

Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget

Bunndyr i eutrofe bekker og elver

Høsten 2023



Catharina Broch og Ingvar Spikkeland

ØSTFOLD  MUSEENE

HALDENVASSDRAGETS KANALMUSEUM

Forord

Bunndyrovervåkingen i Haldenvassdraget høsten 2023 er det 16. året i rekken siden dette overvåkningsprogrammet startet i 2008. Årets feltarbeid ble gjennomført sammen med Ingvar Spikkeland, og han har også gjort en betydelig andel av arbeidet med artsidentifiseringen. Jeg vil beklage at den endelige ferdigstillingen av denne rapporten ble sterkt forsinket. Dette har jeg alene skylden for.

Oppdragsgiver for arbeidet er Lars Kristian Selbekk, leder for Haldenvassdraget vannområde.

Catharina Broch

Haldenvassdragets Kanalmuseum - Østfoldmuseene

April 2025

Rapport nr. 17

Forsidefoto: Ystehedebekken (Halden kommune), foto: Catharina Broch



Foto 1. Kirkebekken (Halden kommune). Foto: Catharina Broch.

Sammendrag

Bakgrunnen for den årlige bunndyrovervåkningen av eutrofe bekker og elver i Haldenvassdraget er knyttet til implementeringen av EUs vanndirektiv som forplikter Norge til en bærekraftig forvaltning av alle akvatiske økosystemer. Haldenvassdraget har over lang tid vært preget av dårlig vannkvalitet som i hovedsak skyldes tilførsel av plantenæringsstoffer knyttet til avrenning fra jordbruk, skogbruk og spredt avløp. Dette overvåkningsprogrammet evaluerer bunndyrsamfunnenes følsomhet for eutrofiering ved bruk av ASPT-indeksen.

Årets bunndyrovervåkning omfatter til sammen 17 stasjoner; 8 elver/bekker i Aremark kommune, 7 i Halden, 2 i Aurskog-Høland og 1 i Marker. Feltarbeidet ble utført i perioden 23. oktober – 1. november 2023, og innsamlingen av bunndyrprøvene ble gjort ved bruk av sparkemetoden. Ved hver stasjon ble det i tillegg samlet inn en vannprøve for analyser av vannkjemi.

Vurderingen av bunndyrsamfunnene ved de 17 stasjonene viser at miljøtilstanden ved 10 av stasjonene er i dårlig eller moderat økologisk tilstand og at de resterende 7 stasjonene er i god eller svært god tilstand. Dette antyder at tilførsel av plantenæringsstoffer har en effekt som tydelig forringer vannkvaliteten i over halvparten av de undersøkte elvene/bekkene, og at ytterligere tiltak i de berørte delene av nedbørsfeltet er nødvendig for å bedre tilstanden.

Blanketjernsbekken er resipient til renseanlegget i Aremark og ble denne høsten vurdert å være i god økologisk tilstand i følge ASPT-indeksen, men inntrykket fra felt- og labarbeidet er at dette er en bekk i dårlig tilstand. Dette tydeliggjør at ASPT-verdien kun kan gi en vurdering av vannmiljøets tilstand knyttet til forurensing av plantenæringsstoffer, men ikke andre typer kilder til forurensing som sannsynlig er en faktor i Blanketjernsbekken.

To fremmedarter ble funnet i høstens undersøkelser; vandrepollsnegl *Potamopyrgus antipodarum* og amfipoden *Gammarus tigrinus*. Begge ble funnet i Kirkebekken i Halden som har direkte utløp i Torpbukta i Iddefjorden som er det sannsynlige spredningsområdet. Begge artene er oppført i kategorien *Svært høy risiko* i den norske fremmedartslista fordi de har et stort invasjonspotensial og høy økologisk effekt.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	4
Innholdsfortegnelse	5
Innledning	6
Materialer og metoder	9
Resultater.....	14
Diskusjon og konklusjon.....	22
Referanser.....	25
Vedlegg	27

Innledning

Bakgrunnen for den årlige bunndyrovervåkingen av eutrofe bekker og elver i Haldenvassdraget er knyttet til implementeringen av EUs vanndirektiv som er iverksatt i Norge gjennom vannforskriften. I disse forpliktende dokumentene beskrives rammene for en bærekraftig forvaltning av alle akvatiske økosystemer som innebærer etablering av overvåkningsprogrammer.

Miljøovervåkingen i Norge er koordinert av Miljødirektoratet som har laget et klassifiseringssystem for miljøtilstand i vann som i hovedsak baserer seg på de biologiske elementene (alger, vannplanter og virvelløse bunndyr) for å angi om vannforekomsten er i *svært dårlig*, *dårlig*, *moderat*, *god* og *svært god* tilstand (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018a). Det nasjonale målet for alle vannforekomster er at de skal være i tilstandsklassene *god* eller *svært god* innen 2027, men noen vannforekomster, blant annet i Haldenvassdraget, har fått utsatt frist til 2033 (Vannregionmyndigheten for Innlandet og Viken vannregion, 2021).

Haldenvassdraget har over lang tid vært preget av dårlig vannkvalitet som i hovedsak skyldes tilførsel av plantenæringsstoffer knyttet til avrenning fra jordbruk, skogbruk og spredt avløp. Eutrofiering er derfor en hovedutfordring i Haldenvassdraget, og dette overvåkningsprogrammet, som evaluerer bunndyrsamfunnenes følsomhet for eutrofiering, er en del av flere programmer i Haldenvassdraget som overvåker denne problematikken.

Bunndyrovervåkingen i Haldenvassdraget startet i 2008 med en 4-årig tilstandskartlegging av 40 bekker og elver i Aurskog-Høland, Marker og Aremark kommuner. Etter den innledende *tilstandskartleggingen*, har det siden 2012 vært gjennomført en *tilstandsovervåking* hvor hver bunndyrstasjon i programmet etter planen undersøkes hvert tredje år. Fra de innledningsvis 40 overvåkningsstasjonene, har noen stasjoner blitt tatt ut av programmet og noen nye har kommet inn; i 2017 ble det blant annet inkludert 10 stasjoner fra et tilsvarende overvåkningsprogram i Halden. For en mer detaljert beskrivelse av historikken til overvåkningsprogrammet, se Spikkeland 2021.

I år ble fire nye stasjoner lagt til bunndyrovervåkingen i Haldenvassdraget, to i Aurskog-Høland kommune (Tukkuelva og Oselva), én i Marker (Engselva), og én i Aremark (Tolsbybekken). Disse elvene/bekkene er ikke en del av Haldenvassdraget, men tilhører det tilstøtende vassdraget i øst, Upperudsälven, som i hovedsak har utstrekning over Värmland og Dalsland i Sverige. Årsaken til at disse elvene er blitt innlemmet i dette overvåkningsprogrammet, er fordi Haldenvassdraget vannområde

har tatt over forvaltningsansvaret for de norske delene av Upperudsälven. Medregnet disse fire stasjonene inkluderer overvåkningsprogrammet i Haldenvassdraget per 2023 totalt 51 bunndyrstasjoner.

