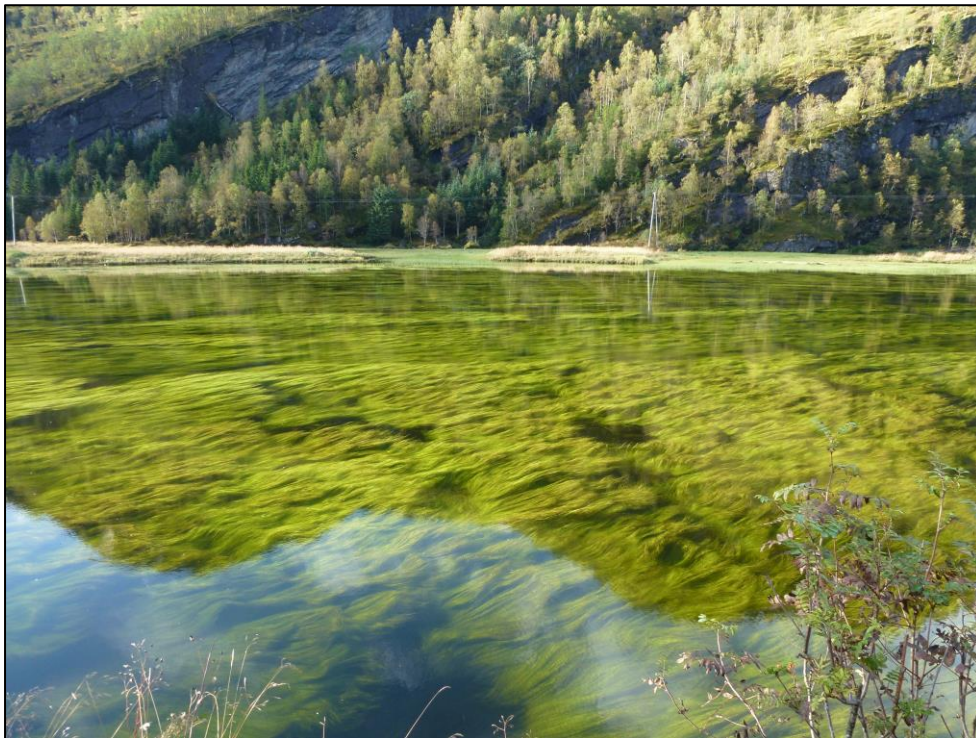


# Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune



2013-2017

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS 2732**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune. 2013-2017

**FORFATTERE:**

Conrad J. Blanck, Torbjørg Bjelland & Bjart Are Hellen

**OPPDRAKSGIVER:**

BKK Produksjon AS

**OPPDRAGET GITT:**

06. januar 2017

**RAPPORT DATO:**

28. september 2018

**RAPPORT NR:**

2732

**ANTALL SIDER:**

40 + vedlegg

**ISBN NR:****EMNEORD:**

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| - Flotgras            | - Gjengroing |
| - Krypsiv             | - Klipping   |
| - Vassdragsregulering | - Fresing    |

**RÅDGIVENDE BIOLOGER AS**

Edvard Griegs vei 3, N-5059 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)

E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78

**Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.**

*Forsidebilde: Gjengroing ved Lavik i 2017. Foto: Torbjørg Bjelland.*

## FORORD

Ekso Villfisk D/A påpekte i brev til Vaksdal kommune den 18. april 2009 at det var omfattende problemer med gjengroing i vassdraget Ekso på strekningen fra fossen oppom Lavik til fossen nedenfor Flatekvål. Rådgivende Biologer AS foretok en innledende beskrivelse av problemets omfang ved en synfaring 20. juli 2009. Den videre prosess endte i et samarbeid mellom BKK Produksjon AS og Eksingedalen Bygdaråd om et prosjekt for fjerning av vegetasjon via klipping. Prosjektet ble gjennomført i årene 2011-2013. Det er ikke klippet vegetasjon siden 2013.

Rådgivende Biologer AS har fått i oppdrag å foreta en overvåking og kartlegging av vannvegetasjonen i vassdraget på de stedene der det er utført opprydding. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra årene 2013-2017. I 6-2015 ble det etablert overvåking av to nye 30 m transekter, et ved Lavik og et ved Flatekvål, samt et kontrollområde som ikke har vært klippet, for å få et bedre datagrunnlag for å vurdere de eventuelle endringene. Substrattypen ble også registrert. I tillegg har vanntemperatur i Ekso blitt logget på tre steder.

Rådgivende Biologer AS takker BKK Produksjon AS for oppdraget.

Bergen, 28. september 2018

## INNHold

Forord.....	2
Sammendrag.....	3
Eksingedalsvassdraget.....	4
Oppryddingsprosjektet.....	7
Overvåking av vanntemperatur.....	8
Overvåking av vannvegetasjon.....	12
Oppsummering og diskusjon.....	34
Anbefaling.....	37
Usikkerhet.....	38
Referanser.....	39
Vedlegg.....	41

## SAMMENDRAG

**Blanck, C. J., T. Bjelland, B. A. Hellen 2017. Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune. 2013-2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2732, 4056 sider + vedlegg, ISBN 978-82-8308-537-2**

Rådgivende Biologer AS har overvåket vannvegetasjon og temperatur på utvalgte steder i Ekso på oppdrag fra BKK Produksjon AS. Prosjektet ble startet opp i 2012, og det er gjennomført kartlegging av vannvegetasjon i fem felt sesonger; 2013-2017. Kartleggingen er gjort i områder der det på grunn av gjengroing er foretatt fjerning av vannvegetasjon i årene 2011 – 2013. Det er ikke klippet vegetasjon siden 2013.

I perioden 2011 til 2013 ble det utført opprensing i fire store områder i Ekso vassdraget, ved Flatekvål, Lavik, i Bergovannet og i Trefallvannet. Områdene ble klippet og/eller frest. For å overvåke gjengroingen i Ekso er det på hver lokalitet etablert to transekter i opprensket område. Transektene er undersøkt årlig i fem år med vannkikkert og ved innsamling av planter. Tetthet av planter (nyrekruttering) og tilvekst på siste års skudd ble blant annet undersøkt.

Det er registrert en økning i tetthet av både flotgras og krypsiv fra 2013 til 2017. Det er generelt registrert mer flotgras enn krypsiv på lokalitetene. Det er størst økning av flotgras i rutene på Flatekvål og i Trefallvannet. I 2016 ble det for første gang registrert krypsiv innenfor rutene i Trefallvannet, mens denne arten fortsatt ikke er registrert innenfor rutene i Bergovannet.

Den gjennomsnittlige lengden på krypsivplantene har totalt sett økt fra 11 cm (2013) til 34 cm (2017), mens det for flotgras er en økning fra 23 cm (2013) til 50 cm (2017). Lengdeveksten på krypsiv gir inntrykk å flate av, men dette kan skyldes i et lite antall prøver. Lengdetilveksten på flotgras er totalt sett konstant.

På grunn av datagrunnlaget antar vi at gjengroingen med flotgras og krypsiv ikke er i ferd med å avta. Tilveksten av flotgras vil trolig skje i samme eller høyere hastighet i årene fremover til veksten blir hemmet av ytre faktorer. Krypsiv vil sannsynligvis spre seg videre, men ikke med samme hastighet som flotgras.

Temperaturlogging i Ekso med sideelver fra 2011 til 2017, viser at temperaturen på de ulike stedene i vassdraget har mye av den samme årsvariasjonen. I 2017 er temperaturen overvåket på tre steder i hovedelven. Det var litt høyere gjennomsnittstemperatur (0,1-0,4 °C) i 2017 enn i de foregående årene 2011-2016.

Det er vanskelig å konkludere hvordan vanntemperatur påvirker gjengroingen i en så kort målingsperiode. En påfallende observasjon er at flotgrasveksten (lengde) i transektene hadde et «knekk» i 2015. At vegetasjonstilveksten til flotgras var redusert i 2015 kan være et resultat av nedsatt vanntemperatur og opphøyd vannføring i Ekso grunnet økt tilsig av smeltevann dette året.

Det er fortsatt uklart hvilke faktorer som utløser problemvekst av krypsiv og flotgras i vassdrag, og det er flere pågående forskningsprosjekter på dette i Norge. Det finnes hittil ingen varig løsning på tilvekstproblematikken.

Vi foreslår foreløpig å gjennomføre mekanisk fjerning av krypsiv og flotgras hvert 3. år til det har blitt utviklet bedre metoder.

# EKSINGEDALSVASSDRAGET

Eksingedalsvassdraget har et naturlig nedbørfelt på 483 km<sup>2</sup>, som drenerer store fjellområder i kommunene Vaksdal, Voss og Modalen, med utspring i Skjerjevatn, Askjelldalsvatn og Grøndalsvatn øverst i Eksingedalen. Nedbørsfeltet oppstrøms Nesevatn har et naturlig nedbørfelt på 352,4 km<sup>2</sup>. Etter regulering av vassdraget ble nedbørsfeltet i dette elveavsnittet redusert til et areal på 193,4 km<sup>2</sup>.

## VASSDRAGSREGULERINGENE

Vassdraget er regulert til vannkraftformål av BKK allerede fra begynnelsen av 1970-årene med utbygging av Skjerjevatn, Askjelldalsvatn og Grøndalsvatn. Etter ferdigstillelsen av Nygard pumpekraftverk i 2005, ble Skjerjevannet overført til Modalen. Vannet fra Askjelldalsvatn og Grøndalsvatn blir overført til Evanger kraftverk i tunnel, og det blir bare tilført vann til Ekso fra disse 142 km<sup>2</sup> store feltene ved overløp. Nedre del av Eksingedalsvassdraget ble regulert på slutten av 1980-tallet ved oppdemming av Nesevannet. Det foreligger minstevannføringsreglement for vassdraget nedenfor Nesevannet. BKK har også søkt om overføringer fra Beinhelleren til Evanger kraftverk.

Alle de eksisterende og planlagte utbyggingene medfører reduksjoner i vannføring i hovedvassdraget i Eksingedalen. Det er sannsynlig at reguleringene har hatt en virkning på temperaturen i vassdraget, som sammen med klimaendringer med økt lengde på vekstsesong, kan ha bidratt til en økt gjengroing i de grunne partiene av innsjøene i Ekso (Bjelland & Johnsen 2013).

## TYPE ETTER VANNDIREKTIVET

EU sitt vannrammedirektiv deler overflatevannforekomstene inn i ulike typer etter fastsatte fysiske og kjemiske kriterier, fordi vannforekomster med ensartede fysiske og kjemiske forhold i samme region har tilsvarende økologiske forhold (Veileder 1:2009). For Ekso på strekningen fra Trefall og nedover, gjelder følgende parameterverdier (**tabell 1**):

- Økoregion: «Vestlandet»
- Klimaregion: «Skog»
- Størrelse: «Middels» (feltareal 100-1000 km<sup>2</sup>)
- Kalkinnhold: «svært kalkfattig» (< 1 mg Ca/l),
- Humusinnhold: «klar» (fargetall < 30 mg Pt/l)
- Turbiditet: «klar» (turbiditet < 10 mg/l)

**Tabell 1.** Klassifiseringsgrenser for innhold av fosfor, nitrogen og surhet fra Vanndirektiv veileder 1-2009 for en «kalkfattig og klar elv i skogsbeltet» (RN5). For surhet er skala for «svært kalkfattig og klar» benyttet, mens denne typen ikke finnes for de andre parameterne.

	I = Svært god	II = God	III = Moderat	IV = Dårlig	V = Svært dårlig
Fosfor (µg/l)	< 8	8 - 11	11 - 23	23 - 45	> 45
Nitrogen (µg/l)	< 275	275 - 325	325 - 475	475 - 800	> 800
Surhet (pH)	> 6,3	6,3 - 6,2	6,2 - 6,0	6,0 - 5,8	< 5,8

## VANNKVALITET

Ekso er næringsfattig, og det foreligger undersøkelser fra 1995 (Hellen & Johnsen 1997) og 1980 (Raddum & Johnsen 1981), der fosforverdiene svingte mellom 3 og 21 µg P/l gjennom sommeren, med flest verdier rundt 5 µg P/l, mens nitrogen varierte mellom 105 og 175 µg N/l.

Det er ikke noen forhold som tilsier at vannkvaliteten er blitt vesentlig endret i negativ retning i perioden 1980 til 2009, og det er heller ikke noen overgjødning som kan forklare framveksten av de store mengdene med vannplanter.

## GJENNGROING

Forekomst og utbredelse av vannplanter i Ekso er dokumentert ved undersøkelser av vannvegetasjon i terskelbasseng i Eksingedalselva i perioden 1990-91, og allerede da var det stor vegetasjonsdekning med tendens til tilgroing ved «Øyane» i Laviklonane (Brandrud mfl. 1992). Fra sammendraget i rapporten klippes: *Anlegging av terskelbasseng fører i mange tilfeller til en viss økning i vegetasjonsetablering, i noen tilfeller også til en massiv og problematisk tilgroing, gjerne ledsaget av en sedimentering av organisk mudder. Årsaken synes primært å være reduserte strømhastigheter og flom, samt en stabilisering av vannstand. Omfattende og problematisk tilgroing forekommer bare der hvor tersklene er anlagt på stilleflytende elvestrekninger med mektige løsmasser og med et mer eller mindre innsjøpreg. Disse terskelbassengene er karakterisert av brede, grunne bankeområder i dybdeintervallet 0,5-1,5 m. De viktigste "problemlantene" er vanlig tusenblad, krypsiv, flotgras, elvemose og torvmose* (Brandrud mfl. 1992).

Disse undersøkelsene ble fulgt opp i 1996-97, og også den gangen var konklusjonen at det var *vital vekst av krypsiv i svakt/moderat forsurete innsjøer og stilleflytende elver på Vestlandet* (Brandrud 1999).

Fra ca. 2000 og fram til 2011 økte tilgroingen i deler av Ekso kraftig, særlig de siste fem årene akselererte utviklingen der elva flyter sakte. Verst ble det mellom Lavik og Flatekvål, men tilgroing er et problem i kanskje opp mot en fjerdedel av elva fra Trefall til Nese. Der vanngjennomstrømmingen er god og elva er relativt smal er det ikke problemer med tilgroing. Det var omfattende plantevekst i Laviklonane ved befaringen i 2009 (**figur 1**).



**Figur 1.** Flotgras ved Laviklonane 20. juli 2009. Foto: Geir Helge Johnsen.

## OM FLOTGRAS OG KRYPSIV

I dag er det flotgras (*Sparganium angustifolium*) og krypsiv (*Juncus bulbosus*) som i all hovedsak bidrar til gjengroingen i Eksingedalsvassdraget. Krypsiv har ført til problemer i flere vassdrag i Norge, særlig på Østlandet (Johansen mfl. 2000). Det har derfor blitt gjennomført mer forskning på krypsiv enn på flotgras og man vet dermed en del mer om økologien til denne arten.

Flotgras er en vannplante av piggknoppslekta som kan lett skilles fra andre vannplanter på de kulerunde og piggete blomsterstandene. Flotgras blir drøyt 20-100 cm lang og er forholdsvis vanlig over hele landet i alle vanntyper, men trives best i næringsfattig, surt eller nøytralt vann. Det er ingen andre planter hos oss som har så lange flyteblad som flotgras. Når plantene når lengder rundt 1 m, flyter de på overflaten og danner overflatematter (Mossberg & Stenberg 2007). Arten vokser helst på 0,5-1,5 m dyp (Mjelde mfl. 2000). Flotgras sprer seg vegetativt via krypende rotutløpere (Kühn & Klotz 2002).



Krypsiv er en gressaktig plante i sivslekten som kan vokse på fuktige områder på land og i næringsfattig vann. Plantene kan bli drøyt 5-30 cm lange på land og er nokså vanlige i det skandinaviske lavlandet helt til Troms i nord (Mossberg & Stenberg 2007). Planten er meget fleksibel i vekst og livsformstrategi. I vann starter den som en liten rosett på 10-20 cm lengde, men kan utvikle årsskudd med nye rosetter. Årsskudd dannes når planten skal formere seg ved hjelp av blomstring og frødannelse som må skje over vann. Dette skjer som regel bare med planter på grunt vann under 0,5 m dyp. I dypere vann formerer seg planten med krypende utløpere. Etter flere år med utvikling av årsskudd kan resultatet bli tette bestander av krypsiv. Under ekstreme betingelser kan enkeltplanter få en lengde opp til 2-3 m (Moe og Hawley 2016). Krypsiv er knyttet til ione- og næringsfattige, mer eller mindre sure vassdrag, med høye CO<sub>2</sub> og ammonium-verdier, på fortrinnsvis sterkt organisk, dyaktig substrat, i stille til svaktstrømmende områder, fortrinnsvis i dybdesonen 0,5-1,5 m, i vintermilde, nedbørrike, oseaniske områder (Johansen mfl. 2000).

Innfrysningforsøk har vist at både flotgras og krypsiv er svært lite frosttolerante (Brandrud & Johansen 1992). Begge arter er flerårig og har flere perioder med blomstring (pluriennial - pollakantisk) (Kühn & Klotz 2002). Begge har eviggrønne blader (Kühn & Klotz 2002) og overvintrer i vassdrag uten å visne.

På 1970-tallet utviklet den tyske planteøkologen Heinz Ellenberg økologiske indikatorverdier for å kunne beskrive økologiske nisjer for planter som forekommer i Mitteleuropa (Ellenberg mfl. 1991). Dette beskrivelsessystemet er fortsatt populært og er fortsatt i bruk for å sammenligne økologien mellom plantearter, særlig i mitteleuropa (se f. eks. Domina mfl. 2018). Metoden var opprinnelig målrettet mot mitteleuropeiske forhold, men virker også som pekepinn for hvilke forhold forskjellige plantearter i Norge foretrekker. Systemet beskriver den økologiske nisjen med seks tall som hver representerer en økologisk faktor:

- Lystallet (L), angir artsforekomsten i forhold til relativ belyningsstyrke
- Temperaturtallet (T), angir hvor langt arten kan trenge nordover, eller hvor høyt den kan forekomme i fjellet
- Kontinentalitetstallet (K), viser artens forekomst i forhold til klimaets grad av kontinentalitet
- Fuktighetstallet (F), opplyser plantens forekomst i forhold til jordens fuktighet
- Kalsiumtallet (eller reaksjonstallet) (R), viser artens forekomst i forhold til jordens kalkinnhold, som blant annet bestemmer jordens pH-verdi
- Nitrogentallet (N), opplyser om artens krav om nitrogenforhold i jorden

Hvert tall får en verdi mellom en og ni, hvor en utgjør den minste utformingen av faktoren og ni utgjør den største utformingen av faktoren. Verdiene Ellenberg tildelte flotgras og krypsiv er gitt i **tabell 2**.

