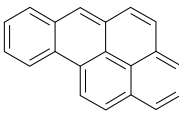
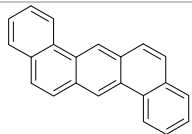
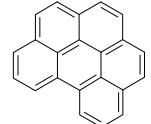
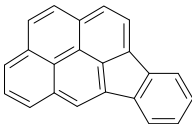
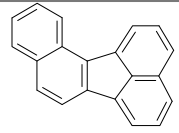
PAH – polycykliske aromatiske hydrokarboner

- Stor gruppe organiske forbindelser som inneholder flere aromatiske koblede ringforbindelser, fra enkle to-ringsforbindelser til mange ringer (>10)
- De er fettløslige og lite løselige i vann. I akvatiske systemer er de oftest adsorbert til partikler og organisk materiale. Flere PAH-forbindelser er kreftframkallende og toksiske. De metaboliseres i organismer og biomagnifiseres derfor i mindre grad enn andre persistente organiske miljøgifter.
- **Pyrogene kilder**
Forbrenningsprosesser, ufullstendig forbrenning av organisk materiale (fossilt brensel, ved, smelteverksindustri)
- **Petrogene kilder**
Petroleumsprodukter og fossilt brensel som olje, diesel, bensin, asfalt (bildekk kunne tidligere være tilsatt PAH-holdig olje)
- **Biogene kilder**
Biologisk produksjon, biosyntese
- **Diagene kilder**
Omdannelsesprosesser av organisk materiale i jord og sedimenter