Stasjonene i årets bunndyrovervåkning omfatter 8 elver/bekker i Aremark kommune, 7 i Halden, 2 i Aurskog-Høland og 1 i Marker. For alle stasjonene i Aremark og Halden er det tre år siden forrige tilstandsundersøkelse, og denne sesongen er for de fleste stasjonene i Aremark den 6. gangen og for Halden den 5. gangen en tilstandsundersøkelse av bunndyrsamfunnet har blitt gjennomført.

Ved forrige tilstandsvurdering av årets bunndyrstasjoner i Aremark, ble 3 av stasjonene klassifisert i dårlig tilstand, 3 i moderat og 1 i god tilstand. Og for årets bunndyrstasjoner i Halden, ble 1 klassifisert i dårlig tilstand, 5 i moderat tilstand og 1 i god tilstand ved forrige undersøkelse. Denne rapporten viser resultatene av bunndyrundersøkelsene høsten 2023.



Foto 2. Melbyelva (Aremark kommune). Foto: Catharina Broch.

Materialer og metoder

Bunndyrstasjonene

Bekkene og elvene som ble undersøkt høsten 2023 er angitt i tabell 1 og på kartet på neste side (figur 1). For bekkene i Aremark med ID 21-37 er høstens undersøkelse den 6. gangen en tilstandsvurdering er blitt gjort, og hvor den forrige var for tre år siden. Blanketjernsbekken var ny stasjon i 2020, og Tolsbybekken er ny stasjon i år.

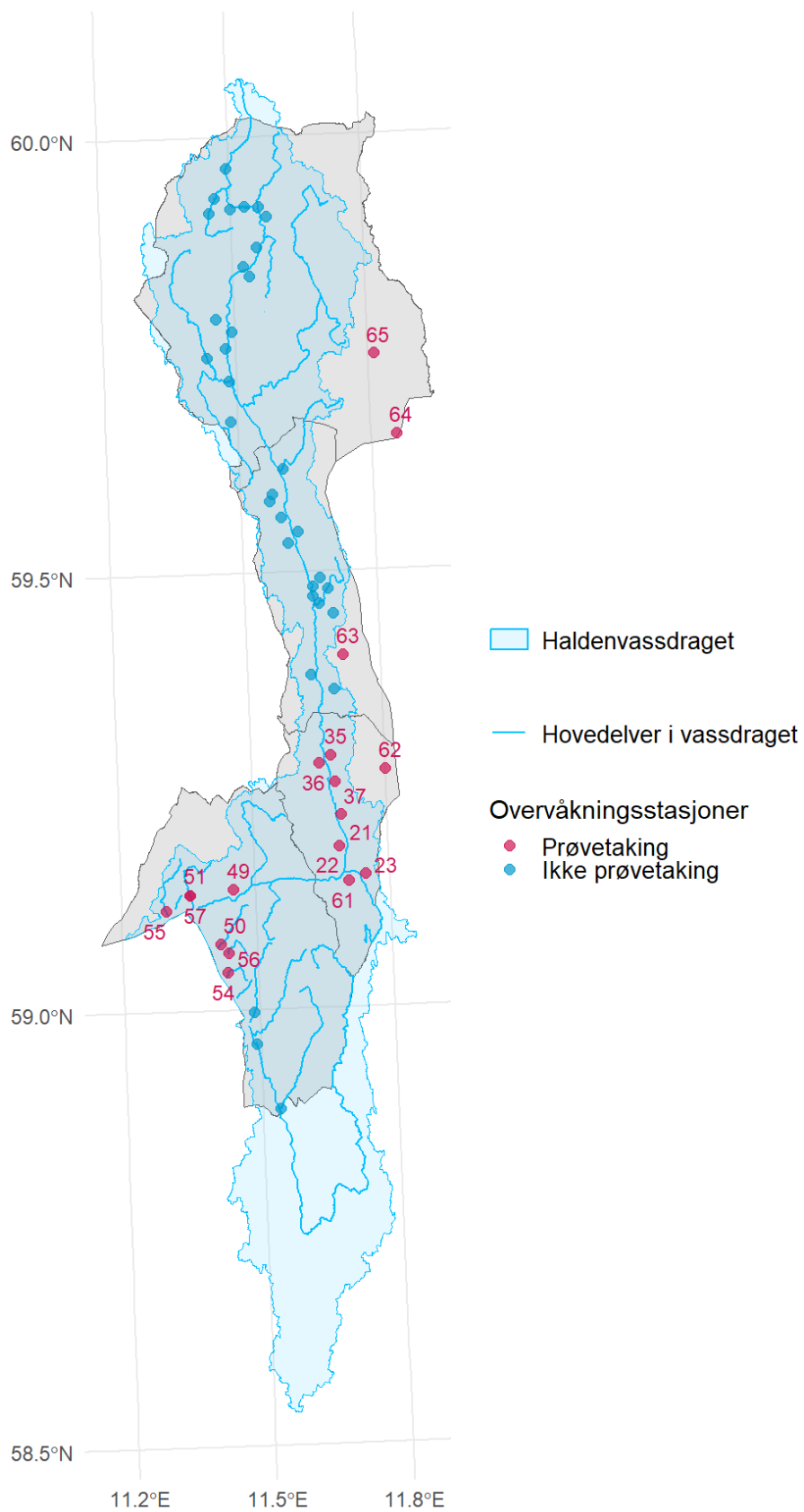
For bekkene i Halden med ID 49, 50, 51, 55 og 56 er årets undersøkelser den femte i rekken og for ID 54 den fjerde. For disse stasjonene har vi ikke inkludert resultatene fra de to første tilstandsvurderingene i denne rapporten, da disse stasjonene ikke ble en del Kanalmuseets oppdrag før i 2017. Alle stasjonene i Halden ble sist undersøkt for tre år siden. Strupebekken ble forsøkt undersøkt i år, men tilsynelatende endringer av bekkeløpet gjorde at vi ikke fant stasjonen.

Engselva i Marker, og Tukkuelva og Oselva i Aurskog-Høland er nye bekker for overvåkningsprogrammet, men har tidligere vært undersøkt av Ingvar Spikkeland i henholdsvis 2009 og 2020 (Engselva) og 2013 (Tukkuelva og Oselva).

Tabell 1. Bunndyrstasjonene høsten 2023

ID	Stasjon	Kommune	Nord	Øst
21	Meieribekken	Aremark	6567724	653949
22	Sandbekken	Aremark	6563733	653730
23	Melbyelva	Aremark	6560186	657087
35	Fangebekken	Aremark	6575300	652638
36	Rivebekken	Aremark	6574275	651106
37	Iglerødbekken	Aremark	6571900	653178
61	Blanketjernsbekken	Aremark	6559274	654937
62	Tolsbybekken	Aremark	6573626	659615
49	Asakbekken	Halden	6558060	640253
50	Kirkebekken	Halden	6551127	638621
51	Remmenbekken	Halden	6557269	634716
54	Sanderødbekken	Halden	6547497	639575
55	Unnebergbekken	Halden	6555202	631663
56	Ystehedebekken	Halden	6549995	639620
57	Strupebekken	Halden	6557269	634716
63	Engselva	Marker	6588178	654200
64	Oselva	Aurskog-Høland	6616454	661005
65	Tukkuelva	Aurskog-Høland	6626626	658105

Merknad: Koordinater refererer til lokal UTM-sone 32V.