**Tabell 2.** Økologiske indikatorverdier for flotgras og krypsiv tatt fra Ellenberg mfl. 1992.

Indikatorverdi	Lys (L)	Temperatur (T)	Kontinentalitet (K)	Fuktighet (F)	Kalsium (R)	Nitrogen (N)
<b>Flotgras</b>	<b>8</b>	<b>x</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Krypsiv</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Flotgras blir karakterisert som halvlys- til fullslyplante (L: 8), mens krypsiv er en halvskygge til halvlysplante (L: 6). Når det gjelder temperatur har flotgras ingen klare preferanser (T: x - indifferent), mens krypsiv ikke liker det for kaldt og for det meste forekommer nederst i fjellområder (T: 6). Begge arter forekommer i oseaniske strøk. Flotgras er en oseanisk/suboseanisk art (K:3), mens krypsiv er mer oseanisk enn flotgras (K: 2). Når det gjelder fuktighet er begge arter vannplanter. Hos flotgras er røttene under vann og en del av planten rekker opp over vannoverflaten (F: 11), mens krypsiv tåler skiftende vannstand og kan klare seg periodevis på land (F: 10). Når det gjelder kalsium er tyngdepunktet for flotgras på sur jord, men den kan også forekomme på svakt sur eller nøytral jord (R: 3). Krypsiv foretrekker derimot nesten nøytral jord, men finnes også på svakt sure steder (R: 5). Begge arter finnes i nitrogenfattige områder, men flotgras foretrekker litt nitrogenfattigere habitater (N: 1) enn krypsiv (N: 2). Disse verdiene viser at det bare er små forskjeller i de økologiske nisjene og at nisjene overlapper til stor grad. De største forskjellene finnes i lystallet (L), temperaturtallet (T) og kalsiumtallet (R).



## OPPRYDDINGSPROSJEKTET

Det er hovedsakelig utført opprensning i fire store områder i Ekso vassdraget, ved Flatekvål, Lavik, Bergovannet og Trefallvannet. Områdene har blitt klippet og eller frest i 2011 og i 2012. I 2013 ble det klippet og frest kun i Bergovannet. **Tabell 3** viser en oppsummering av tiltakene som er utført for årene 2011-2013 i de ulike områdene. Det er ikke klippet vegetasjon i 2014, 2015, 2016 og 2017.

To ulike metoder er benyttet for å fjerne vegetasjonen i Ekso; (1) klipping og (2) fresing (**figur 2**).

- (1) Klipping: Plantene klippes av ca. 10 cm over elvebunnen, slik at mye av stengelen og rotstokken står igjen. Den vannrette kniven kutter vegetasjonen 10-20 cm over bunnen, mens den loddrette kniven kutter vegetasjonen som flyter opp, slik at det ikke blir opphoping fremfor maskinen.
- (2) Fresing og spyling av bunnen løsner rotsystemet. En vel 2 meter brei trommel senkes ned til maks 2,5 meter under vannflaten. Trommelen roterer. Samtidig blir bunnen spylt med vann/luft for å vaske ut rotsystemet slik at det flyter opp



**Figur 2.** Opprenskingsmetoder og utstyr. Klippemaskinen som blir benyttet virvler opp store mengder plantemateriale som blir fanget opp av en oppsamler på selve klippemaskinen (øverst t.h.), samt av lenser (nederst t.v.).

**Tabell 3.** Oppsummering av tiltakene utført i Ekso for årene 2011-2013.

	Områder	Metode	Areal renset
2011	Lavik – Flatekvål	Klipping og fresing	173 000 m <sup>2</sup>
	Bergovannet	Klipping	79 000 m <sup>2</sup>
2012	Flatekvål	Klipping og fresing	70 000 m <sup>2</sup>
	Bergovannet	Fresing	75 700 m <sup>2</sup>
	Trefallsvannet	Klippet	10 700 m <sup>2</sup>
2013	Bergovannet	Klipping og fresing	2 270 m <sup>2</sup>
Samlet			331 670 m <sup>2</sup>

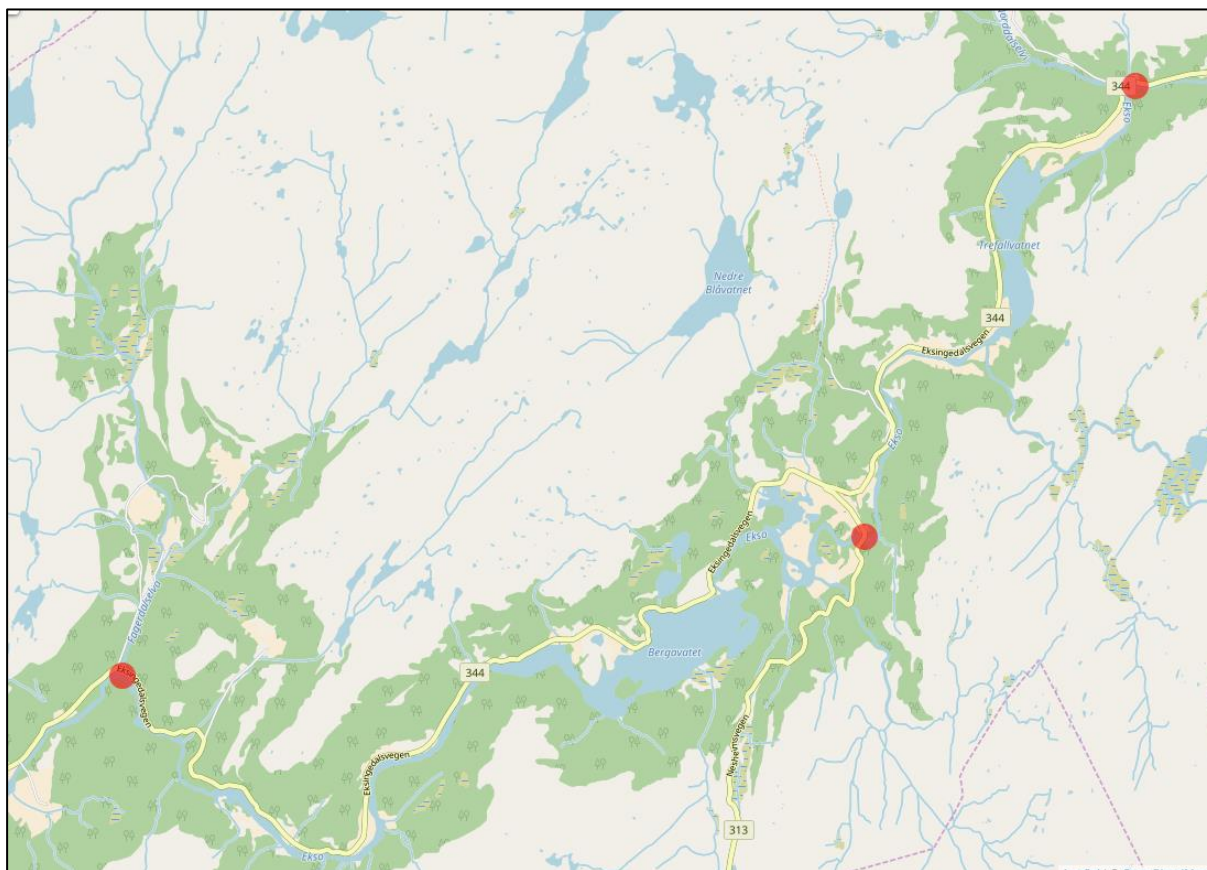
# OVERVÅKING AV VANNTEMPERATUR

## METODE

Rådgivende Biologer AS har logget temperatur tre steder i Eksingedalsvassdraget i forbindelse med overvåking av vegetasjonen i Ekso og i forbindelse med utredning av Beinhelleren pumpe. Loggerne som ble benyttet var Minilog II. Disse logget vanntemperaturen for hver time. **tabell 4** og **figur 3** viser posisjoner og tidsforløp av loggerne.

**Tabell 4.** Posisjon og historikk for temperaturseriene i Ekso.

Sted	Posisjon	Lagt ut	Siste avlesing	Hull i måleserie
Ekso før Norddalselva	32 V 347830 6747233	08.06.2011	16.11.2017	08.11.2011 – 13.05.2012
Ekso før Nesheim	32 V 345367 6743516	08.06.2011	16.11.2017	Ingen
Ekso før Fjellanger	32 V 339022 6742620	08.06.2011	16.11.2017	09.06.2012 – 05.09.2012



**Figur 3.** Kart over posisjon av temperaturloggerne (røde sirkler). Alle loggerne ligger i hovedelven til Eksingedalsvassdraget. Kartgrunnlag: OpenStreetMap

## RESULTAT 2017

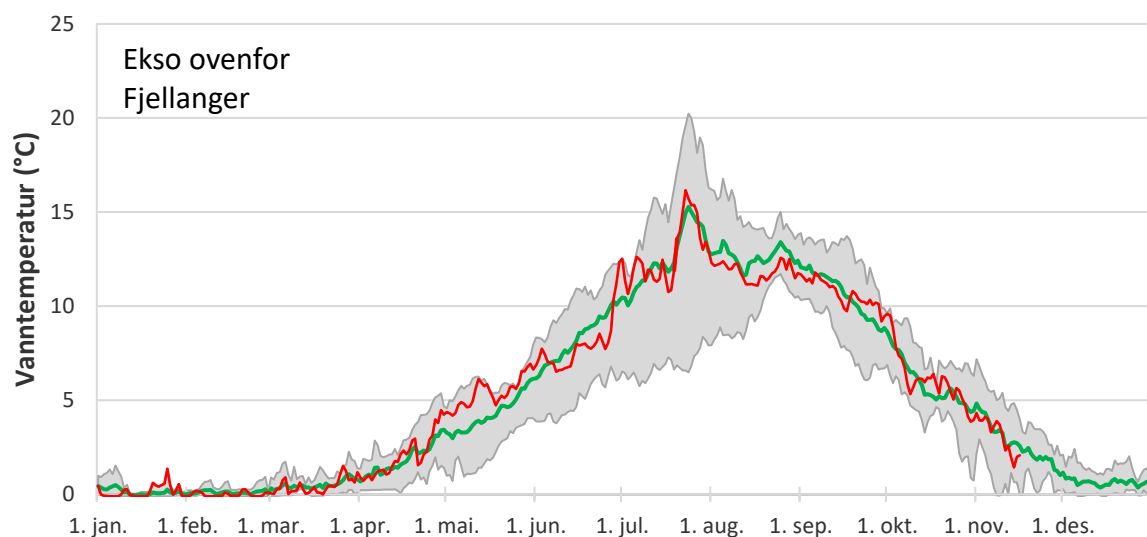
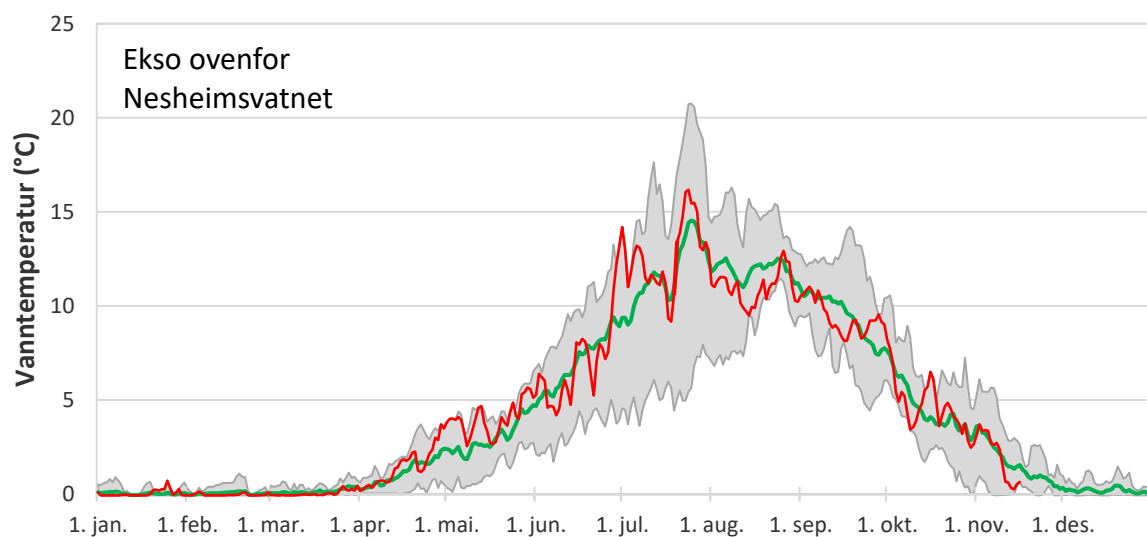
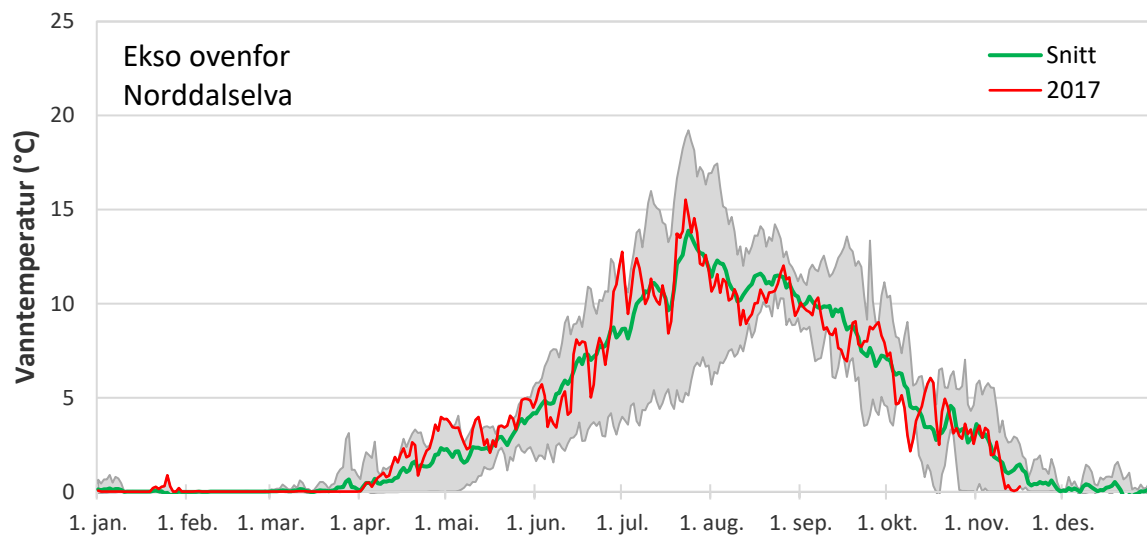
Resultatene fra temperaturloggingene fram til den 26. oktober 2016, er tidligere presentert i konsekvensutredningen for omsøkt prosjekt Beinhelleren pumpe med overføringer til Evanger kraftverk (Mork mfl. 2013) og i rapportene fra overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso 2013, 2014, 2015 og 2016 (Bjelland og Johnsen 2013, Bjelland mfl. 2014, Bjelland mfl. 2015, Bjelland mfl. 2016).

Temperaturen på de ulike stedene i vassdraget har mye av den samme årsvariasjonen (**tabell 5, figur 4**). Årsgjennomsnittet på vanntemperaturen i alle lokalitetene var 0,1 til 0,4 °C varmere sammenlignet med referanseperioden (2011-2016). Ser man på hver lokalitet og måned, er det noen påfallende stedsavhengige avvik fra referanseperioden:

Ved Trefall (før Norddalselva) var vår- og delvis sommertemperaturene konstant over 1 °C varmere (april – juli) enn gjennomsnittstemperaturene fra referanseperioden. I juli var vanntemperaturen til og med 2,7 °C varmere. Ellers var månedstemperaturene i denne lokaliteten tilnærmet gjennomsnittlige. Ved Nesheim ble det målt større avvik i mai og juli, der gjennomsnittstemperaturen var 1,2 °C varmere enn i referanseperioden. Vanntemperaturen i august var 2017 derimot 1,1 °C kaldere enn i 2011-2016. I de andre månedene er det ingen større signifikante temperaturavvik ved Nesheim sammenlignet med referanseperioden. Fjellanger hadde påfallende avvik i juni (1,4 °C varmere) og september (1,5 °C varmere). Forøvrig var vanntemperaturen i 2017 veldig gjennomsnittlig ved Fjellanger.

**Tabell 5.** Gjennomsnittlige månedstemperaturer (°C) i Ekso oppstrøms Norddalselva (= Ekso før Trefall), oppstrøms Nesheimsvatnet og i Ekso før Fjellangerelva for perioden 2011-2016 og i 2017, samt avvik mellom snittemperaturene i de to periodene. For årssnittet er november- og desembertemperaturene ikke tatt med siden temperaturene ble avlest i november 2017. Enkelte månedstemperaturer for hele målingsperioden finnes i vedlegg (vedlegg 1)

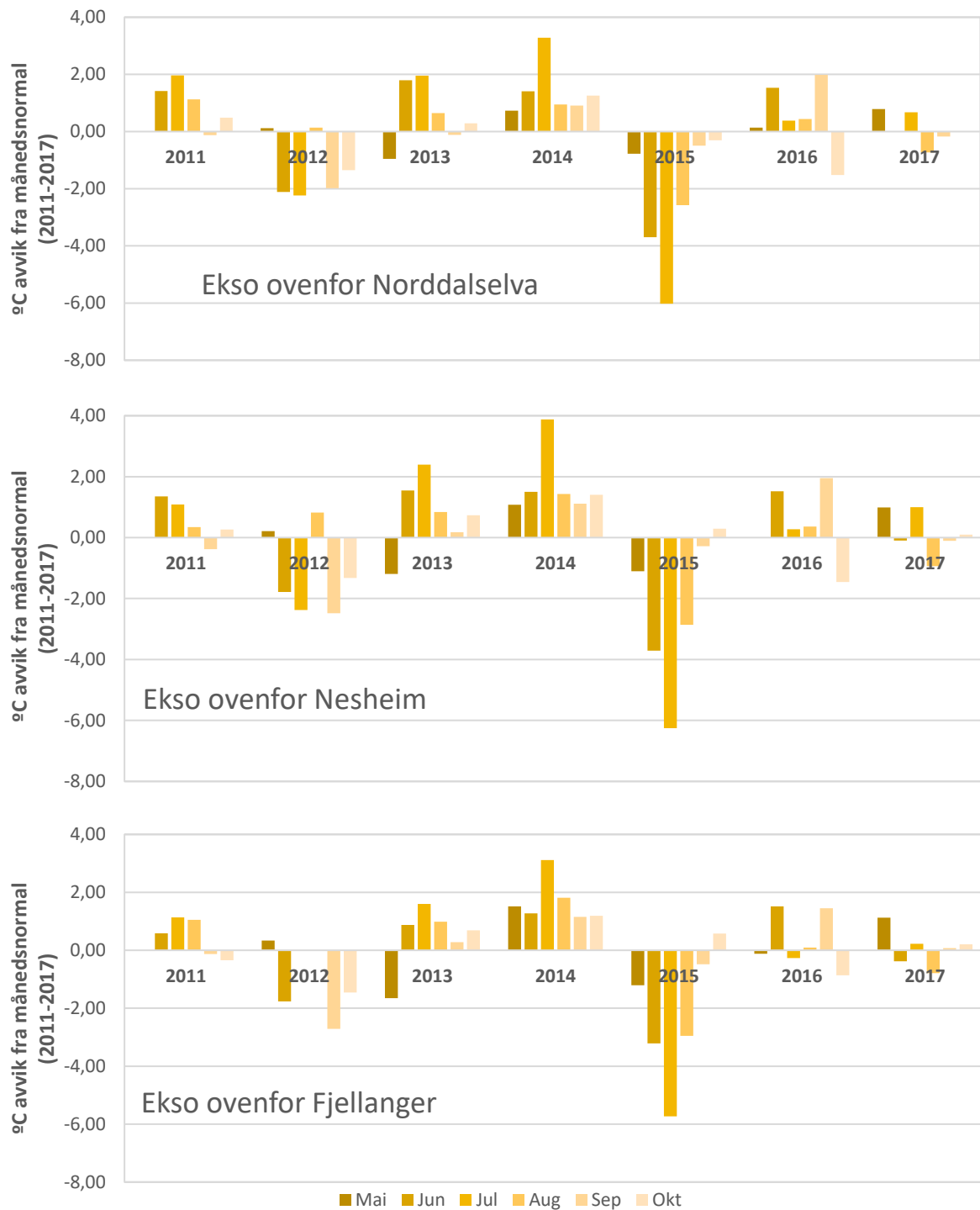
Elv	Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Totalt
Ekso før Trefall	2011-2016	0,0	0,1	0,2	0,6	2,1	5,5	9,1	10,3	8,8	4,4	1,7	0,2	4,1
	2017	0,1	0,0	0,0	1,7	3,5	6,5	11,8	10,4	8,7	4,3			4,6
	Avvik	0,1	-0,1	-0,2	1,1	1,4	1,1	2,7	0,2	-0,1	-0,2			0,4
Ekso før Nesheim	2011-2016	0,0	0,1	0,2	1,1	2,8	7,1	11,6	12,1	9,5	4,6	1,7	0,2	4,5
	2017	0,0	0,0	0,0	1,5	4,0	7,0	12,7	11,0	9,4	4,7			4,9
	Avvik	0,0	-0,1	-0,2	0,4	1,2	-0,1	1,1	-1,1	-0,1	0,1			0,4
Ekso før Fjellanger	2011-2016	0,1	0,1	0,5	1,8	4,1	8,3	12,5	12,8	10,6	5,9	2,7	0,7	5,1
	2017	0,0	0,0	0,0	1,6	4,2	9,8	12,3	12,7	12,1	5,2			5,2
	Avvik	-0,1	-0,2	-0,5	-0,3	0,1	1,4	-0,2	-0,1	1,5	-0,7			0,1



**Figur 4.** Døgnmiddel for vanntemperatur på tre steder nedover i Ekso i Eksingdalsvassdraget. Grått felt viser største og minste døgntemperatur i perioden 2011-2017 og grønn linje er gjennomsnittlig døgntemperatur i perioden 2011-2017. Rød linje er gjennomsnittlig døgntemperatur 2017.