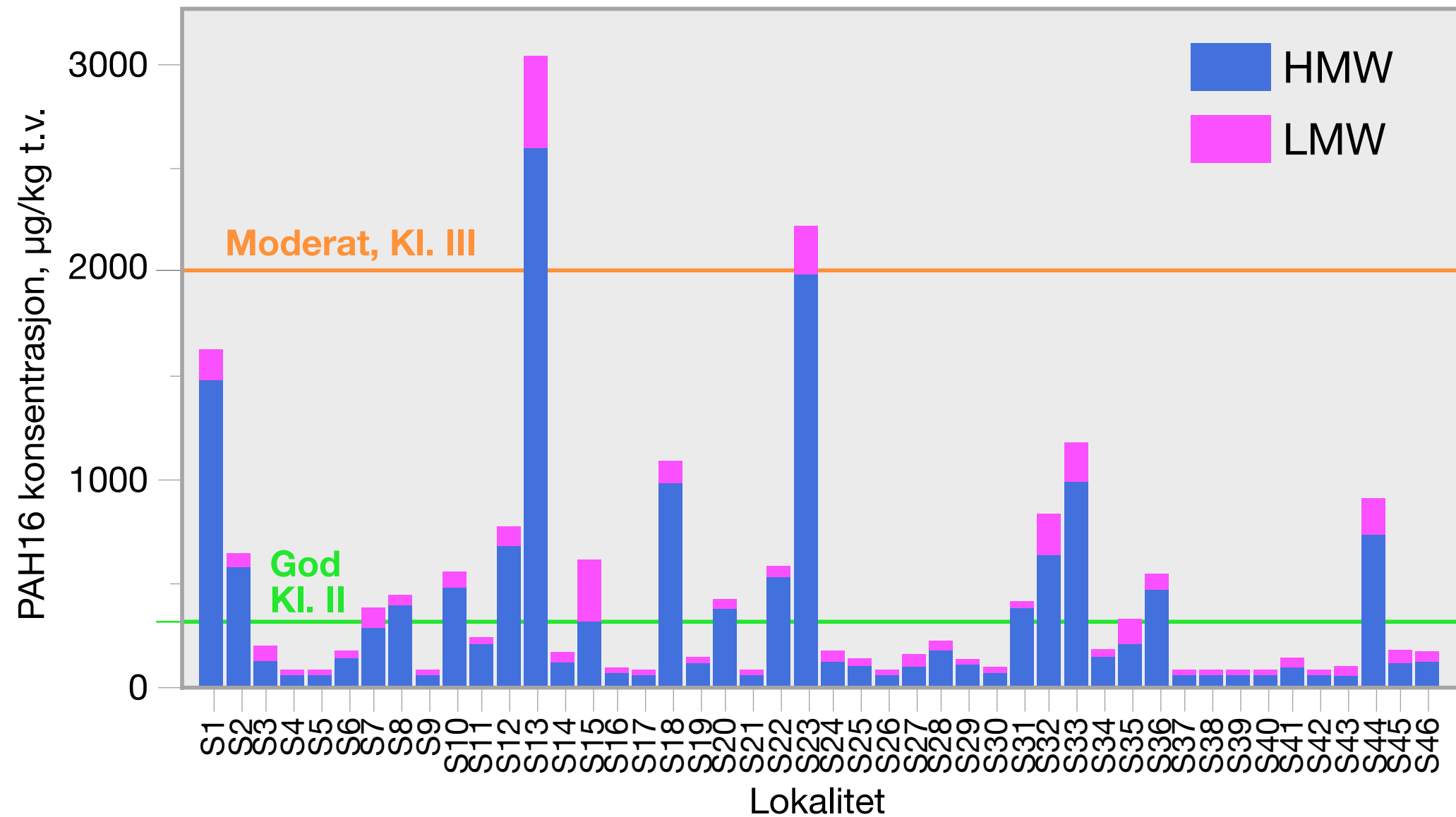


PAH – polycykliske aromatiske hydrokarboner

PAH 16 - forbindelser prioritert av US EPA

NAP	Naphthalene			Acenaphthylene	ACNLE
ACNE	Acenaphthene			Fluorene	FLE
PA	Phenanthrene			Anthracene	ANT
FLU	Fluoranthene			Pyrene	PYR
CHR	Chrysene			Benzo[b] fluoranthene	BBF
BKF	Benzo[k] fluoranthene			Benzo[a] anthracene	BAA