Figur 1. Kart over Haldenvassdraget og bunndyrstasjonene det ble tatt prøver fra høsten 2023 (nummererte rosa sirkler). Det blå området viser utstrekningen til Haldenvassdraget over de fire kommunene Aurskog-Høland (lengst nord), Marker, Aremark og Halden (lengst sør).

Innsamling av prøver

Innsamlingen av bunndyrprøvene ble gjort ved bruk av sparkemetoden i henhold til føringene gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018a). Prøvene ble samlet ved hjelp av en sparkehåv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 cm. Ved prøvetaking holdes håven med åpningen motstrøms, slik at bunnssubstratet som sparkes oppstrøms håven samles i posen. Ved hver stasjon ble det sparket ca. 9 x 1 meter med bunnssubstrat på ulike steder i bekken/elven. Ved hver stasjon ble det i tillegg samlet inn en vannprøve for analyser av vannkjemi. Innsamlingene ble gjort i perioden 23. oktober – 1. november 2023.

Sortering og artsbestemmelse

Bunndyrprøvene ble gjennomgått samme dag eller dagen etter prøvetidspunktet, og en stor andel av alle dyrene i prøvene ble plukket ut og ført over på dramsglass med etanol (ca 75%). For særlig individrike taxa, slik som døgnfluelarver, gråsugge og elvebiller, ble kun en andel av individene i prøven plukket ut.

I henhold til klassifiseringsveilederen, ble alle individer tilhørende følgende rekker bestemt til familie: Døgnfluer (Ephemeroptera), Vårfluer (Trichoptera), Mudderfluer (Megaloptera), Steinfluer (Plecoptera), Øyenstikkere (Odonata), Teger (Hemiptera), Biller (Coleoptera), Tovinger (Diptera), Snegl (Gastropoda), Muslinger (Bivalvia), Krepser (Crustacea), Flatormer (Turbellaria), Iglar (Hirudinea) og Fåbørstemark (Oligochaeta; kun bestemt til rekke). Det er utvalgte familier i disse rekkene som brukes til å beregne den økologiske indeksen ASPT, som angir bunndyrsamfunnets toleranse for eutrofiering.

For flere av dyregruppene ble individene i prøvene også bestemt til art, og alle individer tilhørende andre grupper enn de ovennevnte ble også registrert (vedlegg 1).

Vannkjemiske analyser

Fra vannprøven som ble samlet inn ved hver bunndyrstasjon, ble det målt vannets temperatur, spesifikke ledningsevne, kalsiumnivå, pH og farge. Temperatur og ledningsevne ble målt med en håndholdt ledningsevнемåler av typen VWR CO310M. Kalsiumnivået ble bestemt med EDTA-titrering ved hjelp av en digital-titrerer fra HACH. Vannets pH ble bestemt kolorimetrisk med et test-sett fra HACH som bruker bromtymolblått (BTB) som pH-indikator, og vannets farge ble bestemt med en fargekomparator fra Lovibond.

Vassdragvariabler

Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) har et kart- og analyseverktøy for vassdrag i Norge kalt *Nevina* (<https://nevina.nve.no/>), hvor man kan hente ut arealinformasjon om vassdrags nedbørsfelt. For hvert av delvassdragene til høstens bunndyrstasjoner, har vi ved hjelp av dette verktøyet hentet informasjon om andelen dyrket mark, skog, myr og leire i nedbørsfeltenes areal.

Matematiske analyser

Den økologiske indeksen ASPT (Average Score per Taxon), som angir bunndyr-samfunnets toleranse for eutrofiering, ble beregnet som angitt i formel 1 (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018b).

$$ASPT = \frac{\sum \text{toleranseverdier alle familier i prøven}}{\text{antall familier i prøven}} \quad (\text{formel 1})$$

Videre ble EQR (Ecological quality ratio) beregnet som angitt i formel 2.

$$EQR = \frac{\text{Beregnet ASPTverdi}}{\text{Referanseverdi}} \quad (\text{formel 2})$$

Referanseverdien for ASPT er 6,9 som angir grensen mellom god og svært god økologisk tilstand. EQR gir dermed et mål på avviket mellom beregnet tilstand og referansetilstanden (svært god økologisk tilstand).

For å kunne gjøre EQR-verdien, som her er beregnet med utgangspunkt i ASPT-indeksen, sammenlignbar med andre økologiske indekser (f.eks. forsuringsindeksen RAMI), ble normalisert EQR (nEQR) beregnet ved hjelp av en formel gitt i regnearket tilgjengelig på vannportalen.no (Vannportalen, 2023).

Analysene og alle datavisualiseringene er gjort i programmeringsverktøyet R (R Core Team, 2024).



Foto 3. Innsamlingsbeholdere ved Sanderødbekken (Halden kommune). Foto: Catharina Broch

Resultater

Artsresultater

Resultatene for bunndyrundersøkelsene høsten 2023 er oppsummert i tabell 2 og figur 2. Basert på den beregnede ASPT-indeksen, er 5 av stasjonene klassifisert i dårlig økologisk tilstand, 2 på grensen mellom dårlig og moderat, 3 i moderat økologisk tilstand, 5 i god og 2 på grensen mellom god og svært god økologisk tilstand.