## UTVIKLING 2011-2017

Regner man ut månedsnormalene i vekstsesongen (mai-september) i tillegg til oktober for hele målingsperioden (2011-2017) og ser på avvikene fra månedstemperaturen for hvert år i hver målingslokalitet, finner man bare få generelle forskjeller i temperaturavvik mellom lokalitetene (**figur 5**). Det er tydelig, at 2015 var det kaldeste året for alle lokaliteter i hele overvåkingsperioden (**figur 5**).



**Figur 5.** Temperaturavvik fra månedsnormaler (2011-2017) for mai-oktober på tre steder nedover i Ekso i Eksingdalsvassdraget. Enkeltverdier for hele året finnes i **vedlegg 1**.

# OVERVÅKING AV VANNVEGETASJON

## METODE

Torbjørn Bjelland og Helge O. T. Bergum utførte feltarbeidet den 14. september 2017, ved relativt lav vannføring og gode værforhold. For å overvåke gjengroingen i Ekso er det brukt en forenklet metode tilsvarende den som brukes ved overvåkingen av krypsiv i elver på Sørlandet (Danielsen mfl. 2012). Fire områder mellom Flatekvål i vest og Trefall i øst overvåkes:

1. Flatekvål
2. Lavik
3. Bergovannet
4. Trefallvannet

På hver lokalitet er det etablert 2 transekter i opprensket område. Beliggenhet av transektene ble utvalgt i sammenheng med lett gjenkjennelige kjennetegn i områdene. Dybden av vannet i transektene varierte fra 0,10 til 1,5 m. Transektene ble undersøkt årlig fra 2013 til og med 2017 med vannkikkert og ved innsamling av planter (**figur 5**). Viktige parametere som undersøkes er tetthet av planter (nyrekruttering) og tilvekst på siste års skudd.

For hvert transekt er det lagt ut tre analyseruter (å  $1 \times 1$  m) (**figur 6**). Rutene er markert med GPS. I hver rute blir det målt:

- (1) Frekvensfordeling av alle arter pr  $m^2$  (forekomst i  $\times$  av 25 ruter).
- (2) Plantelengde (cm). Gjennomsnitt av 10 krypsiv og 10 flotgras planter.

I tillegg blir det gjort analyser av hvilken dominerende vokseform krypsiv og flotgras har innenfor hver prøveflate (å  $1 \times 1$  m). Vokseform deles inn i fire kategorier:

- (1) Enkeltstående rosetter på bunnen
- (2) Rosetter i matter på bunnen
- (3) Lange, sammenfiltrede skudd
- (4) Overflatematter

Fra og med 2015 blir det også tatt en enkel substratprøve fra hver av analyserutene. Det vil bli vurdert hvor stor dekning av mudder det er i hver rute (%) og eventuelt hvilken substrattypen som ellers dekker ruten. Substrattypeninndelingen følger samme inndeling som Moe mfl. (2015), jf. **tabell 6**.

**Tabell 6.** Oversikt over ulike substrattyper

<b>Substrattype</b>	<b>Kornstørrelse</b>
Blokker	> 20 cm
Stein	6-20 cm
Grus	2-6 cm
Fin grus	2 mm- 2cm
Sand	0,1 -2 mm
Silt/leire	<0,1 mm
Organisk/Mudder	

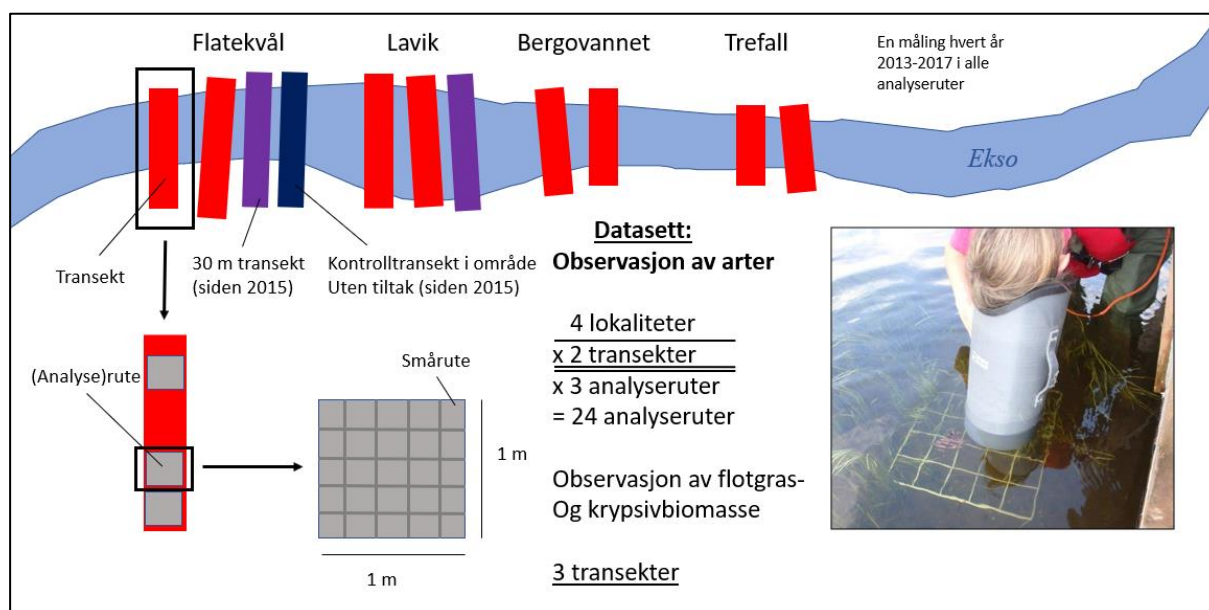
I 2015 ble overvåkingen utvidet på to av lokalitetene; Flatekvål og Lavik (Bjelland mfl. 2015). I tillegg ble det etablert et kontrollområde ved Flatekvål hvor det ikke har vært utført tiltak. På hver av disse tre lokalitetene blir en elvestrekning på ca. 30 m undersøkt, fra land og så dypt det er mulig å komme. Flotgras, krypsiv og andre vannplanter skal registreres i dette området. Viktige parametere som registreres langs transektene er tetthet av ulike planter, samt dominerende vekstform hos krypsiv og flotgras, og substrattypen.



Måling av flotgras og krypsiv biomasse, en gang pr år i august:

- 5-punkt skala (1=sjelden, <5 individer av arten i hele innsjøen), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten)
- Estimering av total dekningsgrad (%) (summen av dekningsgraden for hver vekstform)
- Estimering av dekningsgrad ekstra for hver vekstform (rosettplanter, enkeltstående, såtevekst, overflatematter)
- Estimering av andre vannplanter etter 5-punkt skala

30 m transektet ved Flatekvål starter ved det allerede etablerte transekt 1, i rute 1, og videre 30 m østover i Ekso. Tilsvarende ved Lavik starter 30 m transektet ved gamle transekt 1, i rute 1, og 30 m sørøstover i Ekso. Kontrolltransektet er plassert ved Flatekvål, på andre siden, og nedstrøms, av elvebredden i forhold til transekt 2. For en eksakt beskrivelse av beliggenheten til transektene se også Bjelland mfl. (2015). En skjematisk oppsummering av metoden for vegetasjonsovervåking er gitt i **figur 6**.



**Figur 6.** Oppsummering for oppbygging av metode for vegetasjonsovervåking: 4 lokaliteter er tilrettelagt i opprenskede områder i Flatekvål, Lavik, Bergovannet og Trefall for måling av frekvensfordeling av alle arter pr m<sup>2</sup> og lengdemåling av flotgras og krypsiv. I hver lokalitet er det to transekter med å 3 1 x 1 m store analyseruter, som igjen består av 25 småruter. Frekvensfordeling pr m<sup>2</sup> blir målt ved å observere i hvor mange småruter av analyseruten hver enkel art forekommer i. I 2015 ble to 30 m transekter tilrettelagt i Flatekvål og Lavik for å observere biomasse for krypsiv og flotgras i tillegg til et kontrolltransekt i Flatekvål i et parti uten tiltak mot gjengroing. Bilde: Undersøkelse av vegetasjon i analyserute med vannkikkert Foto: Sissel H. Mykletun, BKK.

## STATISTISKE ANALYSER AV VEGETASJONSDATA

Med den store mengden av forekomstdata av plantearter som ble samlet gjennom 2013-2017 er det mulig å analysere hvordan forekomst og lengde av krypsiv og flotgras påvirker vegetasjonen.

Analysen ble gjort via en kanonisk korrelasjonsanalyse (canonical correlation analysis - CCA). CCA er en statistisk prosedyre som blir brukt for å finne sammenheng mellom to datasett med flere variabler, der et datasett representerer verdier og det andre representerer faktorer som påvirker verdiene. I en CCA antar man, at verdiene har et unimodalt forhold til faktorene, det vil si at verdiene har størst formasjon rundt en bestemt faktorverdi, også kalt optimum.



I dette tilfellet er det første datasettet forekomstfrekvens av artene i hver lokalitet (antall småruter per analyserute) og det andre datasettet inneholder påvirkningsfaktorene antall år siden tiltak mot gjengroing har blitt gjennomført, lengde på flotgras og lengde på krypsiv i hver lokalitet (analyserute). Logaritmen ble tatt av forekomstverdiene før CCAen for å unngå statistiske effekter av veldig vanlige og sjeldne arter.

Prosedyren ender opp med et ordinasjonsdiagram, der påvirkningsfaktorene er framstilt med en pil (vektor) som kommer fra diagrammets midte og artene, som er spredt rundt pilene i diagrammet. Et ordinasjonsdiagram gjør det lett å gjenkjenne effekten faktorene har på artene. Ytterlige kilder for tolking og fremgangsmåten av CCAer og ordinasjonsdiagrammer finnes (ter Braak 1986). De statistiske analysene ble gjennomført med statistikkprogrammet R, versjon 3.4.2. (R Core Team 2017) med tilleggsprogrammet «vegan» (Oksanen mfl. 2017).

Målingsperioden er for kort for å gjennomføre meningsfulle statistiske analyser på forhold mellom vegetasjon og temperatur.

## RESULTAT 2017

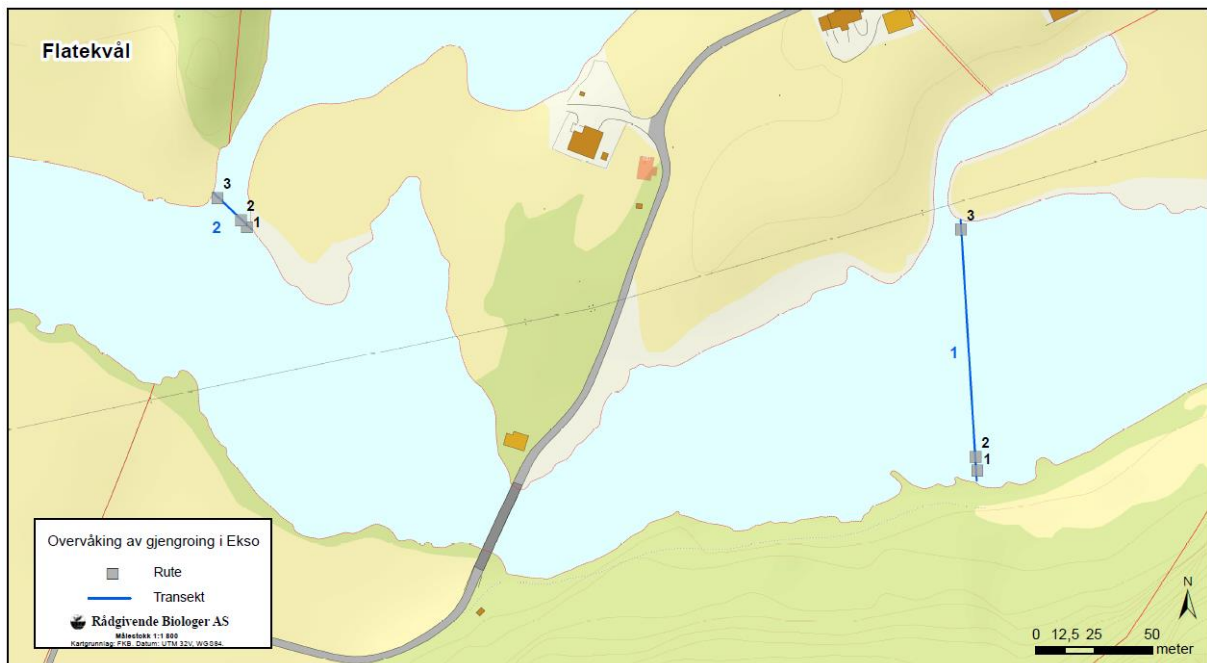
### FLATEKVÅL

Plasseringen av de to transektene ved Flatekvål er gitt i **figur 7**.

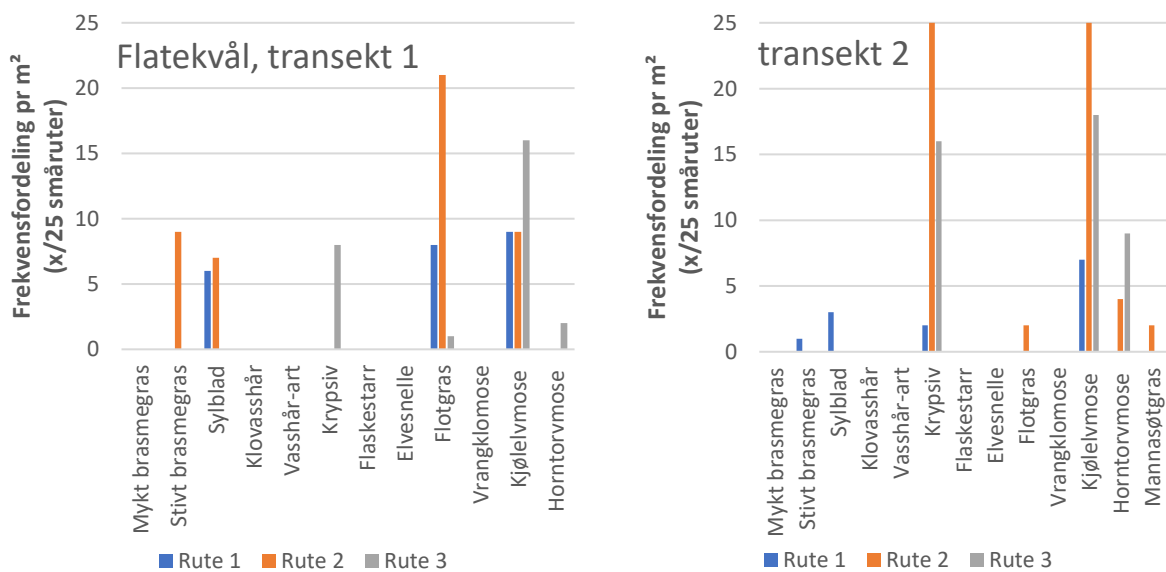
I rutene i 2017 ble det registrert stivt brasmegras, sylblad, krypsiv, flotgras, kjølelvrose, hornorvmose og mannasøtgras (**figur 8**). I transekt 1 ble det igjen registrert krypsiv i én av rutene, mens flotgras forekommer i 3 av rutene (**figur 8**). I transekt 2 forekommer krypsiv i tre av rutene, mens flotgras ble bare funnet i én rute (**figur 8**).

Den dominerende vokseformen for krypsiv er enkeltstående rosetter på bunnen, mens flotgras har lange, sammenfiltrede skudd. Den gjennomsnittlige lengden på krypsivskuddene er 29 cm (transekt 1 og 2), mens for flotgras er den gjennomsnittlige lengden på skuddene 47 cm (transekt 1 og 2) (**figur 9**). Lengden på krypsivskuddene varierer mellom 7,5 og 49 cm, mens flotgrasskuddene varierer mellom 31 og 48 cm.

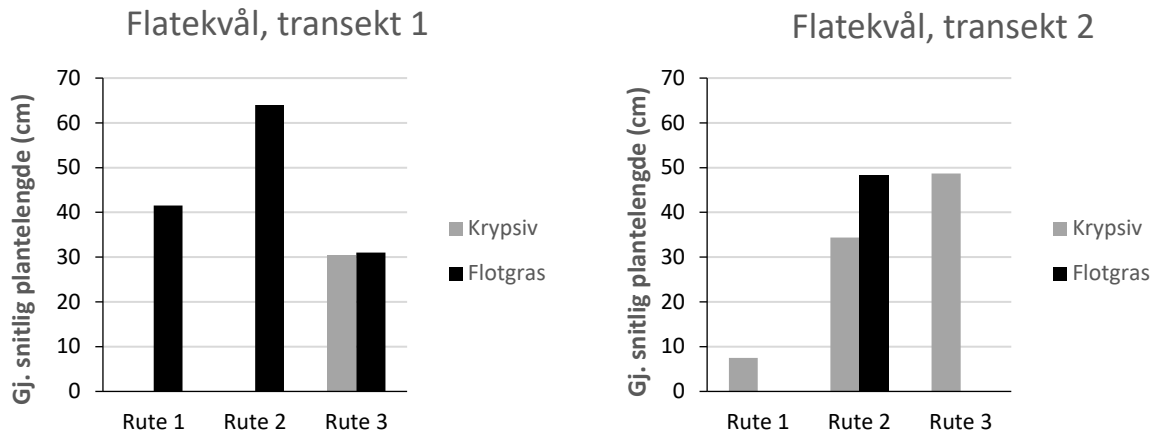
I transekt 1 dominerer sand i rute 1 og 2, mens mudder dominerer i rute 3 i 2017. Gjennom 2015-2017 har %-dekningen av mudder variert i transekt 1 uten klar utvikling. Mudder er den dominerende substrattypen i alle rutene fra transekt 2, og det har ikke vært noen forandringer i substrattypesammensetningen siden i 2016.