BAP	Benzo[a] pyrene			Dibenzo[a,h] anthracene	DBAHA
BGHIP	Benzo[ghi] perylene			Indeno[1,2,3- cd]pyrene	INDPYR
BJF	Benzo[j] fluoranthene			LMW Lav molekylvekt	
BJF: isomer analysert sammen med BBF, sum av disse kalles BBJF, ikke med i PAH16				HMW Høy molekylvekt	

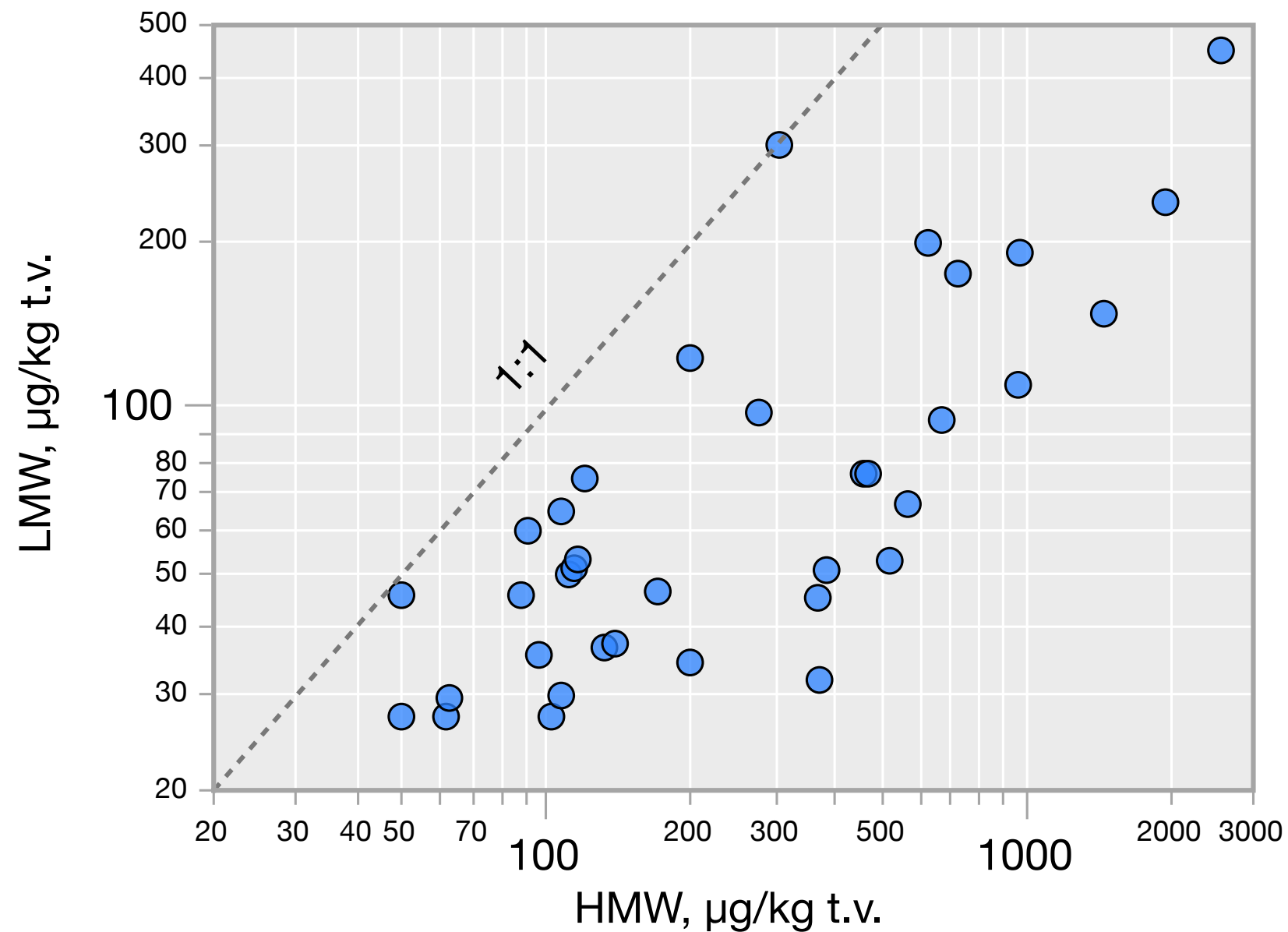
PAH – nivåer av lav- og høymolekylære forbindelser