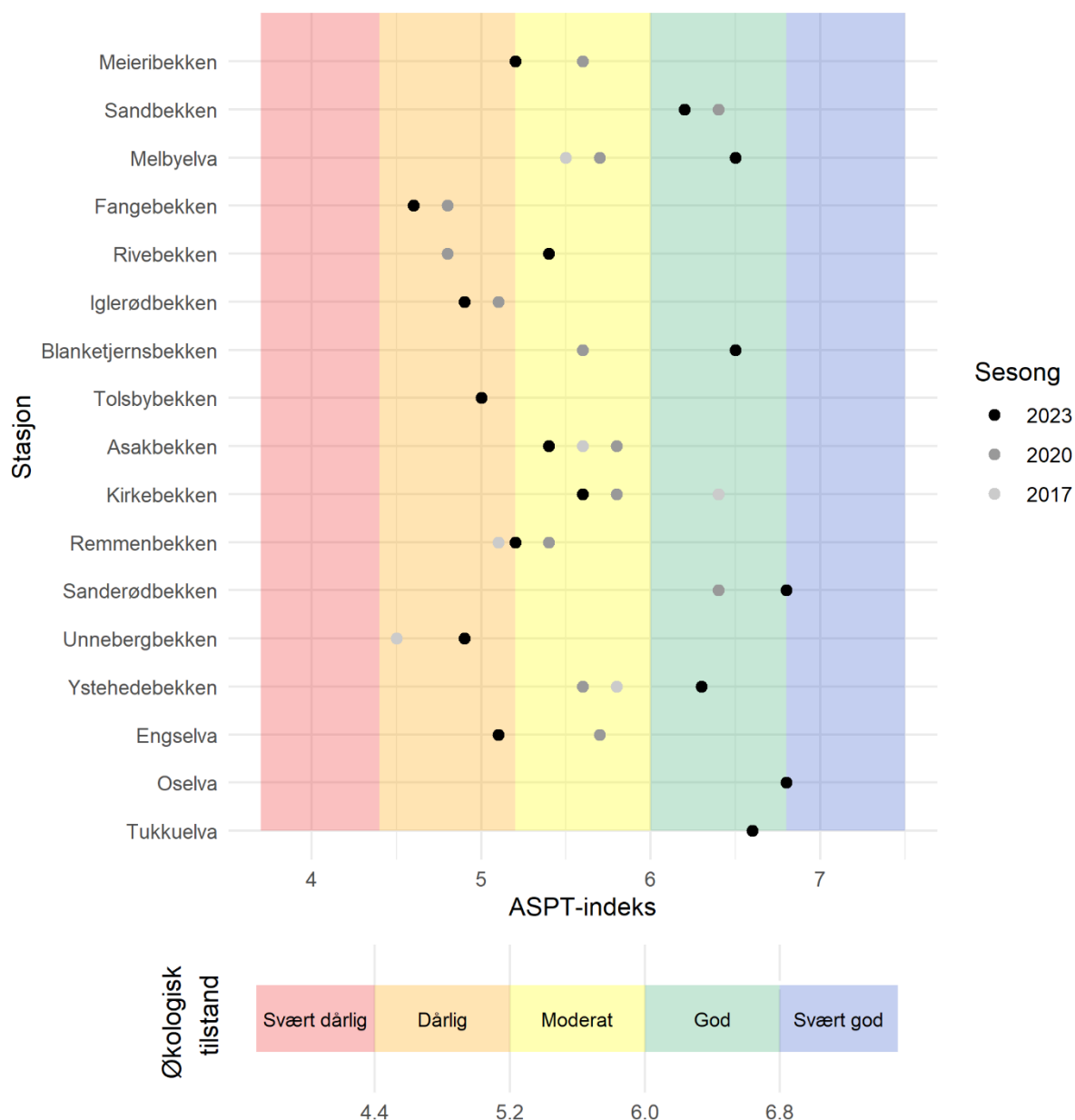
Engselva i Marker hadde den største negative endringen i ASPT-indeks fra forrige tilstandsvurdering (differanse -0,6), imens Melbyelva og Blanketjernsbekken i Aremark hadde den største positive endringen (differanse hhv. 0,8 og 0,9).

To fremmedarter ble funnet i høstens undersøkelser; vandrepollsnegl *Potamopyrgus antipodarum* og amfipoden *Gammarus tigrinus*. Begge ble funnet i Kirkebekken i Halden og begge er oppført i kategorien *Svært høy risiko* i den norske fremmedartslista (2023).

Det ble ikke registrert noen truede arter i de innsamlede prøvene.

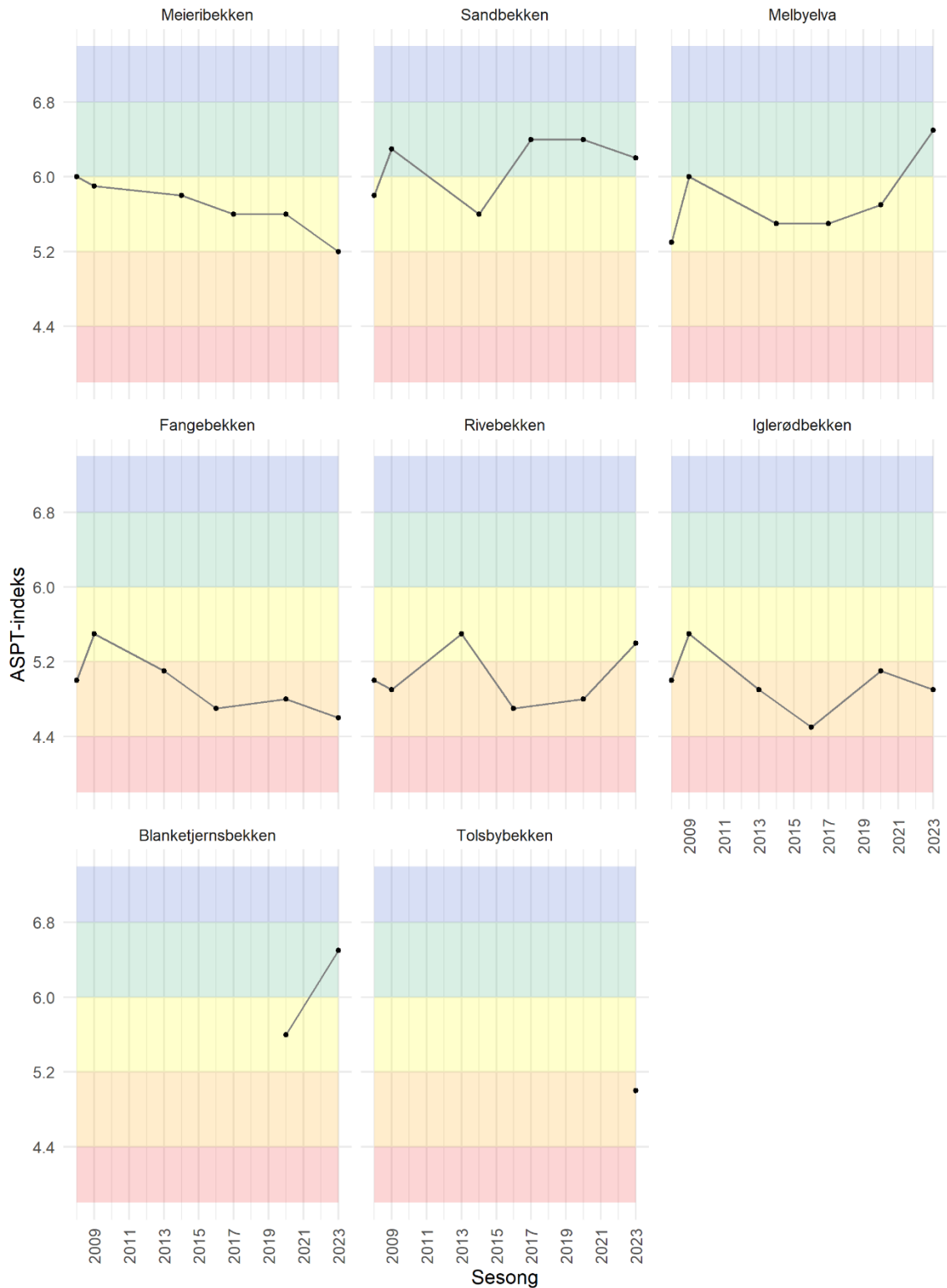
Tabell 2. ASPT-resultater for bunndyrstasjonene høsten 2023. Differanse i APST-indeksen er beregnet fra forrige sesong med prøvetaking (periode varierer mellom stasjonene, se figur 3 og 4).