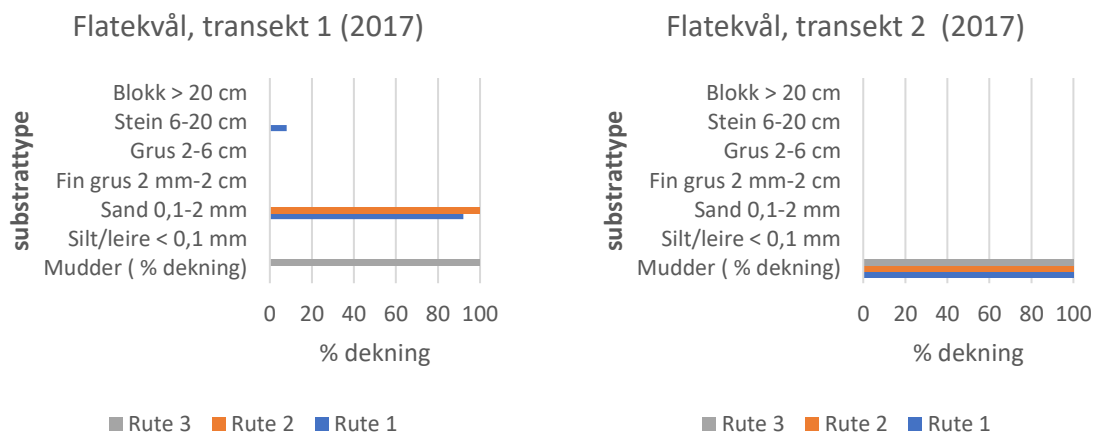
Figur 7. Beliggenhet av transekter og analysruter ved Flatekvål.



Figur 8. Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål i 2017. Utviklingen i perioden 2013-2017 er vist i vedlegg 2.



**Figur 9.** Gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål 2017. 10 eksemplarer ble målt per rute ved forekomst. Utvikling for perioden 2013-2017 er vist i **vedlegg 3**.



**Figur 10.** Dekningsgrad av substrattypen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål 2017. Utvikling for 2015-2017 er vist i **vedlegg 4**.

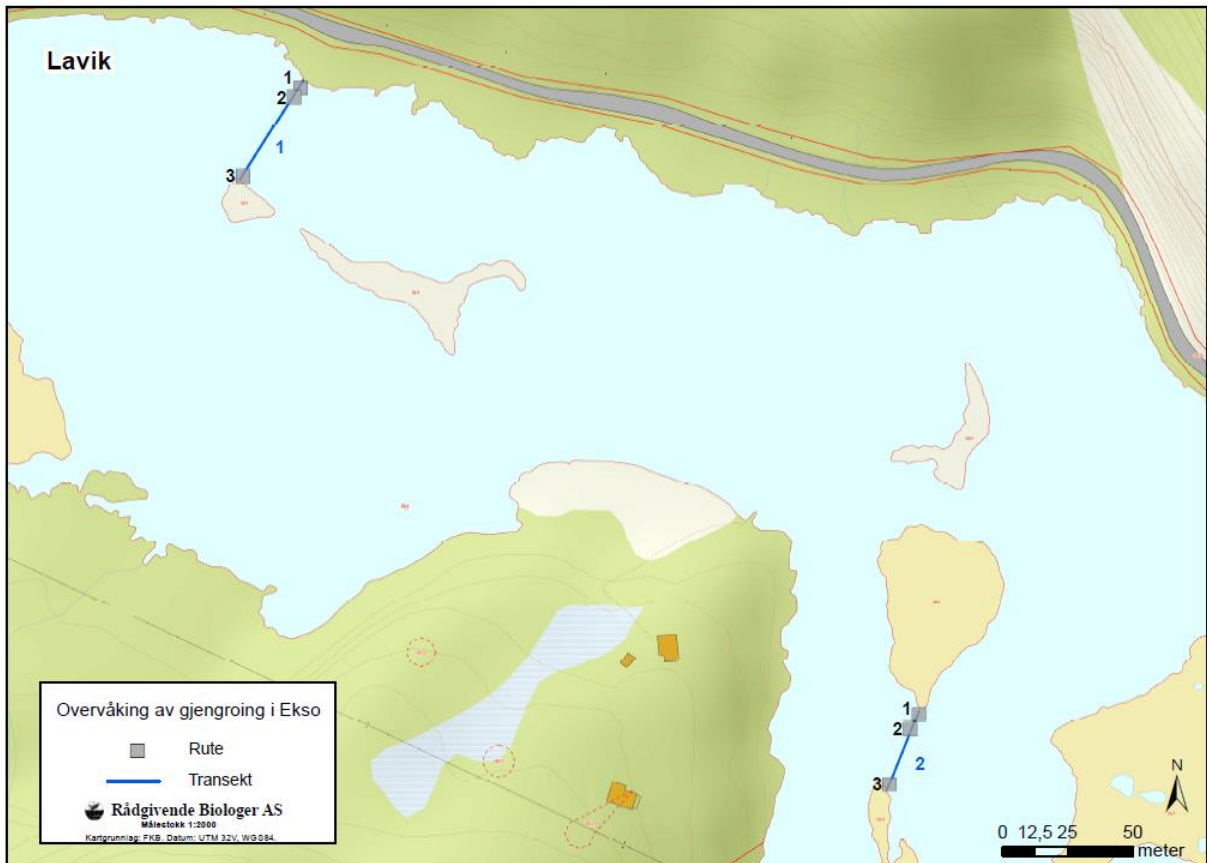
## LAVIK

Plasseringen av de to transektene ved Lavik er gitt i **figur 11**.

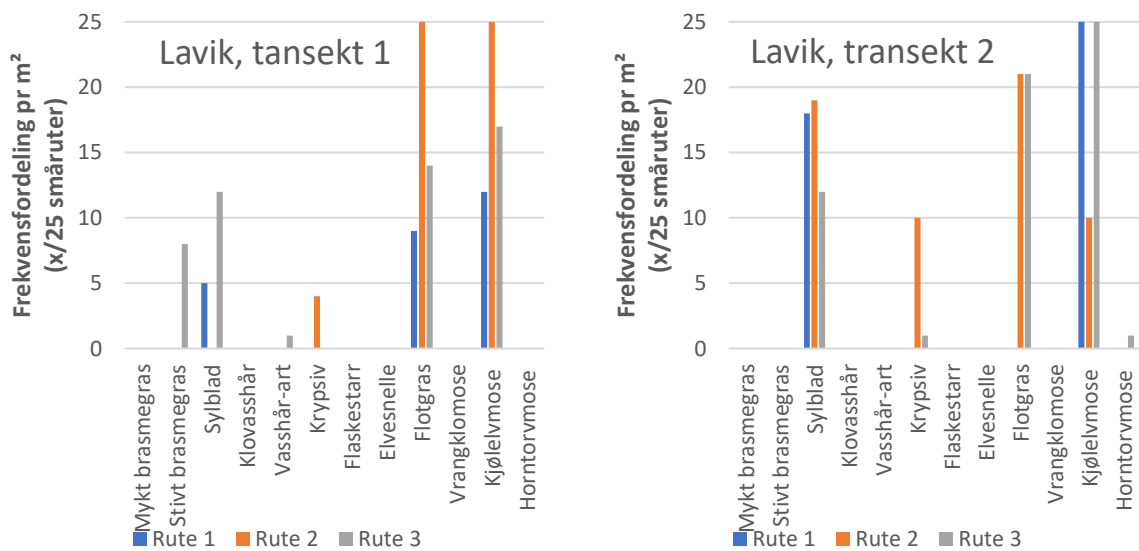
I rutene i 2017 ble det registrert stivt brasmegras, sylblad, krypsiv, flotgras, kjølelvmosse og hornortormose. Flotgras forekommer i alle 3 rutene i transekt 1 og i rute 2 og 3 i transekt 2, mens krypsiv forekommer i én rute i transekt 1 og to ruter i transekt 2 (**figur 12**).

Den dominerende vokseformen for krypsiv er enkeltstående rosetter på bunnen, mens flotgras dannet overflatematter. Den gjennomsnittlige lengden på krypsivskuddene er 45 cm (transekt 1 og 2), mens for flotgras er den gjennomsnittlige lengden på skuddene 91 cm (transekt 1 og 2) (**figur 13**). Lengden på krypsivskuddene varierer mellom 30 og 53 cm, mens flotgrasskuddene varierer mellom 71 og 111 cm.

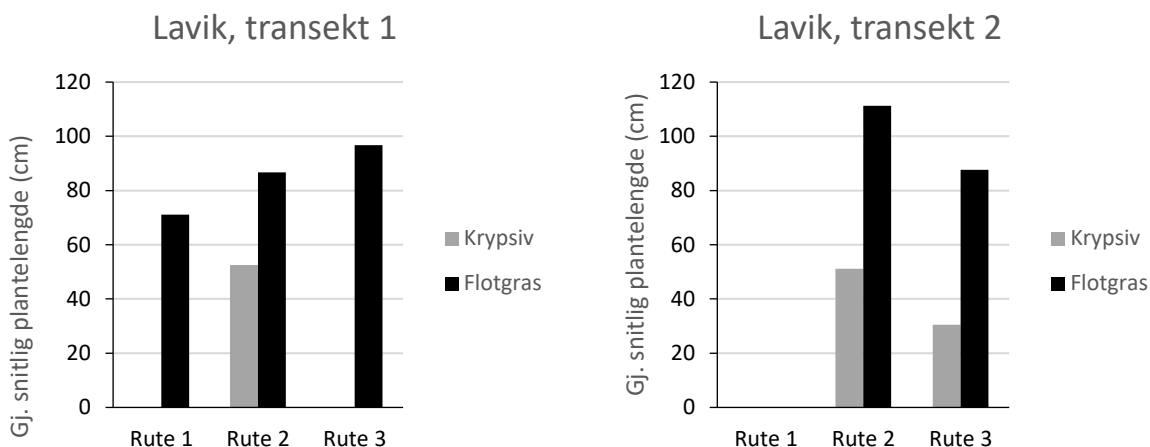
Mudder dominerer som substrattypen i alle rutene utenom rute 3 i transekt 1, hvor sand dominerer (**figur 14**).



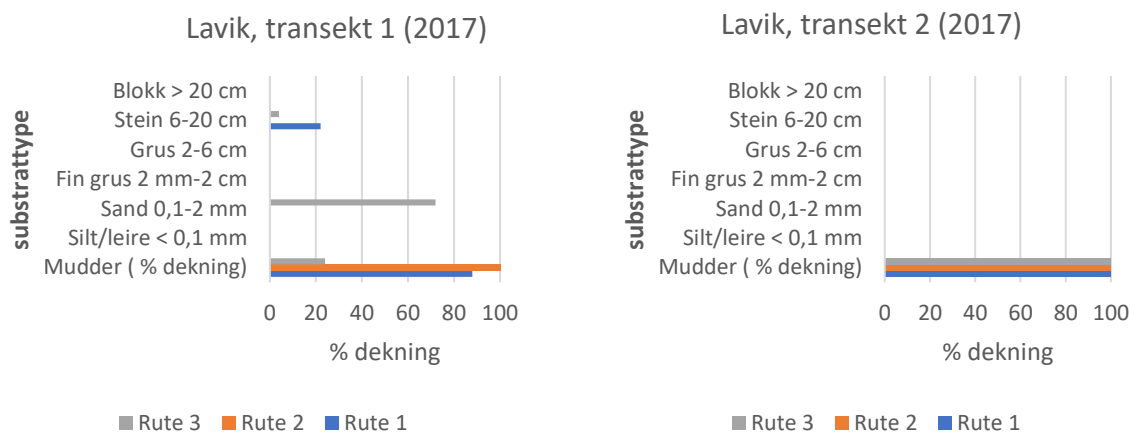
Figur 11. Beliggenhet av transekter og analyseruter ved Lavik.



Figur 12. Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik i 2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter. Utvikling for perioden 2013-2017 er vist i vedlegg 5.



**Figur 13.** Gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik 2017. 10 eksemplarer ble målt per rute ved forekomst. Utvikling for perioden 2013-2017 er vist i vedlegg 6.



**Figur 14.** Dekningsgrad av substrattype i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik 2017. Utvikling for perioden 2015-2017 er vist i vedlegg 7.

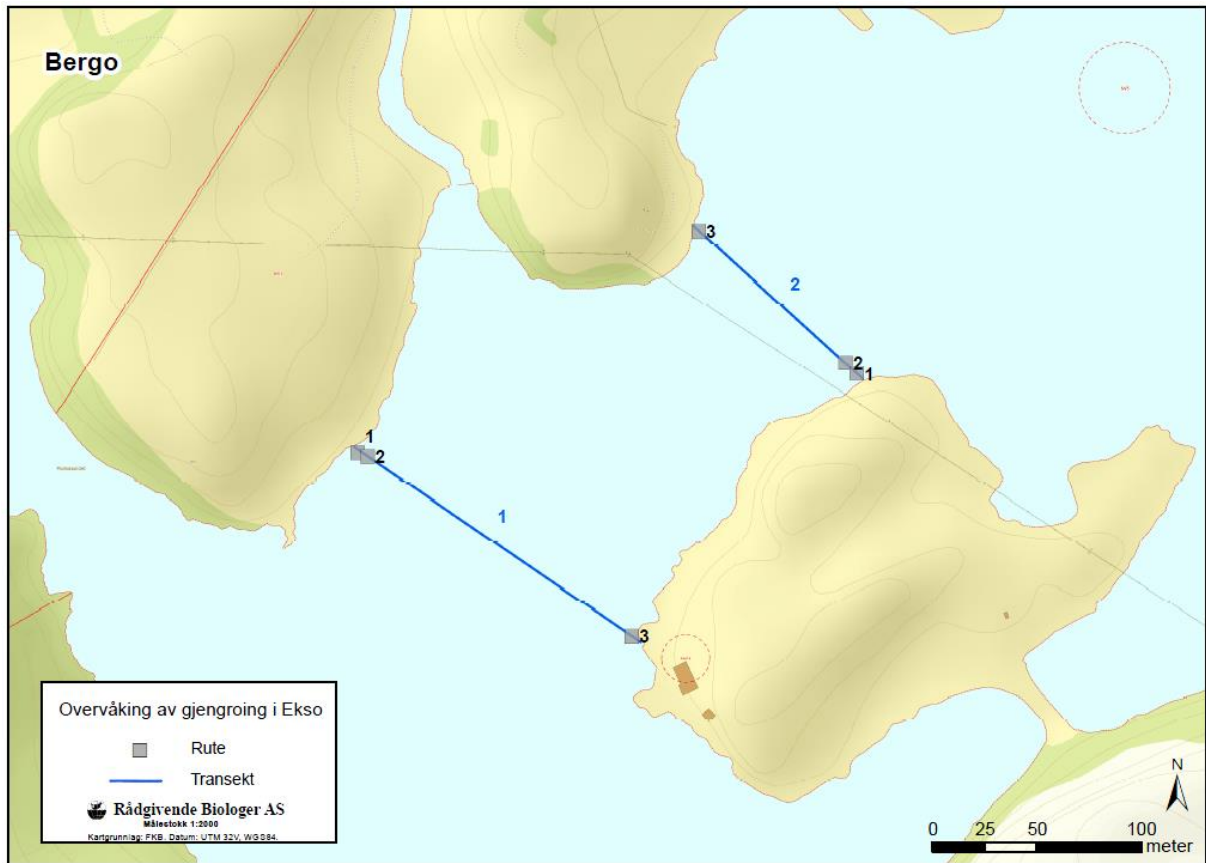
## BERGOVANNET

Plasseringen av de to transektene ved Bergovannet er gitt i **figur 15**.

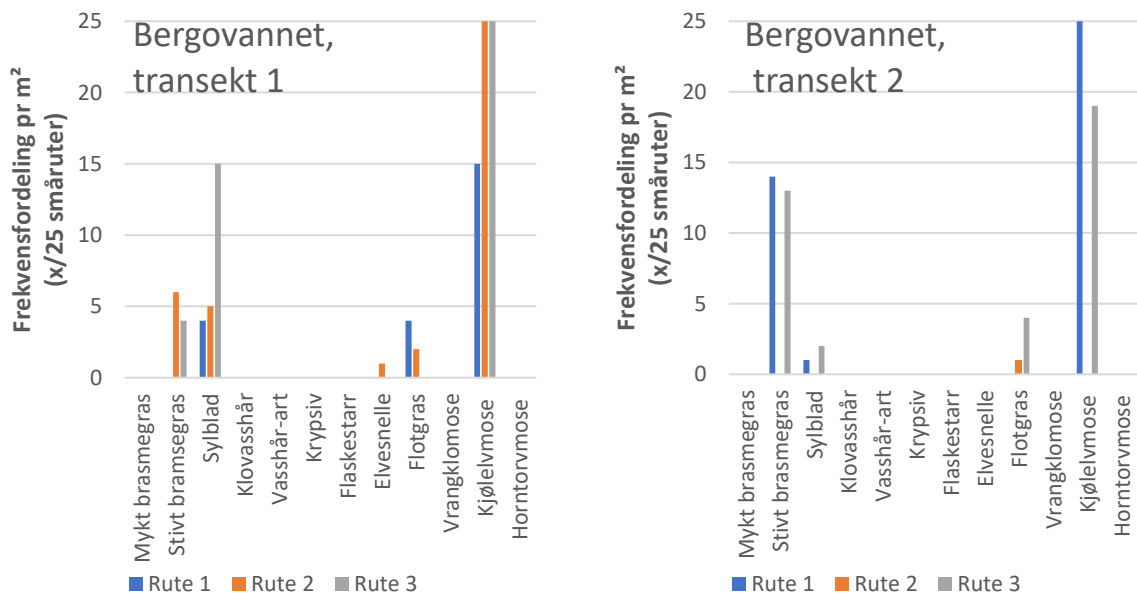
I rutene i 2017 ble det registrert stivt brasmegras, sylblad, elvesnelle, flotgras og kjølelvrose. Flotgras forekommer i to av tre ruter i transekt 1 og 2, mens krypsiv ikke ble registrert i denne lokaliteten (**figur 16**).

Den dominerende vokseformen for flotgras er enkeltstående rosetter på bunnen, med en gjennomsnittlig lengde på skuddene av 36 cm (transekt 1 og 2) (**figur 17**). Lengden på flotgrasskuddene varierer mellom 27 og 44 cm.