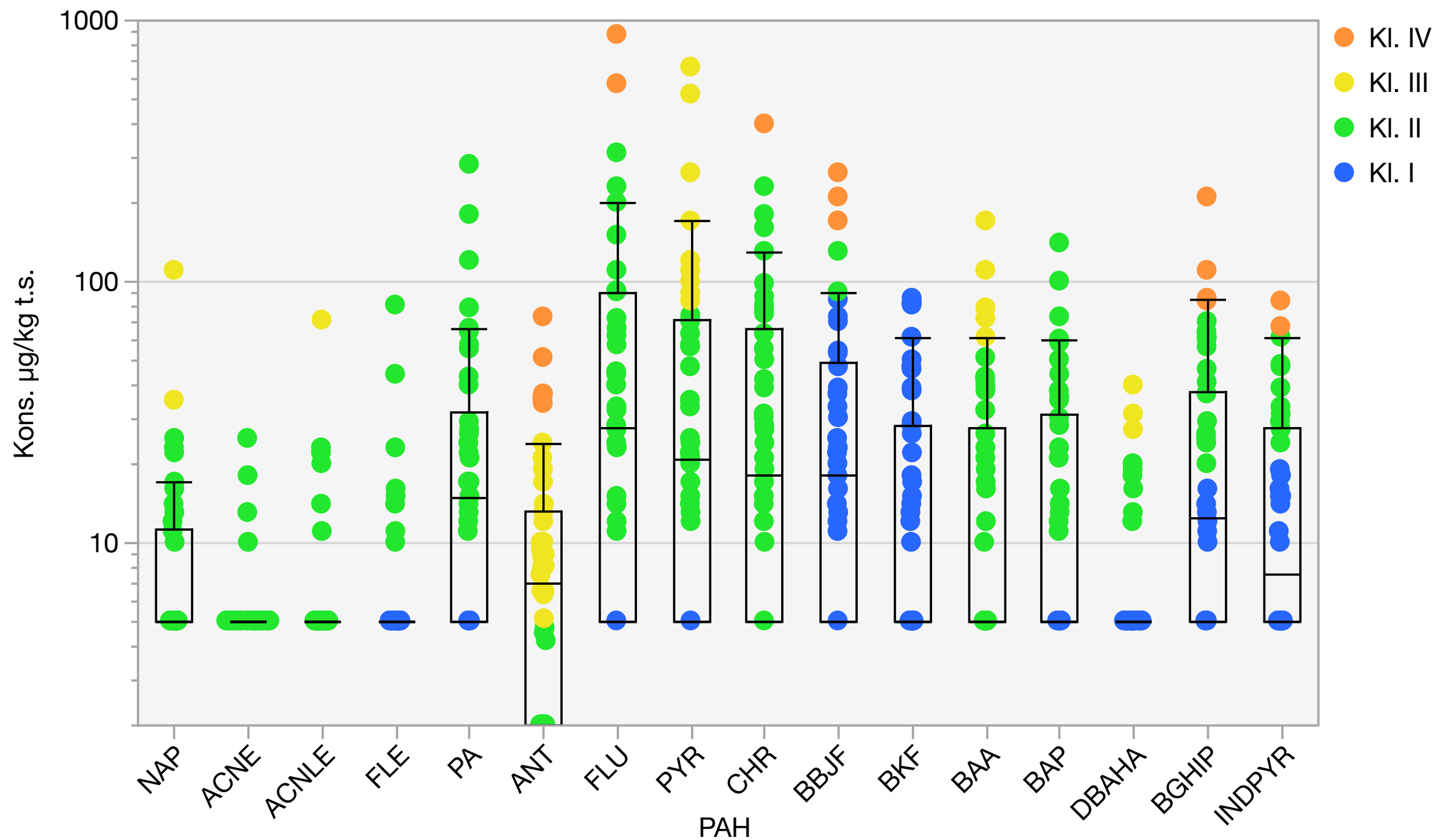
PAH – pyrogent vs. petrogent

Pyrogent: LMW/HMW >1

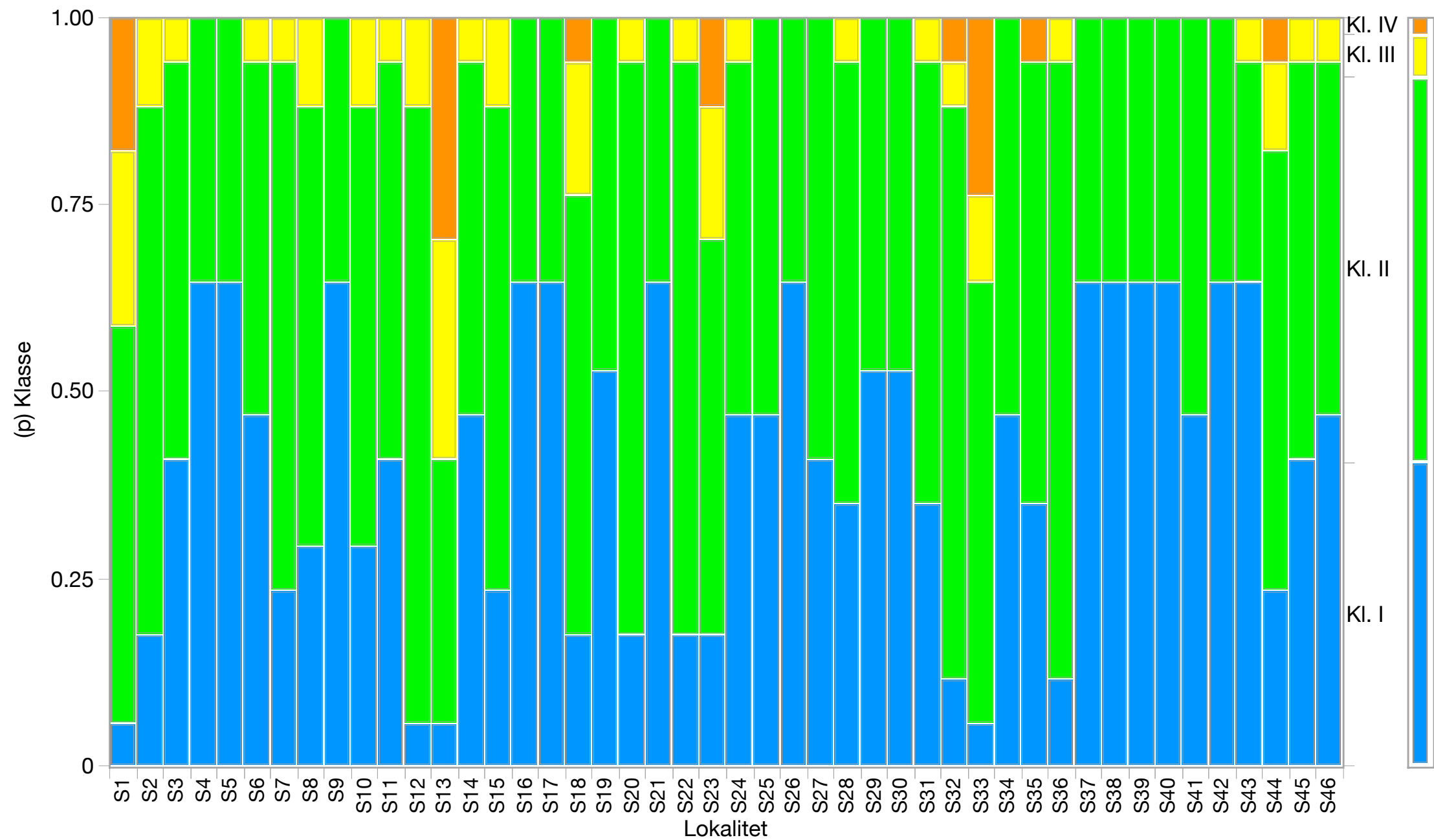