ID	Stasjon	Prøve-tidspunkt	Antall familier	ASPT-indeks	Diff. i ASPT	EQR	nEQR
21	Meieribekken	23.10.2023	14	5,2	-0,4	0,75	0,40
22	Sandbekken	25.10.2023	15	6,2	-0,2	0,90	0,65
23	Melbyelva	23.10.2023	13	6,5	0,8	0,94	0,72
35	Fangebekken	23.10.2023	12	4,6	-0,2	0,67	0,25
36	Rivebekken	23.10.2023	11	5,4	0,6	0,78	0,45
37	Iglerødbekken	23.10.2023	12	4,9	-0,2	0,71	0,32
61	Blanketjernsbekken	25.10.2023	6	6,5	0,9	0,94	0,72
62	Tolsbybekken	27.10.2023	14	5,0		0,72	0,35
49	Asakbekken	25.10.2023	11	5,4	-0,4	0,78	0,45
50	Kirkebekken	27.10.2023	17	5,6	-0,2	0,81	0,50
51	Remmenbekken	25.10.2023	16	5,2	-0,2	0,75	0,40
54	Sanderødbekken	27.10.2023	13	6,8	0,4	0,99	0,81
55	Unnebergbekken	25.10.2023	10	4,9	0,0	0,71	0,32
56	Ystehedebekken	27.10.2023	18	6,3	0,7	0,91	0,67
63	Engselva	1.11.2023	14	5,1	-0,6	0,74	0,37
64	Oselva	1.11.2023	12	6,8	0,1	0,99	0,81
65	Tukkuelva	1.11.2023	16	6,6	-0,1	0,96	0,75

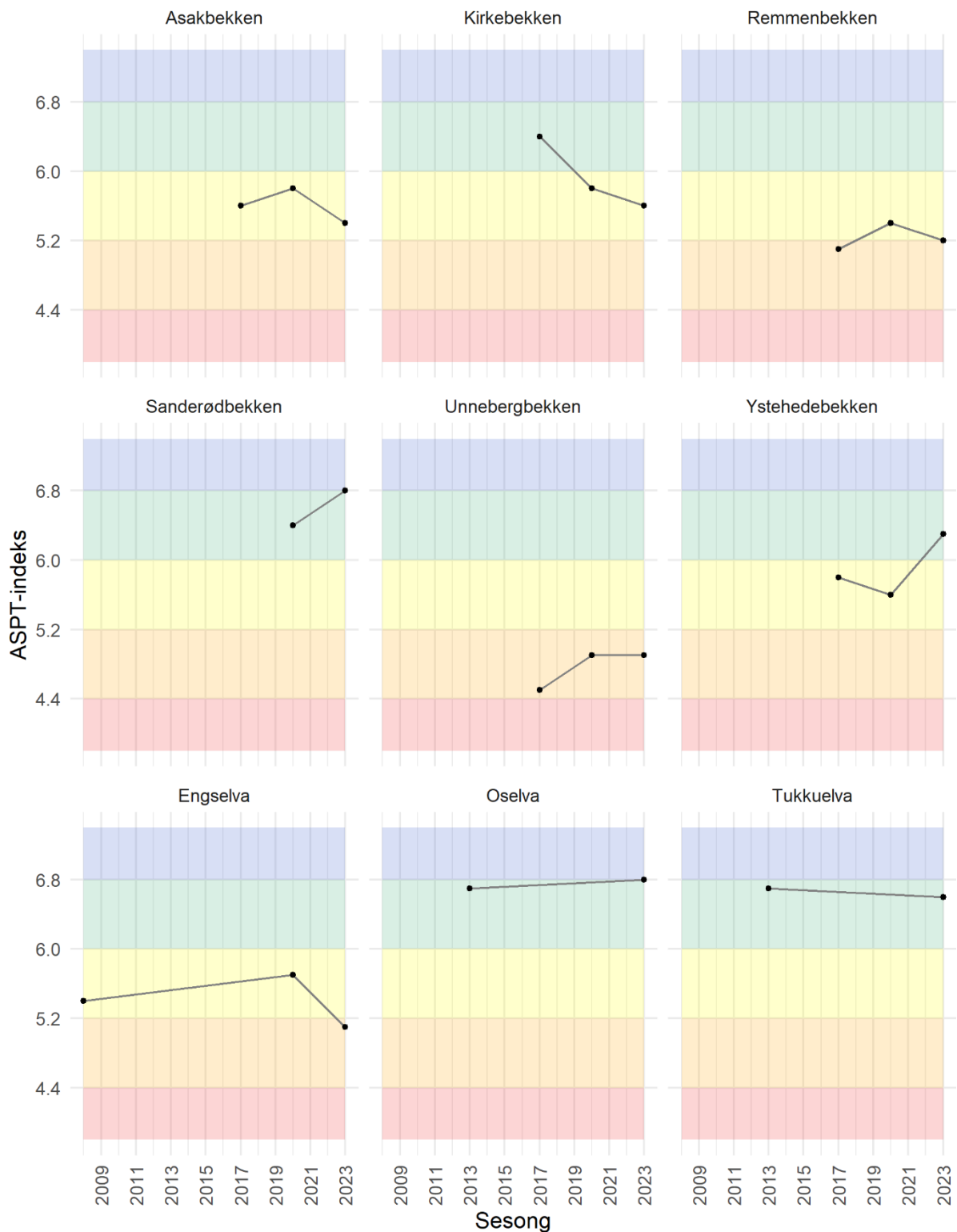


Figur 2. ASPT-resultater for bunndyrstasjonene høsten 2023 (sorte punkter) og forrige sesonger (grå punkter).

I figur 3 og 4 er årets resultater plottet sammen med resultatene fra tidligere års bunndyrundersøkelser. Det er ingen tydelig felles trend i utviklingen i ASPT for bekkene/elvne hverken i Aremark eller Halden med unntak for tre bekker: Fangebekken og Meieribekken har en tydelig gradvis forverring av den økologiske tilstanden, imens Melbyelva tyder på å ha en positiv utvikling. Gjennomsnittlig ASPT for de 8 bekkene/elvne i Aremark kommune er lik 5,5 som tilsvarer moderat økologisk tilstand, og for de 7 bekkene/elvne i Halden kommune er den lik 5,7 som også tilsvarer moderat økologisk tilstand.



Figur 3. Trender i ASPT-indeks for alle bunndyrstasjonene besøkt høsten 2023 i Aremark kommune. Resultatene fra år 2008 – 2022 er hentet fra de tidligere rapportene fra bunndyrundersøkelsene.



Figur 4. Trender i ASPT-indeks for alle bunndyrstasjonene besøkt høsten 2023 i **Halden kommune** (Asakbekken – Ystehedebekken), **Marker** (Engselva) og **Aurskog-Høland** (Oselva og Tukkuelva). Resultatene fra år 2017 – 2020 for stasjonene i Halden er hentet fra de tidligere rapportene fra bunndyrundersøkelsene.