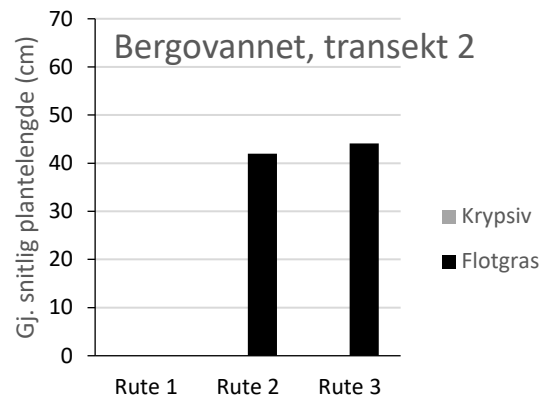
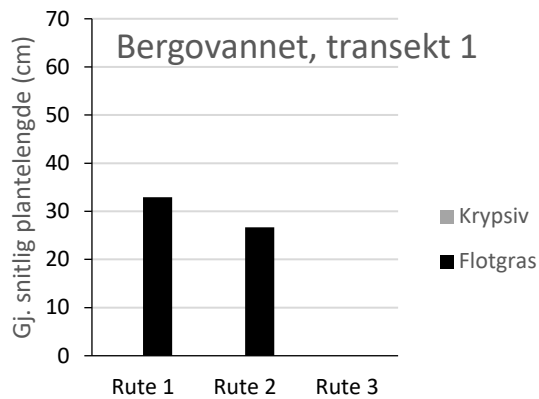
Mudder dominerer som substrattype i alle ruter, med små innslag av sand og grus i noen ruter (**figur 18**).



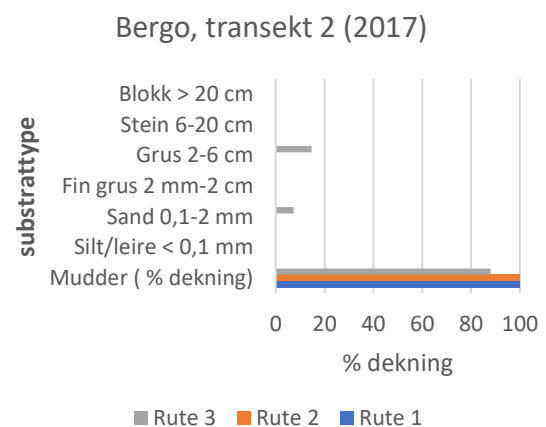
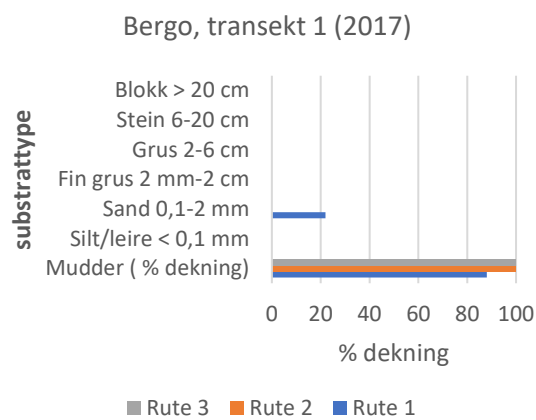
Figur 15. Beliggenhet av transekter og analyseruter ved Bergo.



Figur 16. Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 i Bergovannet 2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter. Utviklingen i perioden 2013-2017 er vist i vedlegg 8.



**Figur 17.** Gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Bergo i 2017. 10 eksemplarer ble målt pr. rute ved forekomst. Utvikling for perioden 2013-2017 er vist i vedlegg 9.



**Figur 18.** Dekningsgrad av substrattype i rutene langs transekt 1 og 2 ved Bergovannet 2017. Utvikling i perioden 2015-2017 er vist i vedlegg 10.

## TREFALLSVANNET

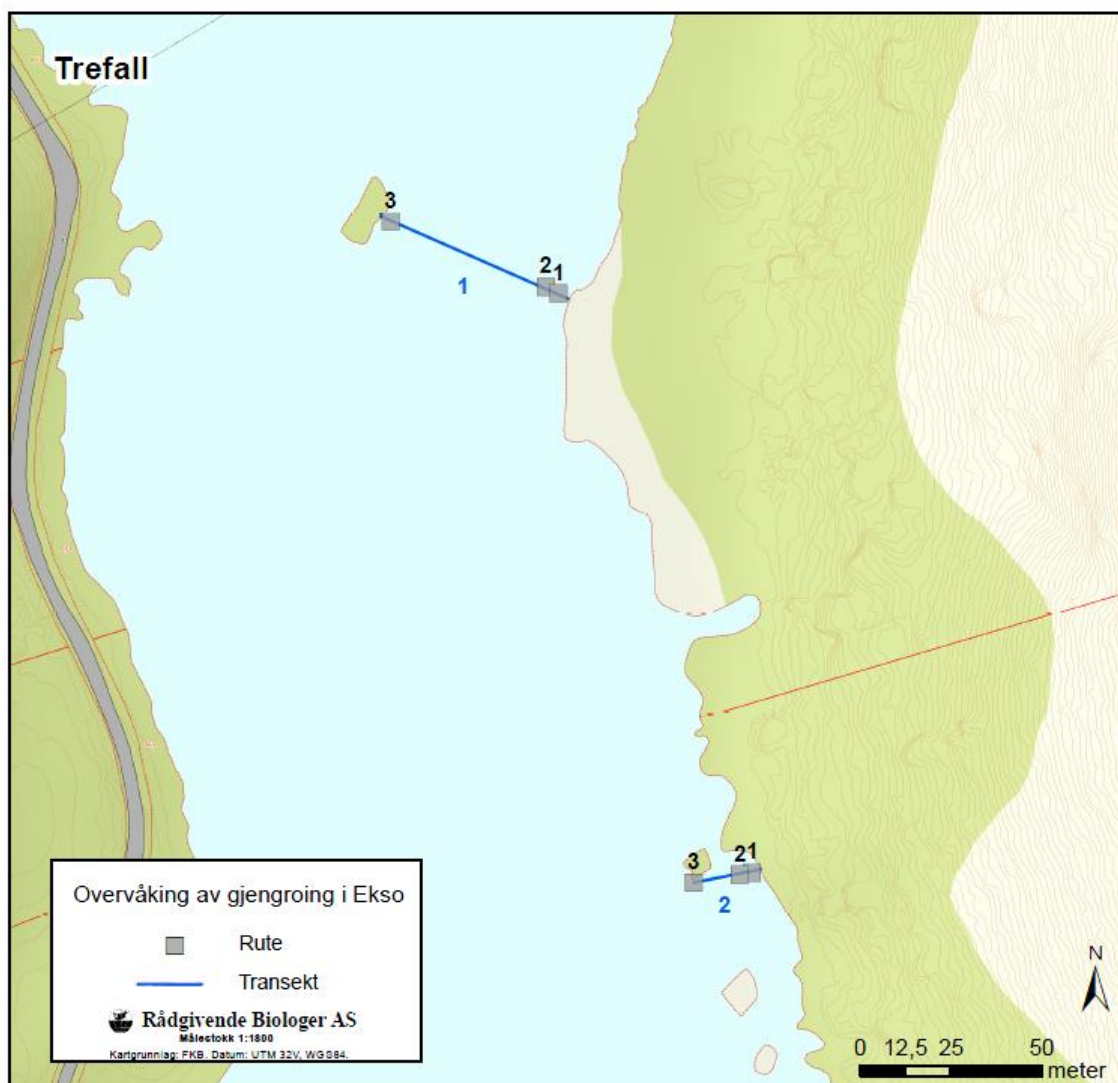
Plasseringen av de to transektene ved Trefallsvannet er gitt i **figur 19**.

I rutene i 2017 ble det registrert sylblad, krypsiv, flotgras, kjølelvmose og vrangklomose. Flotgras forekommer i alle 3 rutene i transekt 1 og i rute 1 og 3 i transekt 2, mens krypsiv forekommer bare i én rute i transekt (**figur 20**).

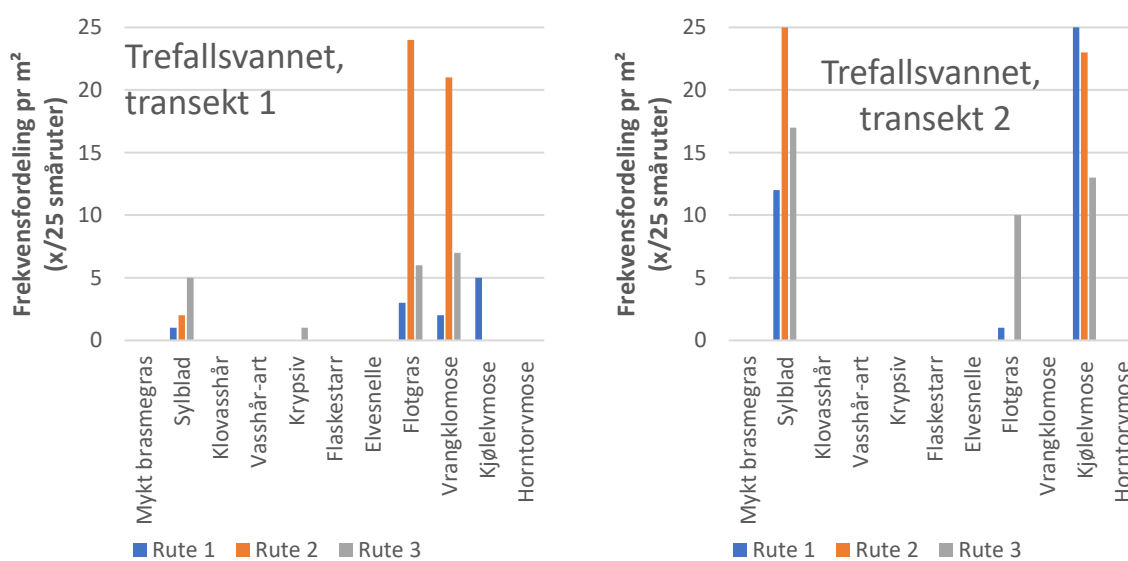
Den dominerende vokseformen for krypsiv og flotgras er enkeltstående rosetter på bunnen. Den gjennomsnittlige lengden på krypsivskuddene er 20 cm (transekt 1), mens for flotgras er den gjennomsnittlige lengden på skuddene 24 cm (transekt 1 og 2) (**figur 21**). Lengden på krypsivskuddene er for det meste 20 cm, mens lengden på flotgrasskuddene varierer mellom 15 og 31 cm.

Mudder dominerer som substrattype i alle rutene i transekt 1 og 2 (**figur 22**).

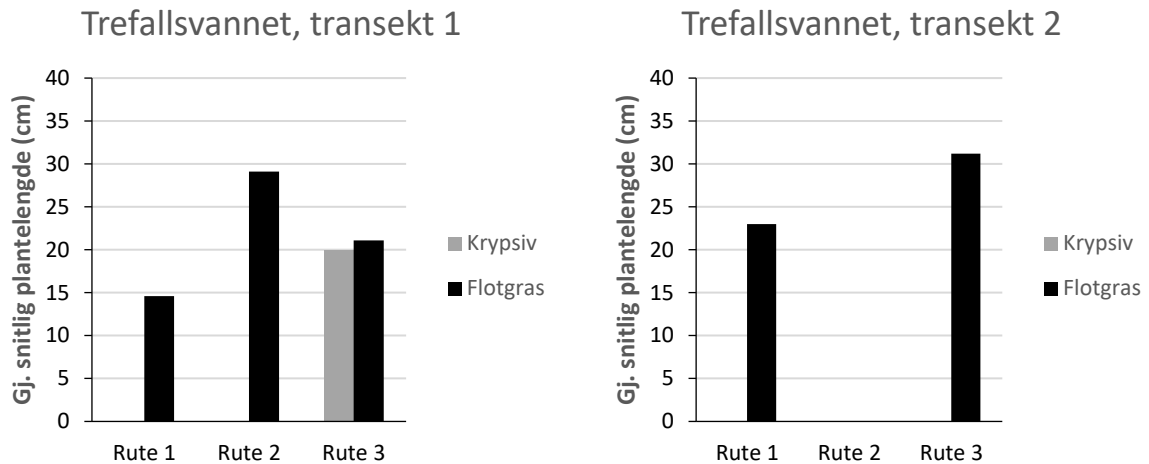




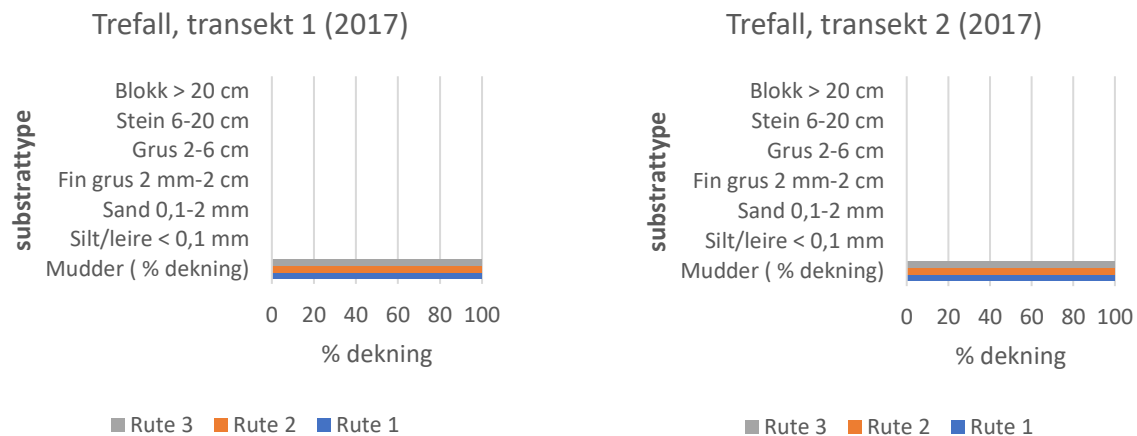
Figur 19. Beliggenhet av transekter og analyseruter i Trefallsvannet.



Figur 20. Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefallsvannet i 2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter. Utviklingen for 2013-2017 er vist i vedlegg 11.



**Figur 21.** Gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefall i 2017. 10 eksemplarer ble målt per rute ved forekomst. Utvikling fra 2013-2017 er vist i vedlegg 12.



**Figur 22.** Dekningsgrad av substrattype i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefallsvannet 2017. Utvikling for 2015-2017 er vist i vedlegg 13.

## 30 M TRANSEKTER

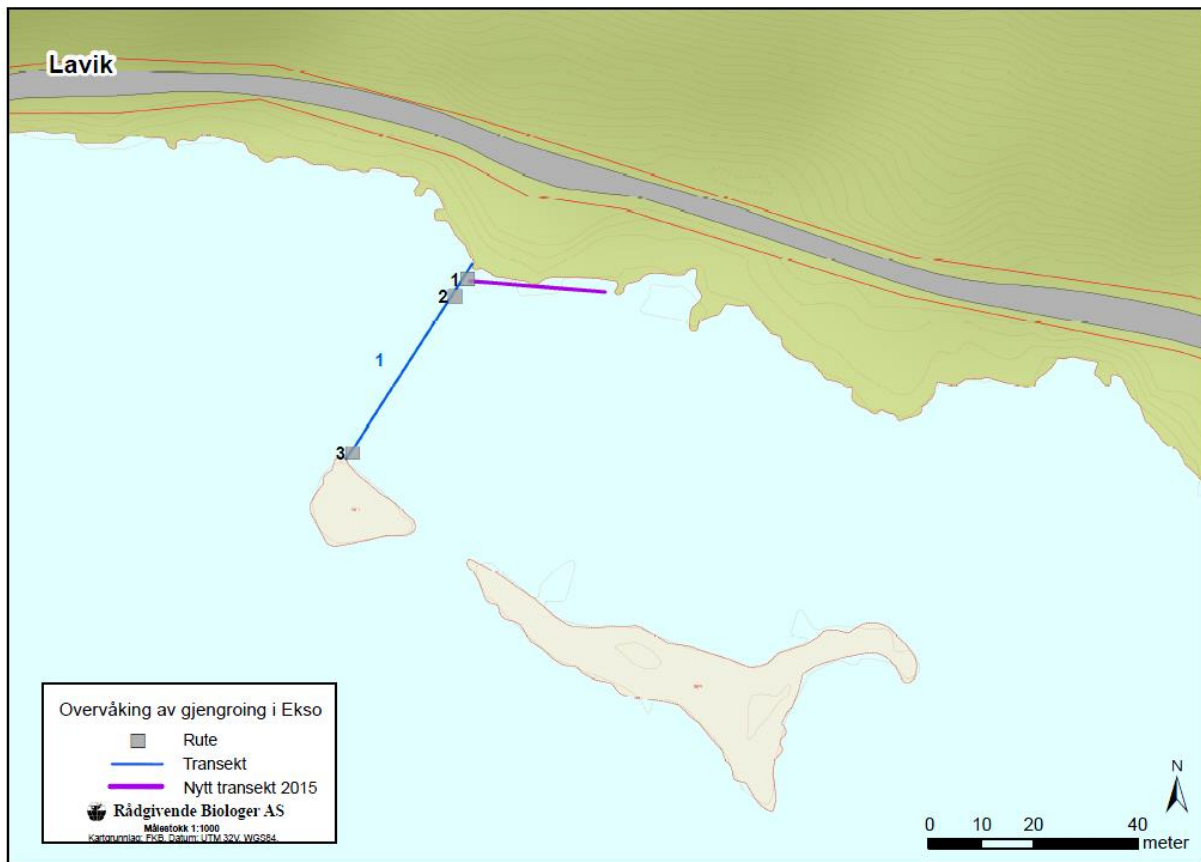
### LAVIK 30 M TRANSEKT

Plasseringen av 30 m transektet ved Lavik er gitt i **figur 23**.

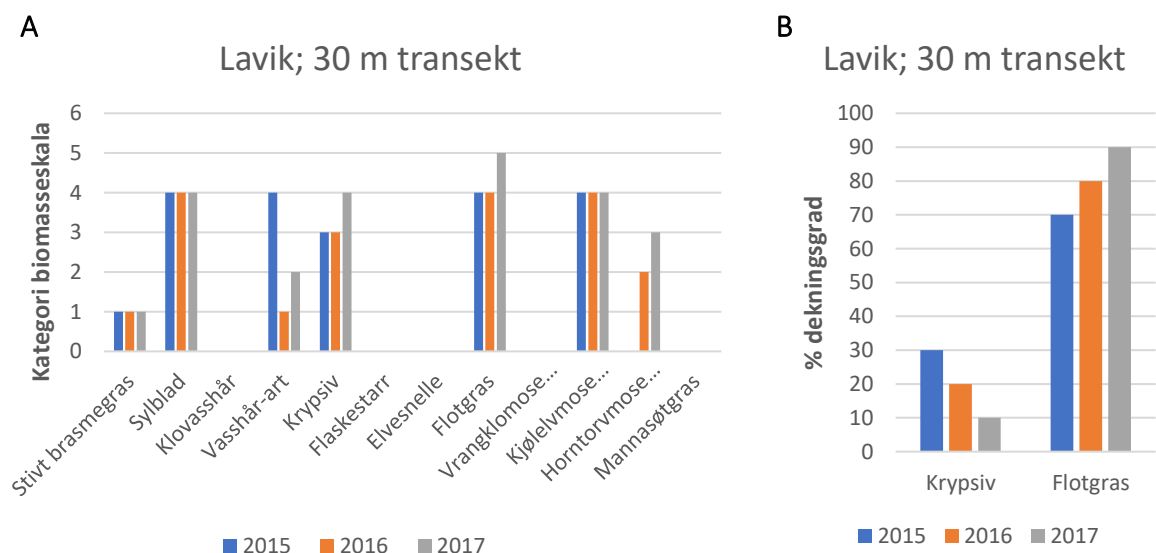
Registrerte arter ved 30 m transektet ved Lavik i 2017 er stivt brasmegras, sylblad, vasshår-art, krypsiv, flotgras, kjølelvrose og hornormose. Av disse dominerer sylblad, flotgras og kjølelvrose. Det er relativt små endringer gjennom 2015 til 2017 (**figur 24**).