Petrogent: LMW/HMW <1



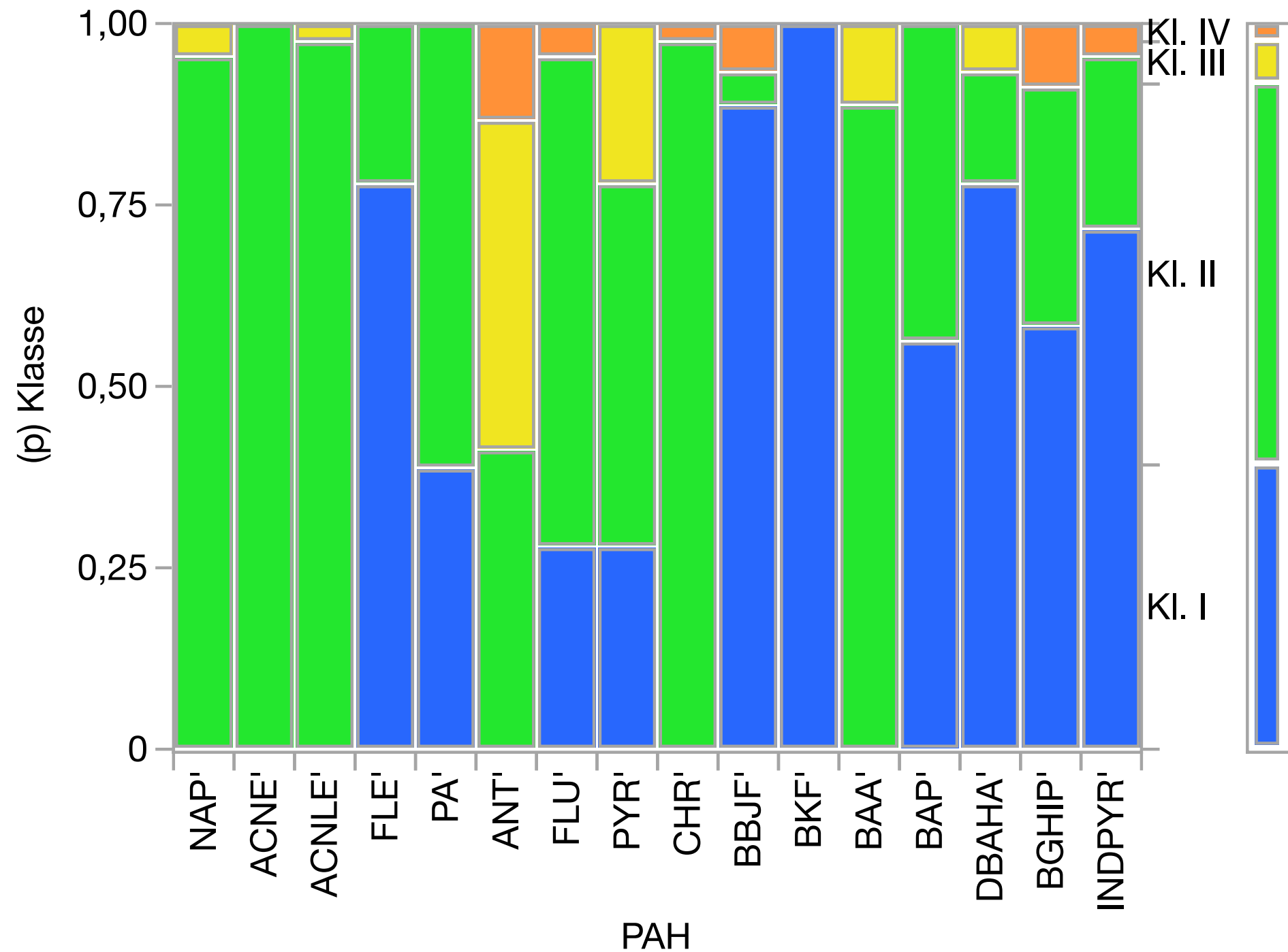
PAH – konsentrasjoner



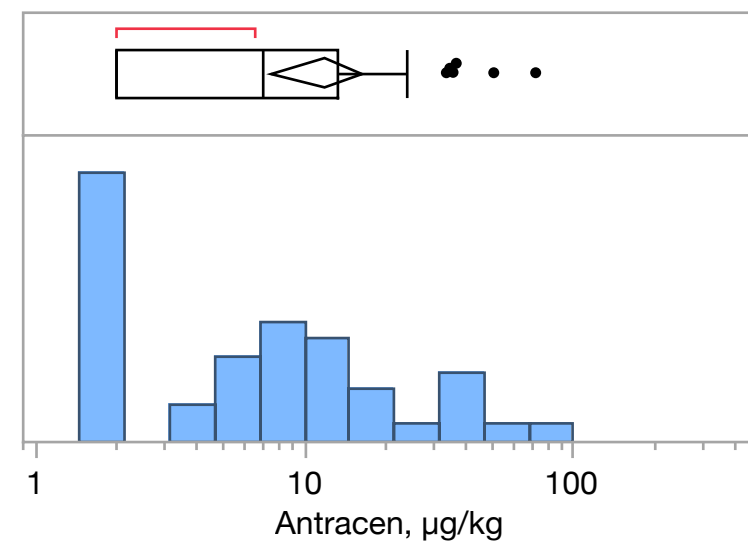