Vannkjemi og vassdragvariabler

Resultatene for de vannkjemiske målingene er presentert i tabell 3. Vannets pH-verdier ligger i hovedsak mellom 6,1 og 7,5, dvs. i det nøytrale spekteret av pH-skalaen. Ledningsevnen varierer fra 32 til 319 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og gir et mål på mengden oppløste salter som f.eks. nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^{3-}) og kalsium (Ca^{2+}). De målte kalsiumnivåene varierer fra 2,2 til 23,9 mg/L, og vi ser at det laveste og høyeste målte kalsium-nivået sammenfaller med de laveste og høyeste verdiene for ledningsevne (lavest: Blanketjernsbekken, Tukkuelva og Oselva, høyest: Unnebergbekken).

Vannfargen ble vurdert ut ifra en komparator med skala 0 – 150, der 0 angir klar vannfarge og 150 angir sterkt farget vann. Vannet i Oselva ble vurdert til å ha den klareste vannfargen, imens vannet i Fangebekken hadde sterkest farge.

Tabell 3. Vannkjemi-resultater for bunndyrstasjonene høsten 2023.

ID	Stasjon	Prøve-tidspunkt	Temp. (°C)	pH	Lednings-evne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kalsium (mg/L)	Vann-farge
21	Meieribekken	23.10.2023	9	6,3	61	5,1	70
22	Sandbekken	25.10.2023	10	7,0	92	8,2	40
23	Melbyelva	23.10.2023	9	6,8	73	5,7	50
35	Fangebekken	23.10.2023	8,5	6,4	57	4,4	125
36	Rivebekken	23.10.2023	9	6,5	58	4,2	50
37	Iglerødbekken	23.10.2023	9	6,7	71	5,8	100
61	Blanketjernsbekken	25.10.2023	10	5,5	39	2,2	80
62	Tolsbybekken	27.10.2023	7,5	6,5	57	5,2	90
49	Asakbekken	25.10.2023	10	6,7	113	8,4	60
50	Kirkebekken	27.10.2023	8	6,9	164	6,8	40
51	Remmenbekken	25.10.2023	10	6,9	194	16,6	40
54	Sanderødbekken	27.10.2023	8	6,3	55	2,9	60
55	Unnebergbekken	25.10.2023	10	7,3	319	23,9	50
56	Ystehedebekken	27.10.2023	8	7,5	261	19,5	70
63	Engselva	1.11.2023	4,5	6,1	56	4,0	80
64	Oselva	1.11.2023	4,5	6,3	32	2,3	20
65	Tukkuelva	1.11.2023	3	6,3	32	2,4	80

I tabell 4 presenteres resultatene for feltvariablene tilknyttet delvassdragene til hver bunndyrstasjon. Skog dominerer arealet i delvassdragene med et dekke på over 70% unntatt delvassdragene tilknyttet Remmenbekken, Asakbekken, Kirkebekken og Unnebergbekken som alle ligger i Halden kommune. Delvassdragene til disse bekkene har høyest andel dyrket mark (20,5-34,4%) og er også blant elvene/bekkene med høyest andel leire. Elvene/bekkene med lavest andel dyrket mark er Blanketjernbekken (0%), Tukkuelva (2,1%), Oselva (2,4%) og Engselva (5,3%). Elven med høyest andel myr i delvassdraget er Tukkuelva (10,5%) imens myrprosenten ligger på under 5 for alle de andre delvassdragene.

Tabell 4. Vassdragsvariabler for bunndyrstasjonene høsten 2023 hentet fra NVEs kart- og analysetjeneste NEVINA. Legg merke til at prosentene for arealdekket ikke summerer til 100. Dette er fordi noe av arealet klassifiseres i andre areal-klasser som ikke er inkludert i tabellen (f. eks. Urban). Arealclassen Leire kan overlappes med andre arealklasser.

ID	Stasjon	Vassdrag-nummer	Areal (km ²)	Dyrket mark (%)	Skog (%)	Myr (%)	Leire (%)
21	Meieribekken	001.D1	22,9	10,6	85,8	1,8	16,9
22	Sandbekken	001.C4	13,2	18,1	78,9	1,9	20,3
23	Melbyelva	001.C32	2,3	10,7	84,4	0	13,7
35	Fangebekken	001.D1	8,6	12,0	84,0	3,3	22,0
36	Rivebekken	001.D2	2,6	8,6	90,3	1,0	13,8
37	Iglerødbekken	001.D1	5,1	18,1	78,8	3,0	35,9
61	Blanketjernsbekken	001.C31	4,0	0	94,0	2,4	0,2
62	Tolsbybekken*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
49	Asakbekken	001.B21	7,7	23,3	65,9	4,4	26,4
50	Kirkebekken	001.22Z	21,9	29,8	58,0	0,3	37,5
51	Remmenbekken	001.31Z	3,3	20,5	58,1	1,4	44,9
54	Sanderødbekken	001.222Z	5,9	8,8	86,1	3,9	18,1
55	Unnebergbekken	001.3Z	16,9	34,4	55,0	0,5	51,6
56	Ystehedebekken	001.223Z	7,7	17,1	78,5	2,2	39,8
63	Engselva	314.A4Z	40,4	5,3	89,4	3,3	26,3
64	Oselva	314.C	145	2,4	78,6	4,8	16,8
65	Tukkuelva	314.E	46,7	2,1	82,8	10,5	3,1

*Det var ikke mulig å innhente vassdragsvariablene fra NEVINA for delvassdraget til Tolsbyelva.

Korrelasjonstabell for alle resultatene

I tabell 5 presenteres en korrelasjonstabell for alle resultatene fra bunndyrstasjonene høsten 2023. Korrelasjonsverdien angir om sammenhengen mellom to variabler er positiv (verdi nærme 1), negativ (verdi nærme -1) eller om det ikke noen sammenheng (verdi nærme 0). I tabellen er variabel-parene som har en relativ sterk korrelasjon blitt markert med en blå rutefarge. Ingen av de innhentede miljøvariablene viser en tydelig korrelasjon til ASPT-verdien som angir bunndyrsamfunnets toleranse for eutrofi. Det er derimot en tydelig (og forventet) korrelasjon mellom flere av miljøvariablene. F.eks. finner vi en sterk positiv korrelasjon mellom andel dyrket mark og vannets pH, kalsium-nivå og ledningsevne, som forklares av at avrenning fra jordbruk tilfører salter som fanges opp av disse vannkjemi-variablene.

Tabell 5. Korrelasjonstabell for alle resultatene tilknyttet bunndyrstasjonene høsten 2023.

	ASPT	Dyrket mark (%)	Skog (%)	Myr (%)	Leire (%)	pH	Kalsium	Ledningsevne	Vannfarge
ASPT	1	-0,49	0,32	0,33	-0,54	-0,19	-0,30	-0,28	-0,41
Dyrket mark (%)		1	-0,87	-0,49	0,84	0,78	0,73	0,80	-0,22
Skog (%)			1	0,24	-0,79	-0,66	-0,69	-0,75	0,41
Myr (%)				1	-0,45	-0,37	-0,40	-0,44	0,27
Leire (%)					1	0,76	0,82	0,84	-0,15
pH						1	0,80	0,80	-0,30
Kalsium							1	0,97	-0,21
Ledningsevne								1	-0,25
Vannfarge									1



Foto 4. Unnebergbekken (Halden kommune). Foto: Catharina Broch.