I 2017 er den totale dekningsgraden av krypsiv 10 % i 30 m transektet på Lavik, mens den er 90 % for flotgras (**figur 24B**). Dekning av krypsiv har avtatt 20 % siden 2015, mens dekningsgraden av flotgras har økt 20 % siden 2015. Dominerende vekstform hos flotgras er overflatematter (80 % dekningsgrad). Siden 2015 har overflatematter tatt over for såtevekst som dominerende vekstform. Såtevekst er fortsatt dominerende vekstform hos krypsiv og det har vært lite forandring i vekstform for krypsiv siden 2015 i 30 m transektet (**figur 25**).

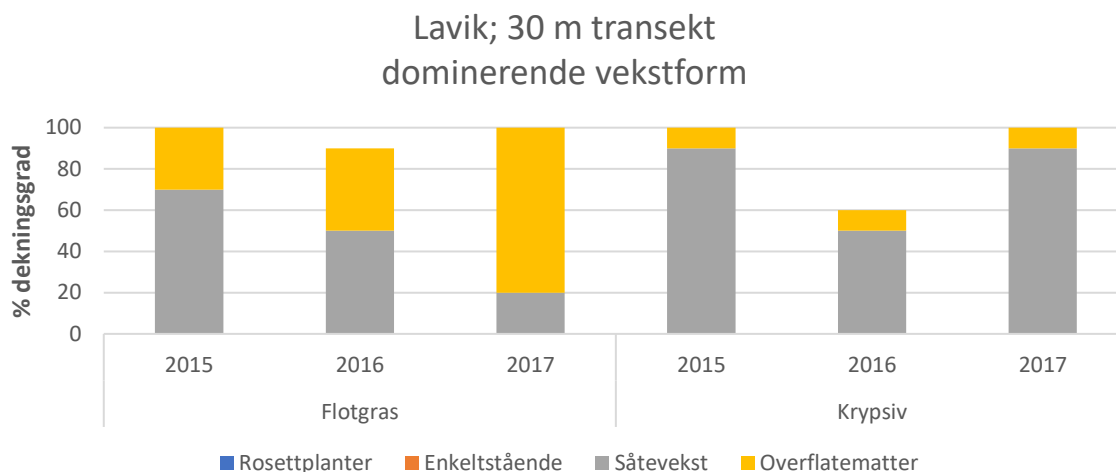
Mudder er den dominerende substrattypen i transektet ved Lavik med 70% dekning, mens det er totalt 30% dekning med litt grovere substrat som sand, fin grus og grus. Det har skjedd lite forandringer i substratsammensetningen siden 2015.



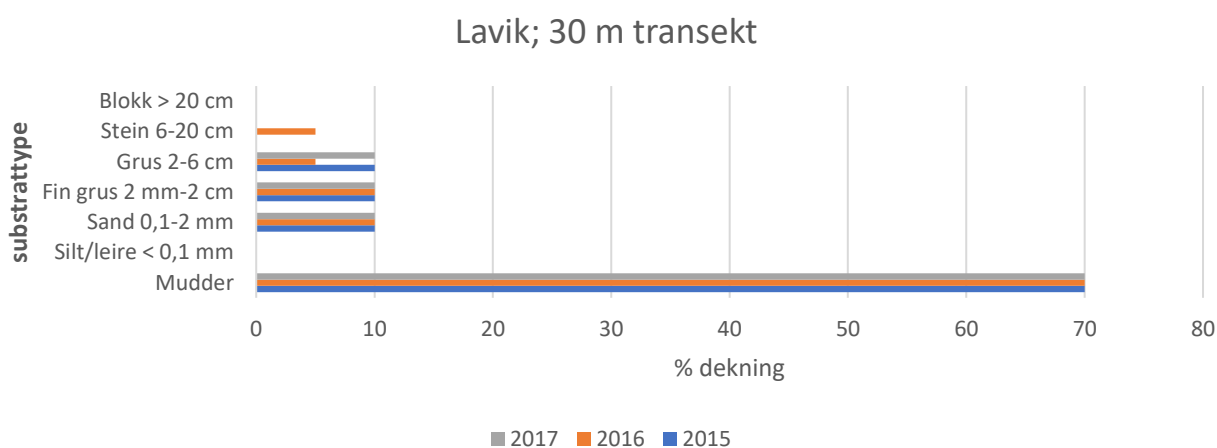
Figur 23. Plassering av 30 m transekt ved Lavik (lilla linje).



Figur 24. A: Biomassen til de ulike artene ved Lavik 2015-2017. Biomassen er estimert ut fra en 5-punkt skala (1=sjelden, <5 individer av arten i hele vassdraget), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten). B: Total dekningsgrad i % av krypsiv og flotgras i 30 m transektet ved Lavik 2015-2017.



**Figur 25.** Dominerende vekstform hos krypsiv i 30 m transekt ved Lavik 2015-2017.



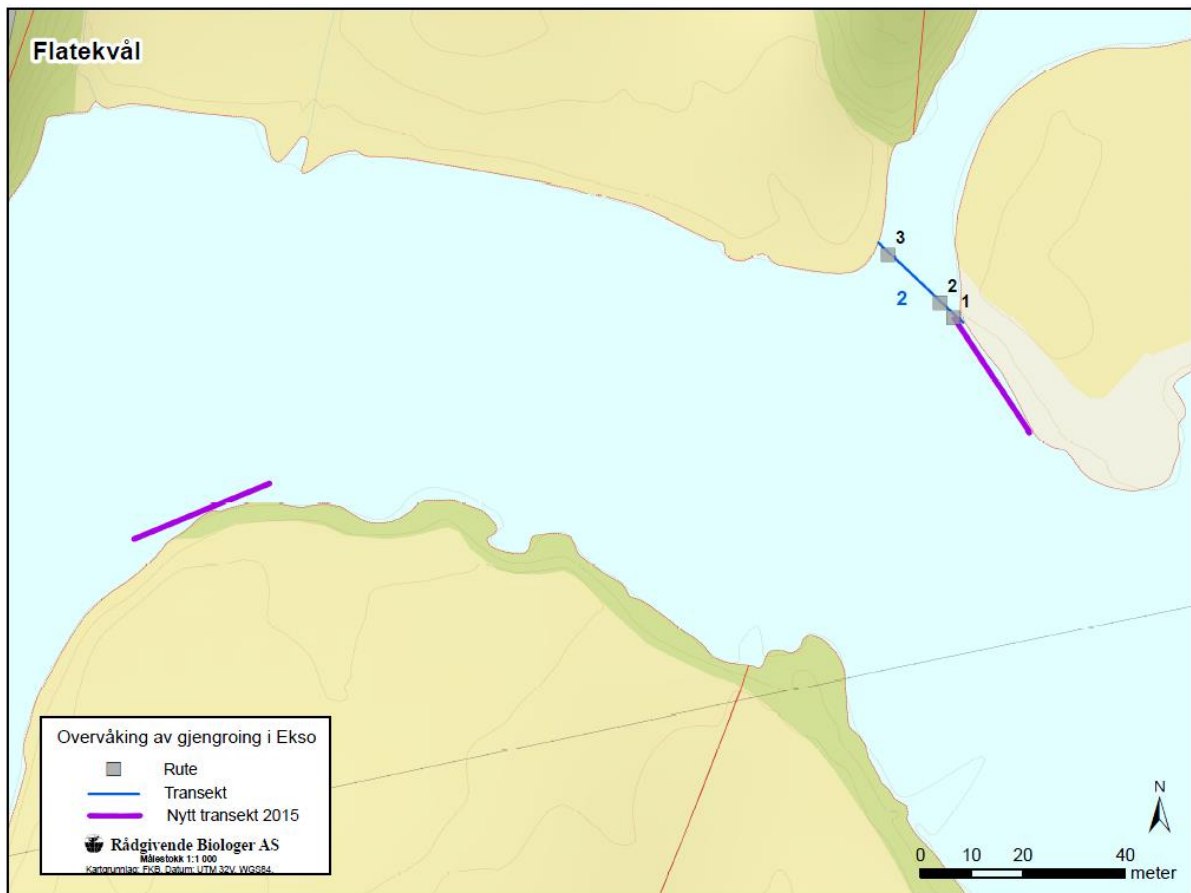
**Figur 26.** Dekningsgrad av substrattypen i transektet ved Lavik i 2015-2017.

### FLATEKVÅL 30 M TRANSEKT

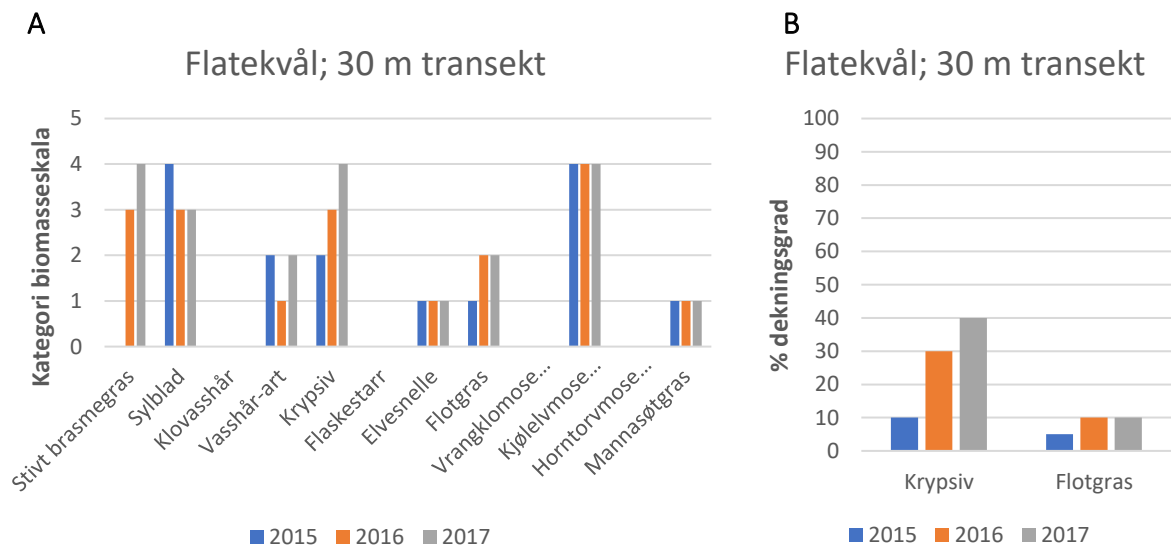
Plasseringen av 30 m transektet og kontrolltransektet ved Flatekvål er gitt i **figur 27**. Registrerte arter i 30 m transektet ved Flatekvål i 2017 er stivt brasmegras, sylblad, vasshår-art, krypsiv, flotgras, elvesnelle, mannasøtgras og kjølelmose. Av disse arter er det kjølelmose som dominerer i lag med stivt brasmegras og krypsiv i 2017. I transektet er det også en økning i mengden til krypsiv. Ellers er det få forandringer i mengdefordelingen av artene siden 2016 (**figur 28A**).

I 2016 er den totale dekningsgraden av krypsiv 40 % i 30 m transektet på Flatekvål. Dette er en økning på 10 % siden 2016. For flotgras ligger dekningsgraden fortsatt ved 10 % (**figur 28B**). I 2017 er den dominerende vokseformen hos krypsiv likt fordelt mellom rosettplanter og enkeltstående skudd, mens vokseform på krypsivskuddene er likt fordelt mellom såtevekst og overflatematter. Dette er en liten endring fra 2016 for flotgras (**figur 29**).

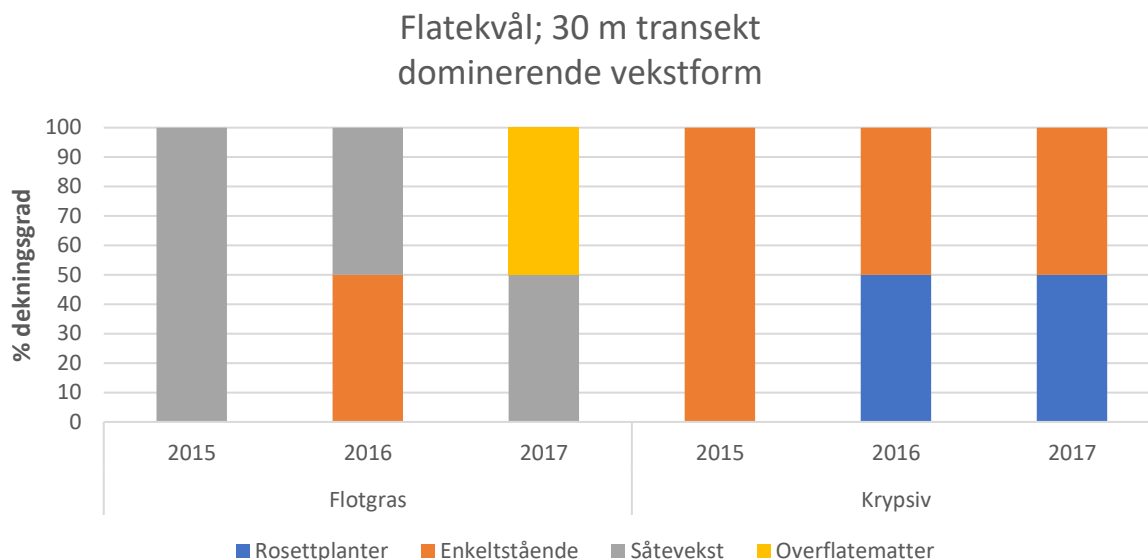
I 2015 og 2016 var substrattypen i transektet dominert av mudder, men i 2017 forandret sammensetningen seg til 40% sand og 60% mudder (**figur 30**).



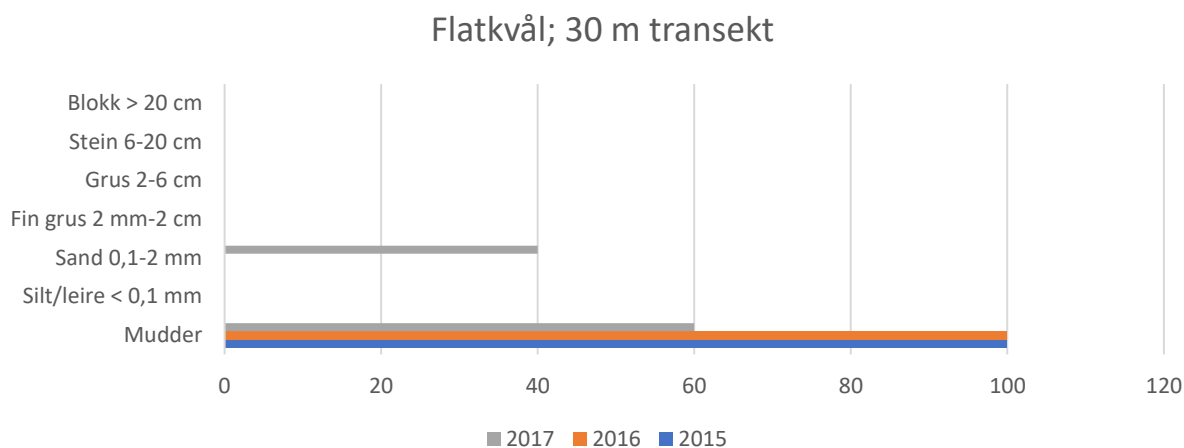
Figur 27. Plassering av 30 m transekt ved Flatekvål (lilla linje).



Figur 28. **A:** Biomassen til de ulike artene ved Flatekvål 2015-2017. Biomassen er estimert ut fra en 5-punkt skala (1=sjelden, <5 individer av arten i hele innsjøen), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten). **B:** Total dekningsgrad i % av krypsiv og flotgras i 30 m transektet ved Flatekvål 2015-2017.



**Figur 29.** Dominerende vekstform hos krypsiv og flotgras i 30 m transektet ved Flatekvål i 2015-2017.



**Figur 30.** Dekningsgrad av substrattypen i transektet ved Flatekvål 2015-2017.

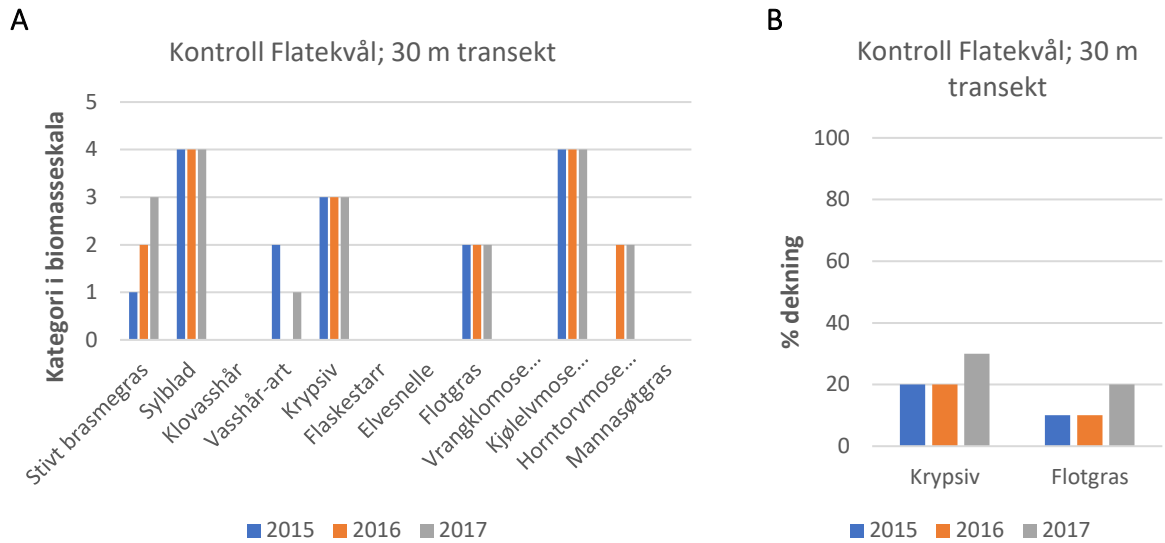
## KONTROLLTRANSSEKT 30 M VED FLATEKVÅL

Plassering av kontrolltransektet ved Flatekvål er gitt i **figur 27**.