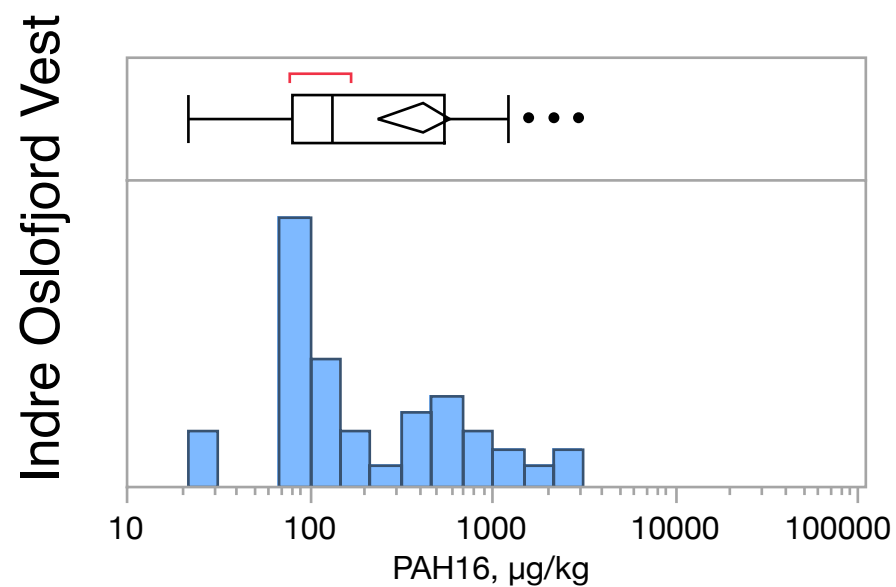
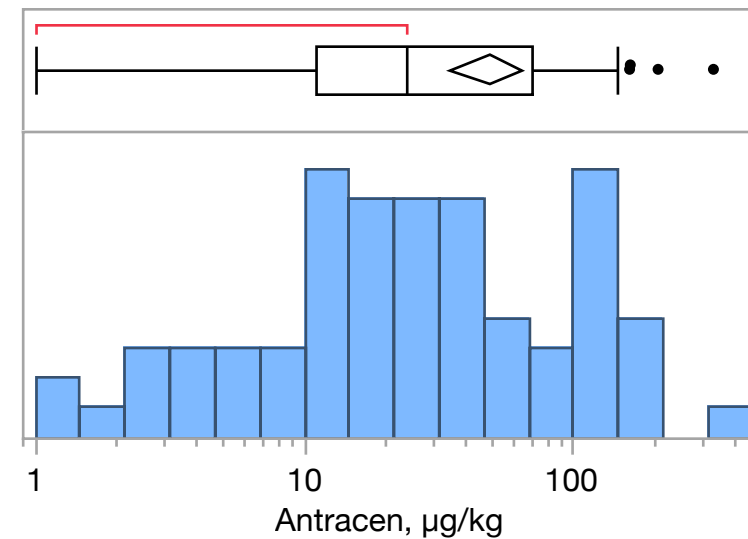
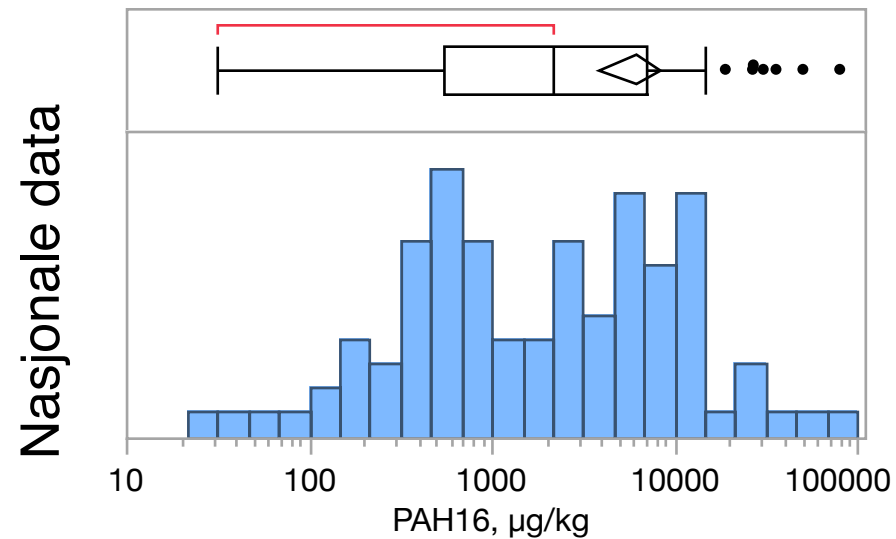
PAH – forekomst i klasser