Diskusjon og konklusjon

Vurderingen av bunndyrssamfunnene ved de 17 stasjonene som ble undersøkt høsten 2023 viser at miljøtilstanden ved 10 av stasjonene er i *dårlig* eller *moderat* økologisk tilstand og de resterende 7 stasjonene er i *god* eller *svært god* tilstand. Dette antyder at tilførsel av plantenæringsstoffer har en effekt som tydelig forringer vannkvaliteten i over halvparten av de undersøkte elvene/bekkene, og at ytterligere tiltak i de berørte delene av nedbørsfeltet er nødvendig for å bedre tilstanden. Korrelasjonsanalysene av ASPT-verdien (som angir bunndyrssamfunnets toleranse for eutrofiering) mot de ulike feltvariablene (tabell 5), viste ingen sterk sammenheng til andelen dyrket i det aktuelle nedbørsfeltet, slik man kunne forvente. Årsaken til dette er helt sikkert sammensatt og kan antagelig forklares av ulike gjødslingspraksiser på de dyrkede arealene, størrelsen på vegetasjonssonene mellom dyrket mark og elv/bekk, og av andre karakteristikk ved nedbørsfeltet.

Blanketjernsbekken i Aremark er i denne sammenhengen viktig å trekke frem. ASPT-verdien denne høsten er lik 6,5 som tilsvarer god økologisk tilstand, men inntrykket fra feltarbeidet og den innsamlede prøven var derimot at dette var en bekk i dårlig tilstand. Antallet individer i prøven var lavt, og de representerte kun 6 ulike familier. Til sammenligning hadde prøvene fra alle de andre stasjonene mellom 11-18 familier. Dette tyder på at det finnes en annen kilde til forurensing av bekken som har en betydelig negativ påvirkning på artsmangfoldet, som videre tydeliggjør at ASPT-verdien kun kan gi en vurdering av vannmiljøets tilstand knyttet til forurensing av plantenæringsstoffer. I nedbørsfeltet til denne bekken er andelen dyrket mark tilnærmet lik 0, og man kan derfor stille seg kritisk til at miljøtilstanden i denne bekken kan vurderes ut ifra ASPT-indeksen. Mer relevant for Blanketjernsbekken er at den er resipient for renseanlegget i Aremark som forurenser bekken med jernhydroksider ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) og gir vann og sedimenter en tydelig rødbrun farge (Eikum et al., 2016; Spikkeland, 2020). Siden høye nivåer av jernhydroksider kan være giftig for akvatiske dyr (Løvik et al., 2005), er det sannsynlig at forurensingen fra renseanlegget har en negativ effekt på det biologiske mangfoldet i bekken.

Blant de 17 elvene og bekkene undersøkt denne høsten, tyder Melbyelva på å ha en positiv utviklingstrend, imens Fangebekken og Meieribekken har en negativ. Disse tre elvene/bekkene i Aremark ligner hverandre i stor grad og har like verdier for nesten alle de målte vassdrags- og vannkjemivariablene; andelen skog i delvassdragene er høy (84,0-85,8%), andelen dyrket mark middels/lav (10,6-12,0%), pH er tilnærmet nøytral (6,3-6,8) og kalsiumnivåene er lave (4,4-5,7). Det eneste som tydelig skiller dem er verdiene for vannfarge, som var målt til 125 for Fangebekken,

70 for Meieribekken og 50 for Melbyelva. Man kan derfor spekulere i om høy tilførsel av partikler fra skogavvirkning eller andre aktiviteter i nedbørsfeltet kan være en forklaring på den negative trenden for to av bekkene. Fangebekken hadde denne høsten den høyeste målte vannfargen og den dårligste beregnede miljøtilstanden (ASPT 4,6 = dårlig økologisk tilstand).

Kirkebekken har direkte utløp i Torpbukta i Iddefjorden (Halden kommune), og de to fremmedartene som ble registrert i denne bekken har sannsynligvis spredd seg fra brakkvannsmiljøet i fjorden ved egenbevegelse oppstrøms, eller via mennesker og andre dyr. Vandrepoll-sneglen *Potamopyrgus antipodarum* (figur 5a) kommer opprinnelig fra New Zealand, og man antar at den kom til Europa på 1800-tallet tilknyttet seilskutetrafikken (Artsdatabanken et al., 2023b). Arten har et stort invasjonspotensial og en høy økologisk effekt siden den raskt kan nå store tettheter, og er derfor plassert i kategorien *Svært høy risiko (SE)* i den norske fremmedartslista (Artsdatabanken et al., 2023b). Den andre påviste fremmedarten i Kirkebekken, amfipoden *Gammarus tigrinus* (figur 5b), er en nord-amerikansk art som ble påvist første gang i Europa på 1930-tallet (Artsdatabanken et al., 2023a) og første gang i Norge i 2018 (Spikkeland et al., 2020). Dette funnet var i Tista som også har direkte utløp i Iddefjorden. *Gammarus tigrinus* er som vandrepollsneglen plassert i kategorien *Svært høy risiko (SE)* siden den har et stort invasjonspotensial og høy økologisk effekt fordi den er vist å være en sterk konkurrent mot lokale arter (Artsdatabanken et al., 2023a).

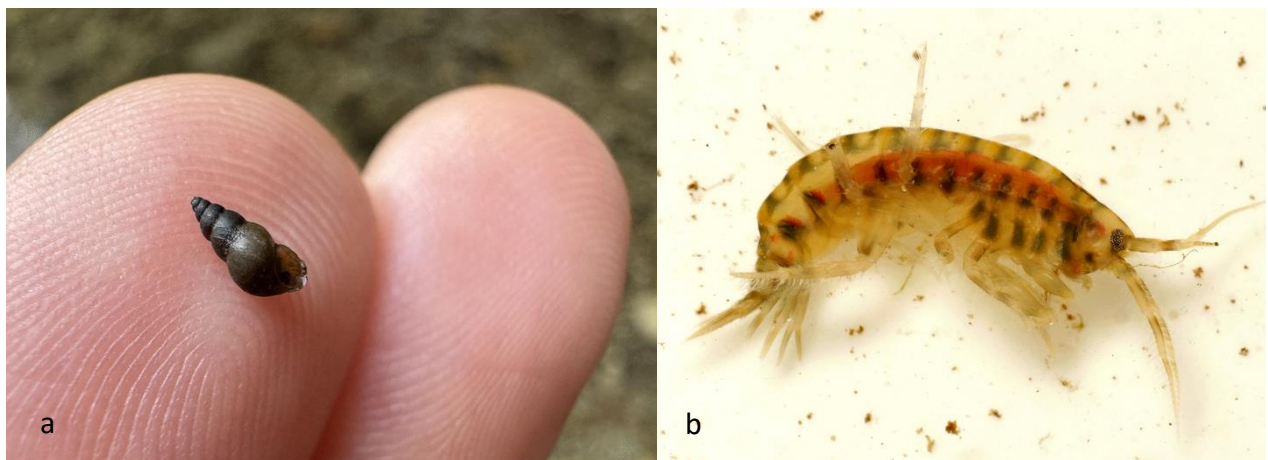


Foto 5. Påviste fremmedarter i Kirkebekken a) Vandrepollsnegl *Potamopyrgus antipodarum* (Foto av Michael A. Voeltz, lisens CC-BY-NC), og b) amfipoden *Gammarus tigrinus* (Foto av Johan Kjær Prehn, lisens CC-BY).