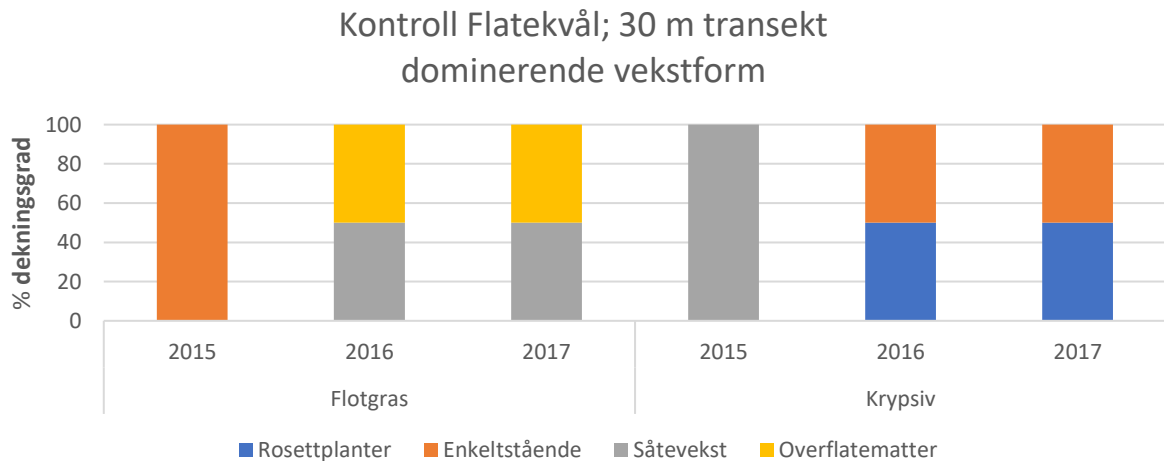
Registrerte arter i kontrolltransektet ved Flatekvål i 2017 er stivt brasmegras, sylblad, vasshår-art, krypsiv, flotgras, kjølelmose. Av disse artene dominerer sylblad og kjøltormose (**figur 31A**).

I 2017 er den totale dekningsgraden av krypsiv 30 % i kontrolltransektet, mens det er 20 % for flotgras. Dette er en økning på 10 % for begge artene siden 2015/16 (**figur 31B**). Den dominerende vekstformen hos krypsiv er likt fordelt mellom rosettplanter og enkeltstående skudd i 2017, mens den dominerende vekstform hos flotgras er likt fordelt mellom såtevekst og overflatematter. Vekstformfordelingen har ikke forandret seg siden 2017 (**figur 32**).

Gjennom 2015 og 2017 har det ikke vært noen forandringer i sammensetningen av substrattypene i kontrolltransektet. Mudder er fortsatt den dominerende substrattypen med 70% dekning, mens det er totalt 30 % dekning med grovere substrattypene som grus, fin grus og sand (**figur 33**).

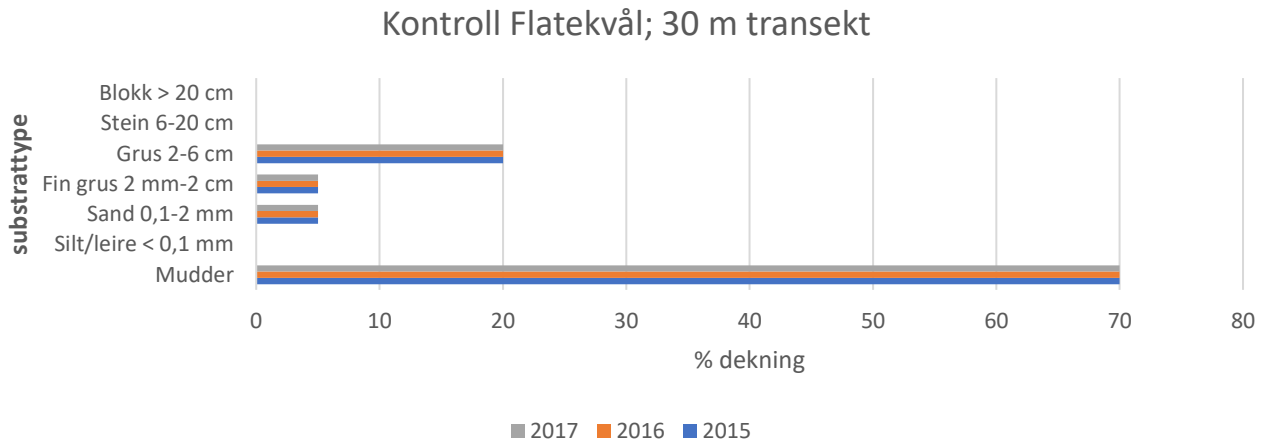


**Figur 31. A:** Biomassen til de ulike artene i kontrolltransektet ved Flatekvål 2015-2017. Biomassen er estimert ut fra en 5-punkt skala (1=sjelden, <5 individer av arten i hele innsjøen), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten). **B:** Total dekningsgrad i % av kryptisiv og flotgras i 30 m transektet ved Flatekvål 2015-2017.



**Figur 32.** Dominerende vekstform hos kryptisiv og flotgras i kontrolltranssektet ved Flatekvål 2015-2017.





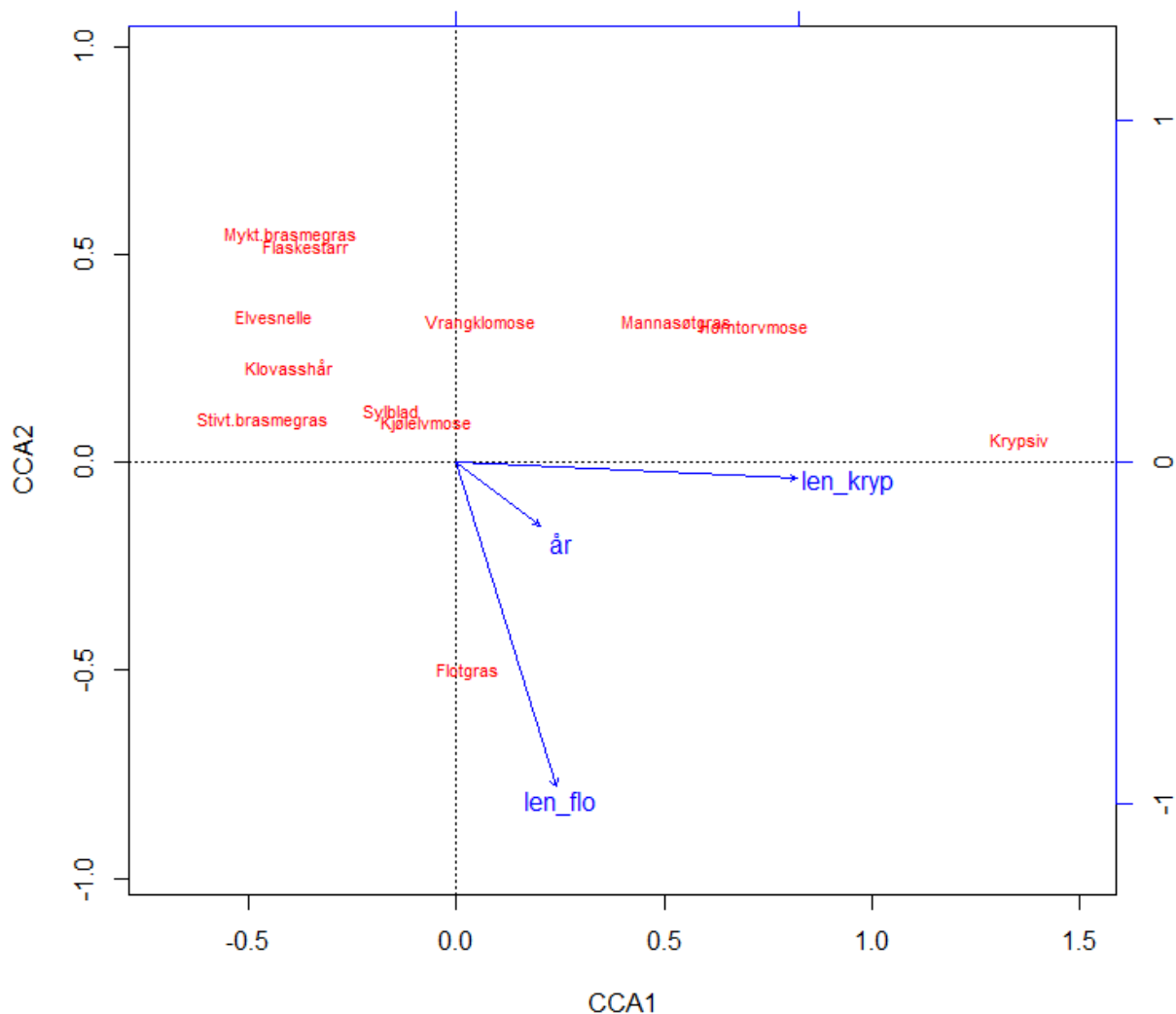
**Figur 33.** Dekningsgrad av substrattype i kontrolltransektet i 2015-2017.

## STATISTISK ANALYSE AV VEGETASJONSDATA

CCAen inkluderte 13 arter og tre forskjellige påvirkningsfaktorer som ble registrert i 120 forskjellige analyseruter gjennom 2013-2017 (**vedlegg 14**) med en Total Inertia, TI = 2,59 og egenverdier for aksene CCA1 = 0,370 (53,73 % av proporsjoner forklart) og CCA2 = 0,370 (27,35 % proporsjoner forklart). Beregninger av varians inflasjon faktor (VIF) indikerer ingen kollinearitet mellom påvirkningsfaktorene ( $\text{år}_{\text{VIF}} = 1,21$ ;  $\text{len\_kryp}_{\text{VIF}} = 1,17$ ;  $\text{len\_flo}_{\text{VIF}} = 1,25$ ). Signifikanstest via permutasjon er positiv for CCA-modellen ( $\chi^2 = 0,280$ ; F-verdi = 4,574, p-verdi = 0.001\*\*\*).

Ved å undersøke ordinasjonsdiagrammet (**figur 34**) blir flere sammenhenger mellom de registrerte planteartene og faktorene synlige:

- Lengde av krypsiv og flotgras er veldig uavhengig fra hverandre og begge korrelerer positivt med antall år siden tiltak mot gjengroing.
- Lengde av flotgras og krypsiv påvirker lite forekomsten av mykt brasmegras, stivt brasmegras, flaskestarr, elvesnelle og klovasshår.
- Det er høyere sannsynlighet å finne mannasøtgras og horntorvmose når krypsiv har en intermediær lengde.
- Det er høyere sannsynlighet å finne sylblad og kjølelmose når krypsiv og flotgras har en kort lengde (inkl. 0).



**Figur 34.** Et ordinasijonsdiagram av en CCA som framstiller hvordan vegetasjonen blir påvirket av lengden til krypsiv (*len\_kryp*), lengden av flotgras (*len\_flo*) og antall år siden tiltak mot gjengroing ble gjennomført (år).

#### Slik leser man ordinasijonsdiagrammet

Det er to ting man skal legge merke til for å lese ordinasijonsdiagrammet: posisjonen av pilene (vektorene) mot hverandre og posisjonen av artene til pilene:

Vinkelen mellom pilene som fører fra diagrammidten til faktoren, viser hvordan faktorene korrelerer mot hverandre. En rett vinkel på  $90^\circ$  mellom pilene betyr at faktorene har ingen korrelasjon og deres utvikling er uavhengig fra hverandre. Er vinkelen av pilene mellom artene spiss (under  $90^\circ$ ) korrelerer faktorene positivt. Jo spissere vinkelen er, jo mer positiv er korrelasjonen. En stump vinkel (over  $90^\circ$ ) illustrerer en negativ korrelasjon mellom faktorene, det vil si at faktorene korrelerer negativt. Lengden av pilen illustrerer hvor «viktig» faktoren er for ordinasijonen, det vil si hvor mye de påvirker forekomsten av artene i de enkelte rutene.

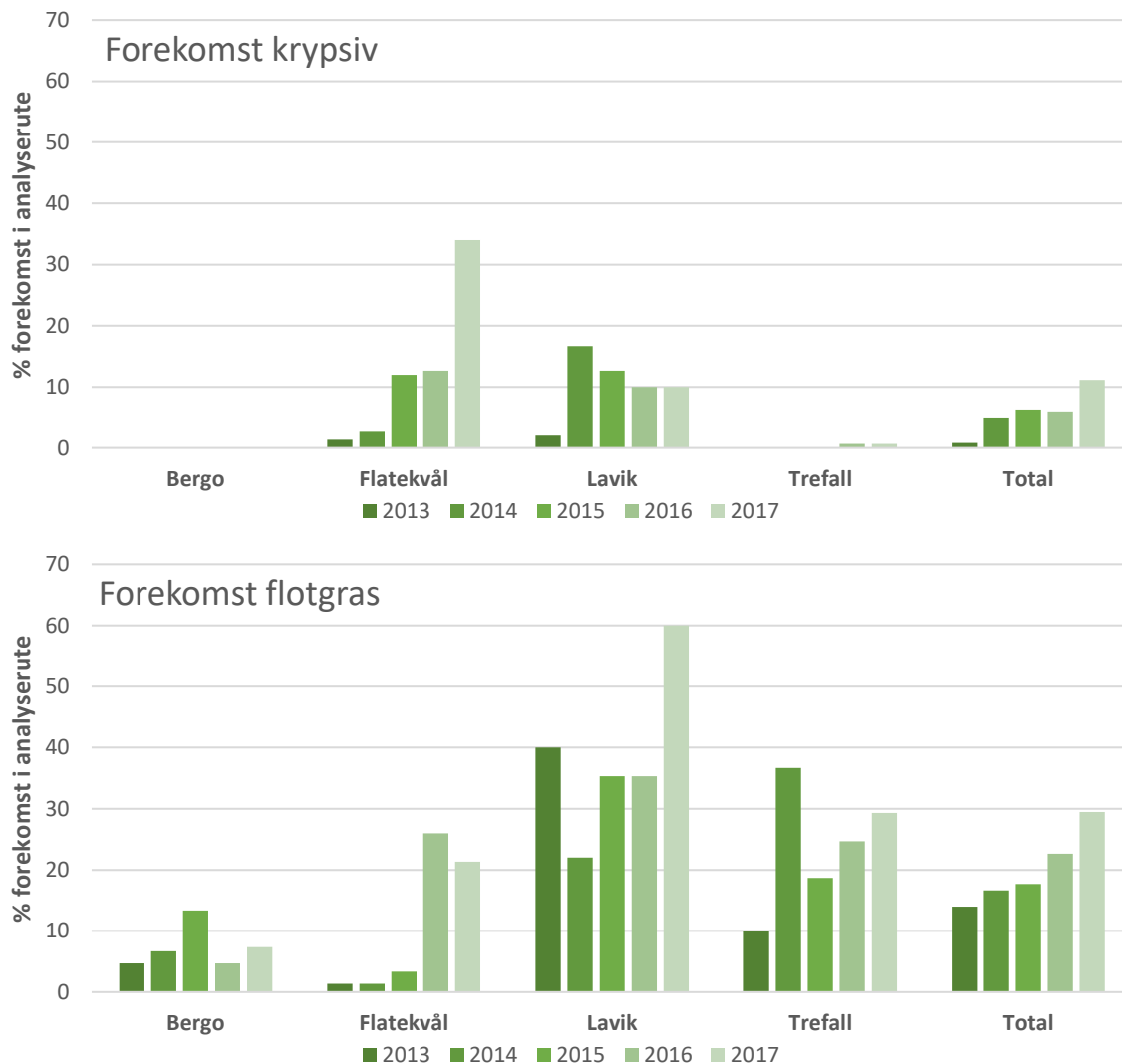
Posisjonen av artene til pilene viser hvordan de blir påvirket av faktoren. En stor avstand fra pilen er vanskeligere å forklare, men en kort avstand mot spissen til pilene indikerer en høyere sannsynlighet å treffe på arten når faktoren har en høy verdi og en kort avstand mot enden av pilene indikerer en høyere sannsynlighet å treffe på arten ved en liten verdi av faktoren. Posisjonen av artene mot hverandre indikerer hvor lignende forekomsten deres er innenfor rutene. Jo nærmere de ligger mot hverandre, jo mer sannsynlig er det at de forekommer i samme hyppighet i de samme analyserutene.

## UTVIKLING 2013-2017

Det er registrert endringer i vannvegetasjon i analyserutene fra 2013 til 2017. Totalt sett er det en økning i forekomst av både krypsiv og flotgras. I 2017 ble krypsiv registrert i 8 av de totalt 24 analyserutene (6 analyseruter pr lokalitet, 3 pr transekt). Dette er mer enn en dobling siden 2013 og en lett økning siden 2016 (**figur 35**).

Sammenlignes forekomsten innad i hver analyserute, som består av 25 småruter, er det også totalt en økning i forekomsten av begge artene siden 2013 (**figur 35**). I 2013 ble krypsiv registrert i ~1 % av smårutene (5 av totalt 600 ruter), i 2014 i ~5 % av smårutene (29 ruter), i 2015 og 2016 i 6 % av smårutene (37 ruter i 2015 og 35 ruter i 2016) og i 2017 i ~11 % av smårutene (67 ruter). Forekomsten av krypsiv er nesten doblet siden 2016 (**figur 35**). Den største økningen av krypsiv ble observert ved Flatekvål, der det i 2013 ble registrert krypsiv i 1,3 % av smårutene, mens det ble registrert i 34 % i 2015.