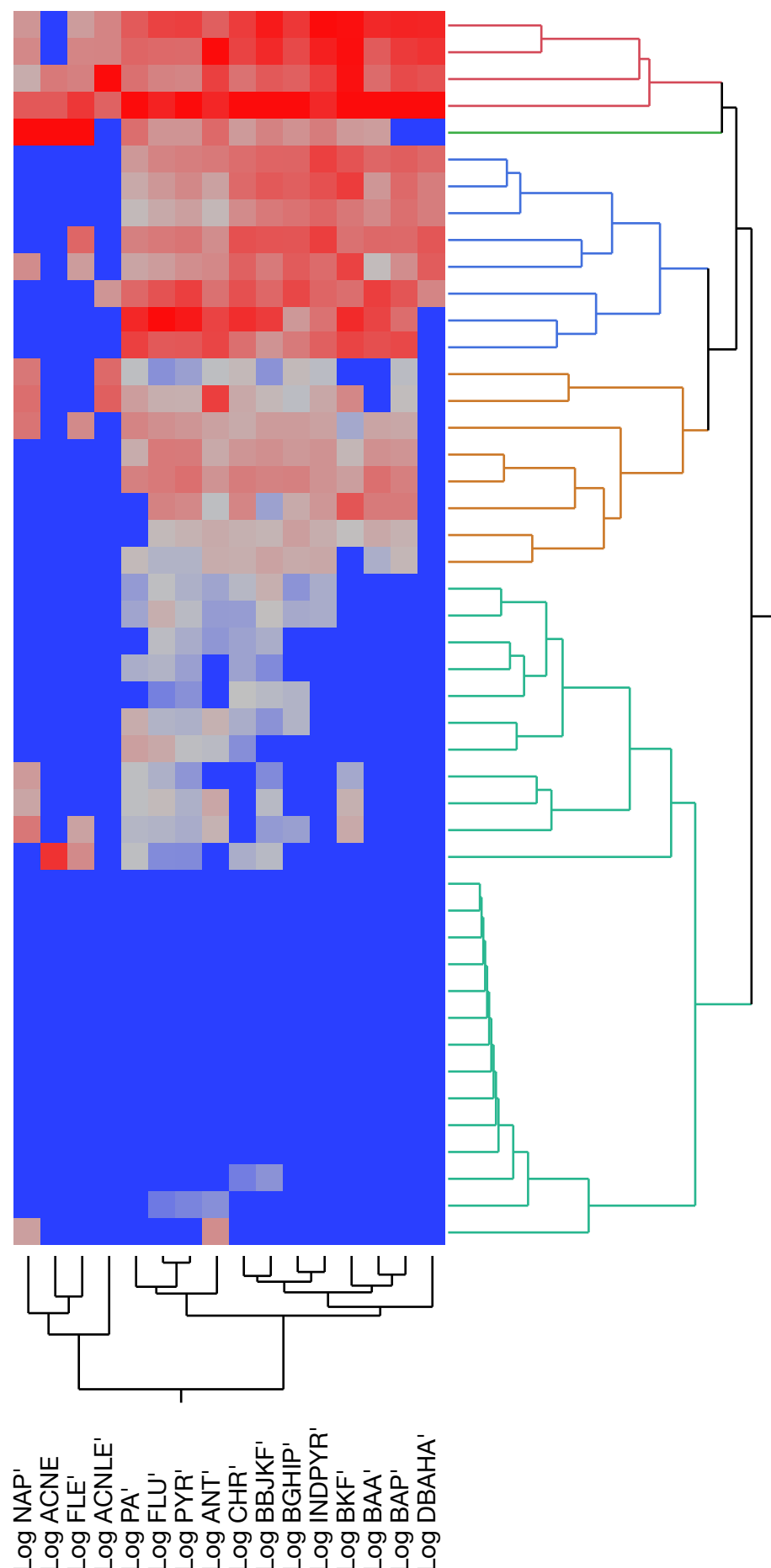
PAH – forekomst i klasser



Sammenlikning med nasjonale data fra innsjøer (2004–2006, n=69)



1 Flaskebekk
 33 Oppsjøbekken
 32 Padderudbekken
 13 Stabekken ved Skallum
 15 Lomma nedre bekkefelt
 2 Fjellstrand, BLE1
 22 Småbekkene rundt Leangbukta
 20 Tanumbekken
 12 Dælibekken, DÆL1
 36 Sætreelva
 18 Nadderudbekken, NAD1
 23 Småbekkene rundt Vollen og Bjerkås
 44 Storsand bekkefelt
 3 Fagerstrand, FAG1
 35 Båstøbekken
 7 Rønne elv
 8 Øverlandselva, ØVE 9
 10 Stovibekken
 31 Neselva bekkefelt
 11 Tilførselsbekker til Isielva
 28 Bestonbekken
 4 Sørkedalselva, SØRK 2
 5 Padderudvannet bekkefelt
 9 Stokkerelva, NES4
 17 Follestadbekken
 21 Bondivannet bekkefelt
 26 Lomma oppstrøms Glitredammen
 37 Hegga midtre og nedre bekkefelt
 38 Knattvollbekken
 39 Grobruelva
 40 Tofteelva
 42 Hegga øvre bekkefelt
 16 Bekker til Hallangspollen
 30 Bekker til Hallangspollen
 43 Sandvikselva - tilløpsbekker
 6 Sæternbekken
 34 Småbekkene rundt Leangbukta
 19 Kjoselva
 25 Grytnesbekken
 29 Ustadelva
 14 Ustadelva bekkefelt
 24 Bråtenbekken
 41 Skjøttelvik bekkefelt
 46 Sæternbekken
 45 Neselva bekkefelt
 27 Filtvedtelva