Foto 6. Iglørødbekken (Aremark kommune). Foto: Catharina Broch.

Referanser

- Artsdatabanken, Mortensen, S., Agnalt, A.-L., Glenner, H., Falkenhaus, T., Husa, V., Jelmert, A., 2023a. *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 [WWW Document]. URL <https://artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023/1720>
- Artsdatabanken, Velle, G., Kjærstad, G., Johnsen, S.I., Jensen, T., 2023b. Vandrepollsnegl *Potamopyrgus antipodarum* (J.E. Gray, 1843) [WWW Document]. URL <https://artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023/1640>
- Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018a. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018b. Vedlegg til veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Eikum, A., Johannessen, E., Jantsch, T.G., 2016. Minirensanlegg - Teori og praksis. COWI.
- Løvik, J.E., Kjellberg, G., Brettum, P., 2005. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Samlerapport for 2001-2004. Norsk institutt for vannforskning (NIVA).
- R Core Team, 2024. R: A language and environment for statistical computing.
- Spikkeland, I., 2021. Biologisk overvåking av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høsten 2021. (No. 15), Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum.
- Spikkeland, I., 2020. Biologisk overvåking av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høsten 2020. (No. 14), Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum.
- Spikkeland, I., Olsen, J., Kasbo, R., Olsen, K., Nilssen, J., 2020. The invasive amphipod *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 conquering the north of Europe using a new pathway: the first recordings from Norway. *Fauna Nor.* 40, 130–136. <https://doi.org/10.5324/fn.v40i0.3582>
- Vannportalen, 2023. Beregning av normalisert EQR (nEQR) [WWW Document]. URL <https://www.vannportalen.no/kunnskapsgrunnlaget/klassifisering/beregning-av-normalisert-eqr-neqr/> [april 2023]
- Vannregionmyndigheten for Innlandet og Viken vannregion, 2021. Regional vannforvaltningsplan 2022-2027. Innlandet og Viken vannregion.



Foto 7. Tukkuelva (Aurskog-Høland kommune). Foto: Catharina Broch.

Vedlegg

Vedlegg 1. Tabell over alle arter og taxa registrert for bunndyrstasjonene høsten 2023.

Rekke/ Familie	Art / Lokalitet	Meieribekken	Sandbekken	Melbyelva	Fangebekken	Rivebekken	Iglerbekken	Blanketjernsbekken	Tolsbybekken	Asakbekken	Kirkebekken	Remmenbekken	Sanderødbekken	Unnebergbekken	Ystehedebekken	Engselva	Oselva	Tukkuelva	Antall stasjoner	ASPT-verdi
TURBELLARIA Flatormer		21	22	23	35	36	37	61	62	49	50	51	54	55	56	63	64	65		
	<i>sp.</i>				1	1													2	
	<i>Dendrocoelum lacteum</i>								1										1	
GASTROPODA Snegler																				
Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>										1								1	3
Acroloxidae	<i>Acroloxus lacustris</i>								1										1	
Planorbidae	<i>sp.</i>									1		1							2	3
	<i>Gyraulus acronicus</i>															1			1	
Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>											1			1				2	6
BIVALVIA Muslinger																				
Sphaeriidae	<i>sp.</i>															1			1	3
	<i>Pisidium henslowanum</i>															1			1	
	<i>Pisidium hibernicum</i>															1			1	
	<i>Pisidium obtusale</i>																1		1	
	<i>Pisidium subtruncatum</i>															1			1	
HIRUDINEA Iglar																				
Glossiphoniidae	<i>sp.</i>				1		1					1		1					4	3
	<i>Helobdella stagnalis</i>								1							1			2	
Erpobdellidae	<i>sp.</i>					1													1	3
	<i>Erpobdella octoculata</i>								1							1			2	
OLIGOCHAETA Fåbørstemark																				
	<i>sp.</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	15	1
CRUSTACEA Krepsdyr																				
Gammaridae	<i>sp.</i>																			6
	<i>Gammarus tigrinus</i>										1								1	
Asellidae	<i>sp.</i>																			3
	<i>Asellus aquaticus</i>	1	1		1	1	1		1	1	1	1		1	1				11	
HYDRACARINA Vannmidd																				
	<i>sp.</i>	1	1	1		1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	12	
EPHEMEROPTERA Døgnfluer																				
Baëtidae	<i>sp.</i>																			4

	<i>Baetis rhodani</i>	1	1	1					1	1	1	1		1	1		1	1	11	
	<i>Baetis niger</i>				1				1		1	1			1		1	1	7	
	<i>Centroptilum luteolum</i>		1																1	
	<i>Cloeon dipterum</i>		1			1	1												3	
Heptagenidae	sp.																		10	
	<i>Heptagenea fuscogrisea</i>								1						1	1			3	
	<i>Heptagenea sulphurea</i>															1	1		2	
Leptophlebiidae	sp.																		10	
	<i>Leptophlebia marginata</i>		1	1		1	1			1	1				1	1	1		10	
	<i>Leptophlebia vespertina</i>			1		1	1	1				1				1	1		7	
Ephemeridae	sp.																		10	
	<i>Ephemera danica</i>														1				1	
PLECOPTERA Steinfluer																				
Perlodidae	sp.			1															1	10
	<i>Isoperla difformis</i>									1		1		1		1	1		5	
	<i>Isoperla grammatica</i>								1										1	
	<i>Isoperla</i> sp.	1	1																2	
Taeniopterygidae	sp.																		10	
	<i>Brachyptera risi</i>											1		1					2	
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>																	1	1	
Nemouridae	sp.																		7	
	<i>Amphinemura borealis</i>							1				1		1					3	
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>													1			1		2	
	<i>Amphinemura</i> spp.			1						1									2	
	<i>Nemoura cinerea</i>	1				1	1	1	1		1	1			1	1			9	
	<i>Nemoura avicularis</i> Morton		1							1	1	1	1		1		1		7	
	<i>Nemoura</i> sp.								1										1	
	<i>Protenemura meyeri</i>	1												1		1	1		4	
Capnidae	sp.										1		1						2	10
	<i>Capnia bifrons</i>										1		1		1				3	
Leuctridae	sp.																		10	
	<i>Leuctra hippopus</i>											1						1	2	
	<i>Leuctra</i> sp.		1	1	1	1				1									5	
ODONATA Øyestikkere																				
Gomphidae	sp.																		8	
	<i>Onychogomphus forcipatus</i>														1				1	
Cordulegasteridae	sp.																		8	
	<i>Cordulegaster boltoni</i>							1											1	
HEMIPTERA Teger																				
Veliidae	sp.																			
	<i>Velia caprai</i>												1						1	
Corixidae	sp.						1												1	5
COLEOPTERA Biller																				