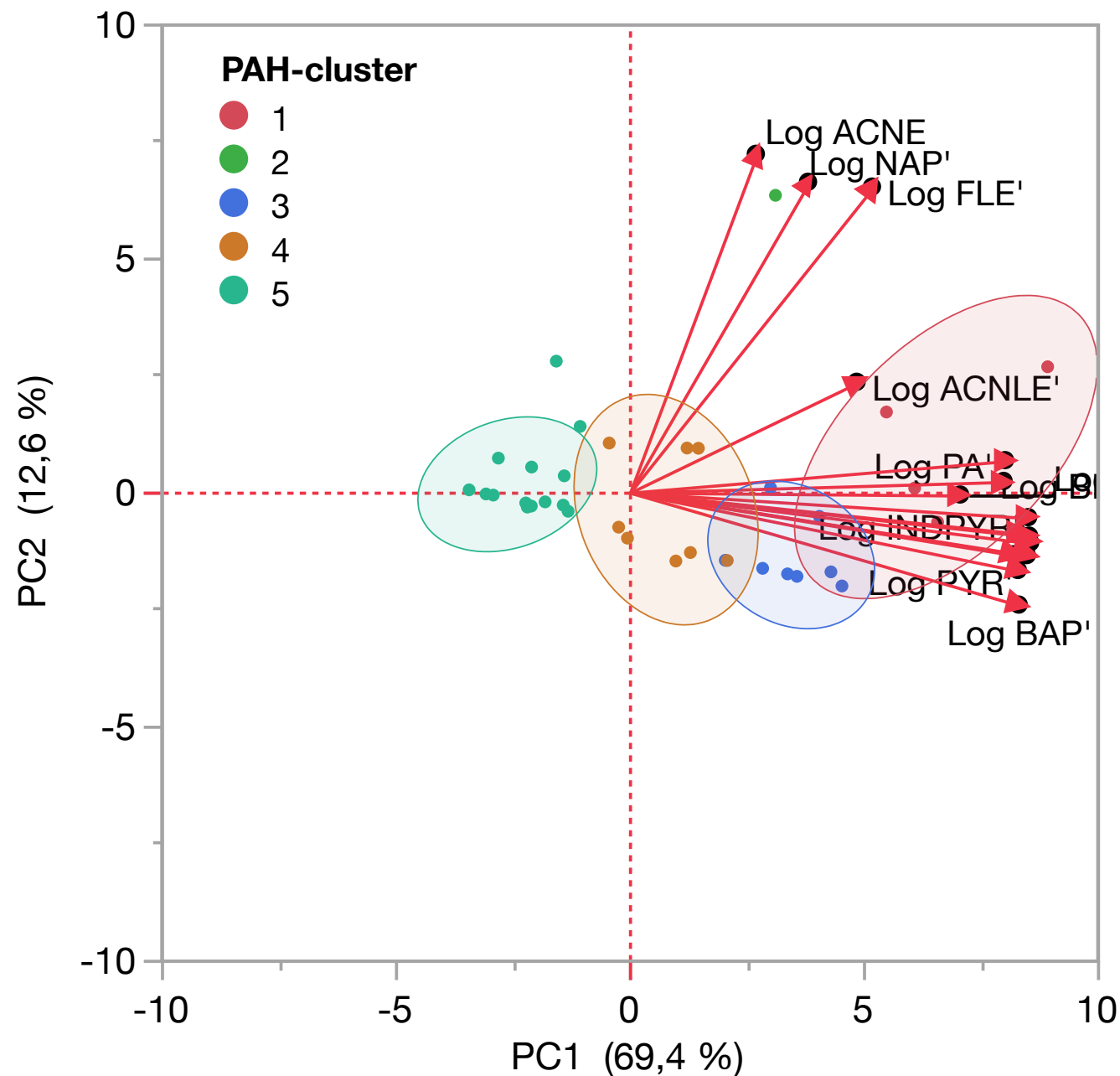
PAH – clusteranalyse

Fire hovedgrupper og en «uteligger» kunne identifiseres.

Hovedgruppene skilte seg fra hverandre med et varierende nivå og andel av høy- og lavmolekylær PAH.

Uteliggeren hadde et avvikende høyt innhold av lavmolekylær PAH.

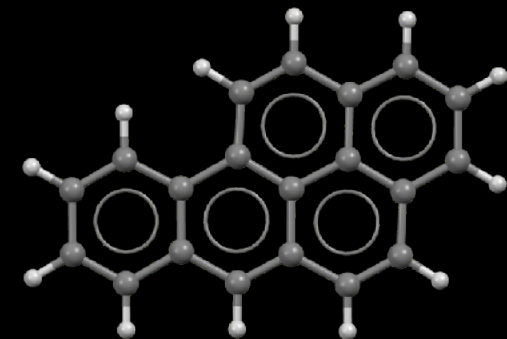
PAH – prinsipal komponentanalyse



- De to første prinsipale komponentene (PC1 og 2) beskrev i alt 72% av den samlede variansen i datasettet
- PC1 (69,4%) var assosiert til de tyngre PAH'ene
- PC2 (12,6%) var positivt korrelert med lette PAH'er (ACNE, FLE og NAP)

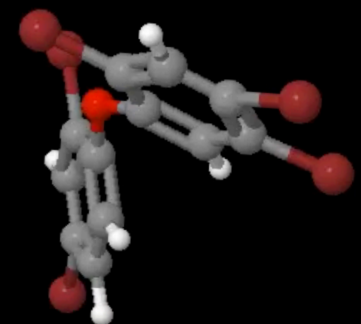
PAH – oppsummering

- Kriteriene for god miljøtilstand (EQS-verdiene) ble overskredet i 27 av 46 lokaliteter (59 %).
- Forbindelsen antracen var den med flest overskridelser med 27 av 46 prøver (59 %)
- Forbindelsene med høy molekylvekt (HMW) dominerte generelt over de lavmolekylære (LMW), med ett unntak. Dette tyder på at PAH-ene i all hovedsak stammet fra forbrenning (pyrogene).
- Nivåene var generelt lavere enn de som fantes i en nasjonal innsjøundersøkelse fra 2004–2006.



Andre organiske miljøgifter

- **PCB**
For PCB7 ble EQS-grensene overskredet i 8 av 41 lokaliteter (20 %)
- **Klorerte parafiner**
Ingen overskridelser (6 prøver)
- **Perfluorerte alkylsubstanser** (PFOS, PFOA)
Ingen overskridelser (7 prøver)
- **Bromerte flammehemmere** (PBDE)
Ingen overskridelser (6 prøver)



Oppsummering – anbefalinger

- Av 46 lokaliteter var ble EQS-verdiene overskredet i 28 tilfeller (61 %)
- PAH var den gruppen med miljøgifter som forårsaket flest overskridelser. Forbindelsen antracen var den enkelte PAH som bidro til flest overskridelser. Kan EQS-verdien for antracen ha vært satt for lav i forhold til dagens forekommende bakgrunnsnivå?
- Av metallene var det sink som forårsaket flest overskridelser.
- Nivåene av de undersøkte miljøgiftene samvarierer mye, noe som tyder på en generell og diffus påvirkning – uten klart definerte punktkilder. Avrenning fra urbane områder og vei er trolig viktigste lokale kilder.
- Framtidige undersøkelser bør inkludere støtteparameter som organisk karbon eller glødetap i sedimentet. Dette for å kunne tolke resultatene bedre.

Takk for oppmerksomheten!



- og en takk til Terje Bøhler (Senatur) for assistanse i feltarbeidet
til ALS Laboratory Group for god hjelp med analysene
og til vannområdekoordinatør Ingvild Tandberg for oppdraget.