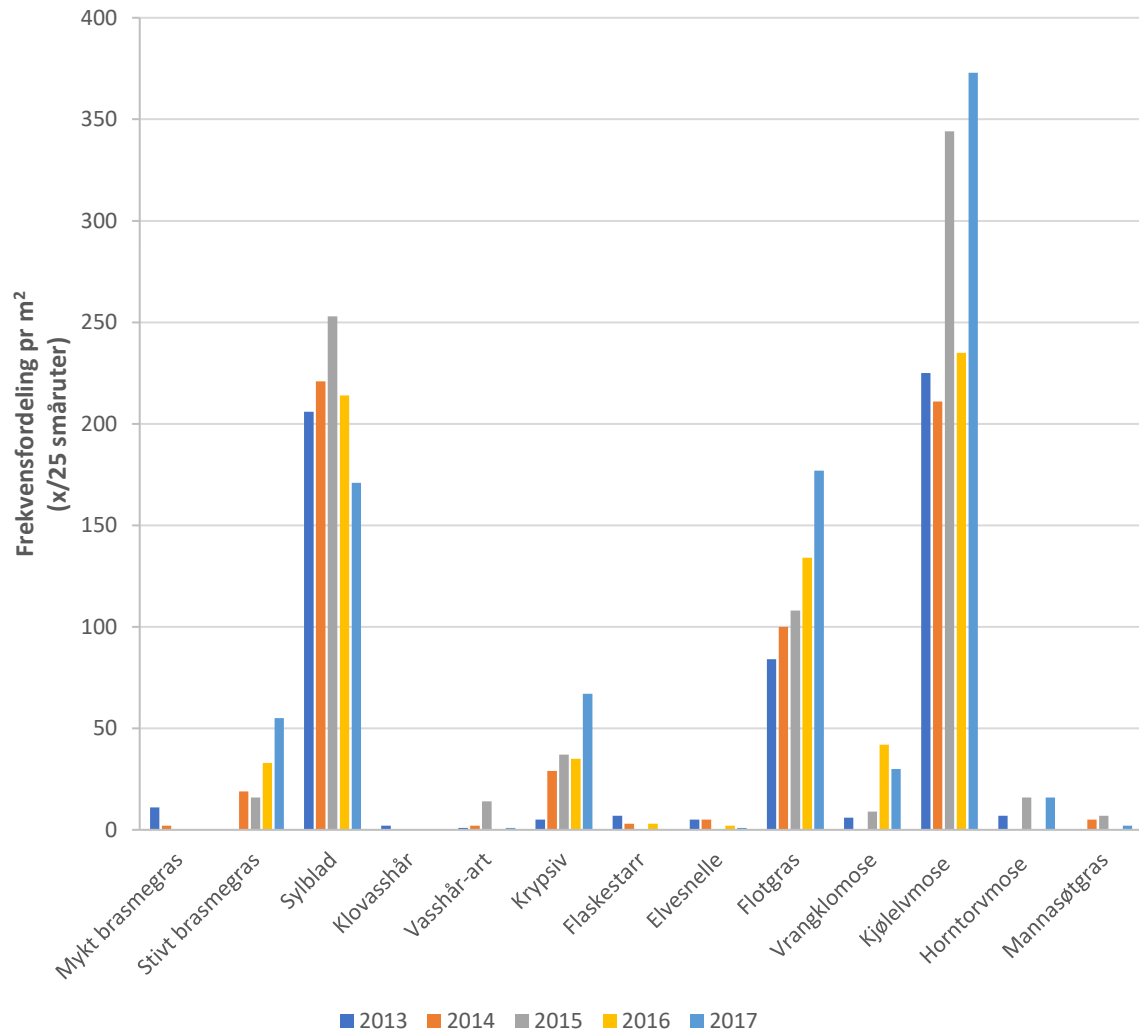
I 2013 ble flotgras registrert i 14 % av smårutene (84 ruter), i 2014 i ~17 % av smårutene (100 ruter), i 2015 i 18 % av smårutene (108 ruter), i 2016 i 22 % av smårutene (134 ruter) og i 2017 i 30% av smårutene (177 ruter). Dette stemmer også med det visuelle inntrykket i felt. I flere områder er både krypsiv- og flotgrasvegetasjonen mye tettere i 2017 enn i 2013.



**Figur 35.** Endringer i %forekomster av krypsiv (øverst) og flotgras (nederst) i analyserutene fra de fire undersøkte lokalitetene 2013 til 2017.

Det er generelt små endringer i forekomstene av de andre registrerte artene, med unntak av at det er en pågående markant nedgang i forekomsten av sylblad siden 2015, en stor variasjon på kjølelvmose og en markant relativ økning i stivt brasmegras (**figur 36**). Årsaken til endringene er usikker. Noen endringer er naturlig, men noe kan også skyldes at det er vanskelig å finne igjen rutenes eksakte plassering. I komplekse systemer som dette er det vanskelig å finne klare sammenhenger mellom årsak og virkning.

### Artsfordeling i alle områdene 2013-2017



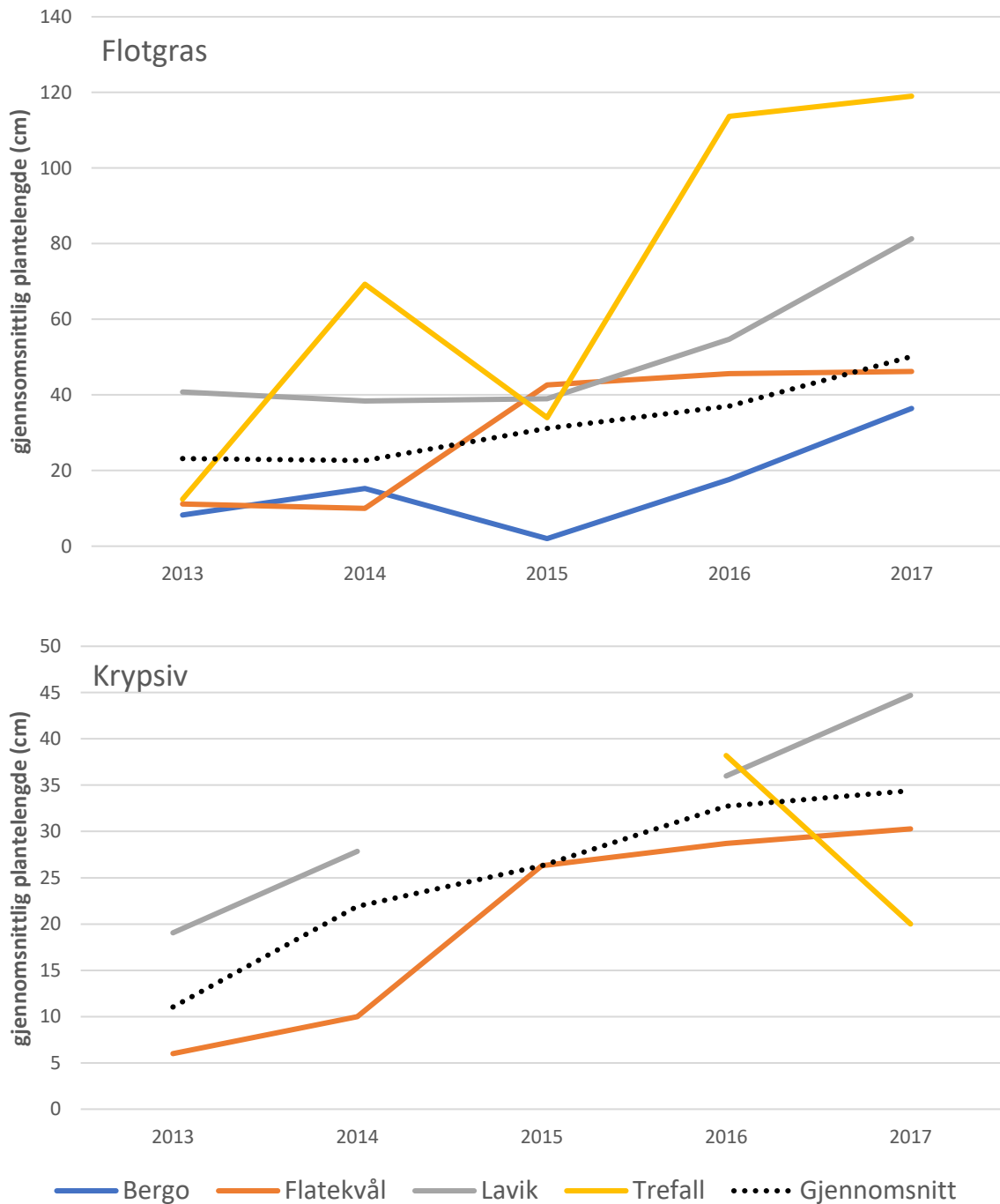
**Figur 36.** Endringer i vannvegetasjon i alle smårutene (totalt 600 stk) fra 2013 til 2017.

Både krypsiv- og flotgrasplantene har økt i lengde siden 2013. Flotgras har hatt en økning i gjennomsnittlig plantelengde fra 23 cm i 2013 til 50 cm i 2017. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig lengdevekst på 5,4 cm per år. Det har vært en betraktelig økning i lengde for flotgras fra 2016 til 2017, hvor den gjennomsnittlige lengden økte fra 37 cm til 50 cm (**figur 37**).

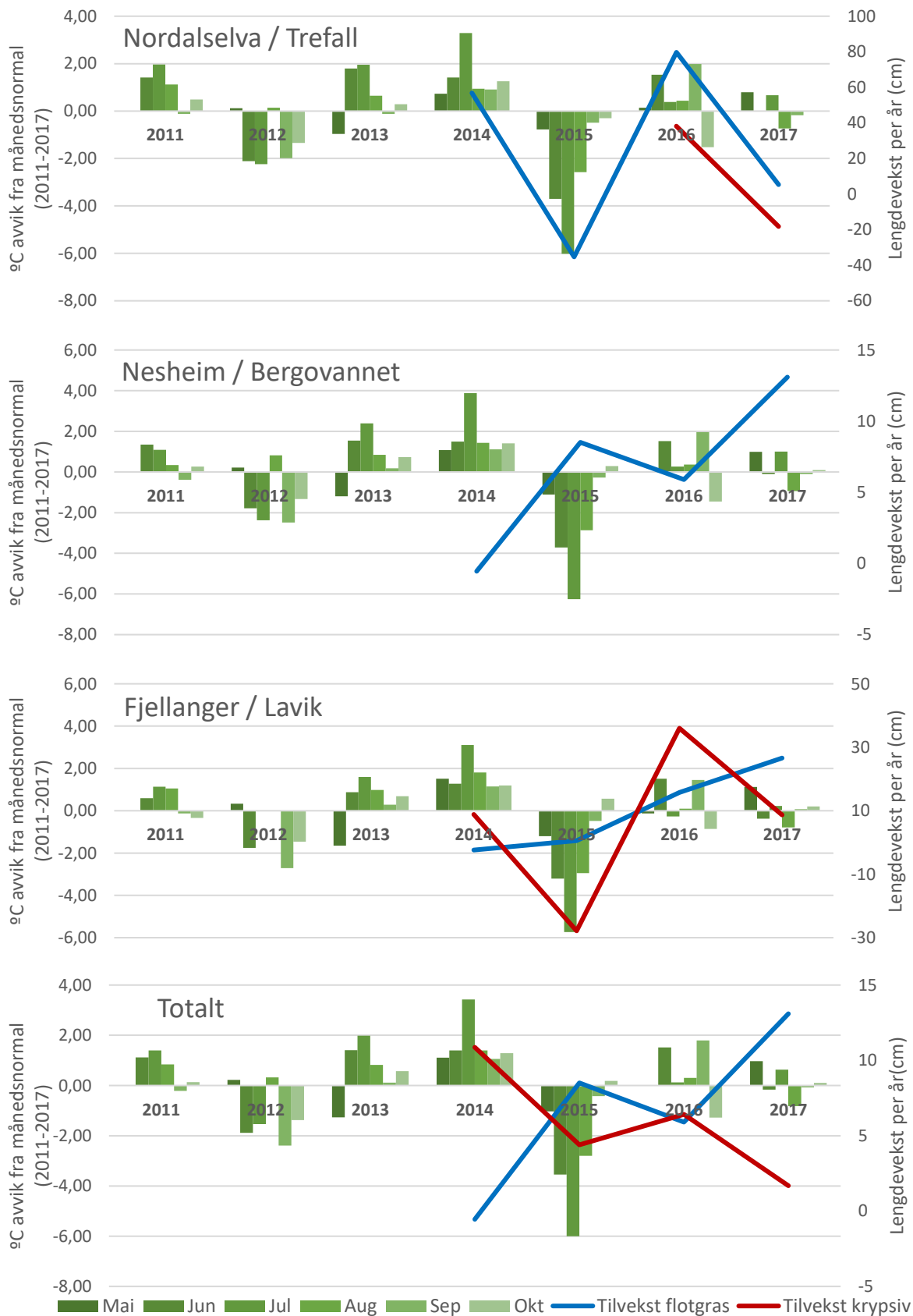
Gjennomsnittlig lengde på krypsivplantene var 34 cm totalt sett i 2017, mens den var 11 cm i 2013 – en tredobling (**figur 37**). Den gjennomsnittlige lengdeveksten på krypsiv var 4,6 per år.

Totalt sett har lengdeveksten til flotgras og krypsiv vært konstant i overvåkingsperioden. Ser man på lengdeutviklingen til flotgras innenfor hver enkel lokalitet ser man fluktusjoner (**figur 37**). Det mest påfallende er utviklingen av plantelengden på flotgras i 2015. Her ble det observert enten en tilbakegang i lengde eller en tilbakegang av lengdeveksten sammenlignet med årene før.

Dette kan man også se når man undersøker forandring av plantelengden i forhold til året før (tilvekst) i lag med temperatur innenfor de enkelte lokalitetene. Tilveksten hos flotgras er redusert i 2015 i Trefall og Bergo i forhold til årene før og etter, men ikke i Flatekvål (figur 37). 2015 var også året med kaldest vanntemperatur i hele undersøkelsesperioden (figur 37).



**Figur 37.** Endringer i gjennomsnittlig lengde av flotgras og krypsiv i de fire lokalitetene 2013 til 2017. Det ble målt lengde på 10 eksemplarer per rute (3 ruter i hvert transekt (2) ved forekomst. (60 målte eksemplarer per lokalitet per år). NB: Legg merke til forskjellig skala av y-akse.



**Figur 38.** Temperaturavvik fra månedsnormaler (2011-2017) for mai-oktober og tilvekst av flatgras og krypsiv for 2014-2011 totalt og på tre steder nedover i Ekso i Eksingdalsvassdraget. NB: Legg merke til forskjellig skala til sekundæraksene (y-aksen til høyre).

## OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Undersøkelsene viser en økning av både flotgras og krypsiv samlet i overvåkingsområdene i Ekso fra 2013 til 2017 (Bjelland & Johnsen 2013, Bjelland mfl. 2014, Bjelland mfl. 2015, Bjelland mfl. 2017, **figur 35**). Dette stemmer også med det visuelle inntrykket i felt. Det er generelt registrert mer flotgras enn krypsiv på lokalitetene.

Det er størst økning av flotgras i rutene på Flatekvål og i Trefallsvannet. I 2016 ble det registrert krypsiv innenfor rutene i Trefallsvannet for første gang, mens denne arten fortsatt ikke er registrert innenfor rutene i Bergovannet.

Den gjennomsnittlige lengden på krypsivplantene har økt fra 11 cm (2013) til 34 cm (2017) med en gjennomsnittlig årlig vekst på 5,4 cm, mens det for flotgras er en økning fra 23 cm (2013) til 50 cm (2017), med en årlig vekst på 4,6 cm (**figur 37**).

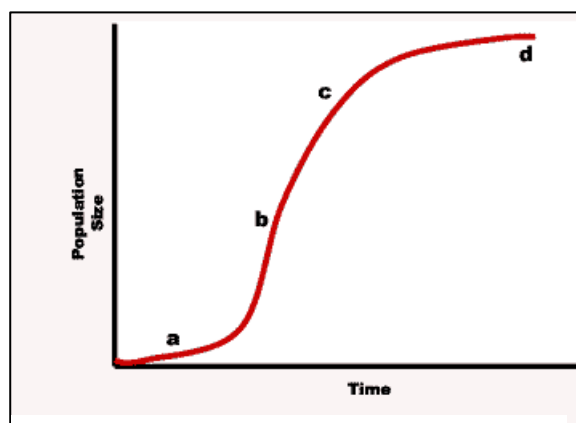
Utviklingen av gjennomsnittslengden til flotgras og krypsiv har vært tilnærmet lineær totalt sett (**figur 37**). Plantene har altså totalt sett vokst med samme hastighet. Det virker som lengdevæksten til krypsiv begynner å flate ut rundt 35 cm (**figur 37**). Et lavt antall prøver gjør gjennomsnittet mer sensitivt ovenfor fluktuasjoner i datasettet som kan gi en slik utflatningseffekt. Det kan godt hende at krypsiv vil vokse med høyere hastighet årene fremover uten tiltak, tatt i betraktning at enkeltplanter kan bli opp til 2-3 m lange (Moe og Hawley 2016).

Betrakter man utviklingen av %-forekomsten til krypsiv og flotgras totalt (**figur 35**) ser man at spredningen av flotgras og krypsiv er tilnærmet eksponentiell, det vil si at hastigheten til forekomstøkningen har økt raskere over tid.

Under ideelle forhold utvikler populasjoner seg etter et mønster med fire faser (**figur 39**): I den første fasen etablerer populasjonen seg, og populasjonsveksten er forholdsvis lav. Deretter følger en fase med eksponentiell vekst, helt til tilveksten av individer flater ut til et bestemt nivå i likevekstfasen. Denne utflatningen er et resultat av begrenset rom/plass, som kan være pga. næring og/eller lys (Begon mfl. 2005). Krypsiv og flotgras har under hele overvåkingsperioden vært i eksponentiell vekstfase og det var ikke tegn til at spredningen av arten var redusert etter fem år.

I 2015 ble det etablert to nye 30 m transekter hvor veksten ble overvåket, én ved Lavik og én ved Flatekvål. Det ble også etablert et kontrollområde ved Flatekvål hvor det ikke er utført opprensning.

Registreringene av artsforekomstene og deres biomasse, som ble gjennomført 2017 innenfor de to nye 30 m transektene, viser at det generelt er små endringer i forhold til årene før, både når det gjelder artsforekomst og deres biomasse. I 30 m transektet ved Flatekvål er det noe økning av total dekningsgrad (%) av flotgras, mens dekningsgraden var konstant i Lavik. Det er noe mindre total dekningsgrad (%) av krypsiv ved Lavik i 2017 i forhold til 2016. Krypsiv har altså redusert dekningsgrad i Lavik siden 2015. Ved Flatekvål var det derimot en liten økning på i total dekningsgrad av krypsiv fra 2016 til 2017. Siden 2015 har dekningsgraden av krypsiv da økt med 30 % i Flatekvål. Observasjonene i 30 m transektene viser også at flotgras danner overflatematter på noen få år (**figur 25, figur 29**).



**Figur 39.** Populasjonsvekst har under ideelle betingelser fire faser. a: etableringsfasen (lag-fasen), b: eksponentiell vekstfase c: utflatningsfase, d: likevekstfasen. Flotgras og krypsiv har i undersøkelsesperioden vært i eksponentiell vekstfase. Bilde stammer fra [www.quia.com](http://www.quia.com)



I kontrolltransektet har den totale dekningsgraden av krypsiv og flotgras den økt fra 2016 til 2017. Mellom 2015 og 2016 var det derimot ingen endring i dekningsgraden for begge arter.

Det er hovedsakelig mudder som dominerer som substrattypen i rutene i transektene. Dette kan indikere at planteveksten har blitt så tett at det samles mudder på bunnen, men det er vanskelig å konkludere, ettersom det er ukjent hvordan forholdene var før flotgras og krypsiv etablerte seg i Ekso. Mudder i bunnen gjør det lettere for flotgras og krypsiv å etablere seg, som igjen fører til enda mer akkumulering av mudder. Muddersamling på bunnen av elven er da en prosess som akselerer seg selv via nyetablering av nye planter.

Utviklingen av substrattypene i de observerte områdene har variert lite mellom 2015-2017. Gjengroingsproblematikken i Ekso har vært kjent siden 1990-tallet og omformingen av bunnsedimentet fra grusdominans til dominans av organisk mudder ble observert i problemvekstområdene allerede på den tiden (Brandrud 1992).

Spredningen av flotgras og krypsiv innenfor lokalitetene vil trolig skje i samme eller høyere hastighet årene fremover til veksten blir hemmet av ytre faktorer som nevnt ovenfor. Med dette datagrunnlaget er det ikke mulig å vurdere når veksthemmingen vil skje, men det vil trolig ta noen år til. Denne vurderingen blir styrket av observasjonene som har blitt gjort i kontrolltransektet (**figur 31**), hvor ingen tiltak mot vegetasjonen har blitt gjennomført. Her ble det registrert en økning i %-dekning av begge artene gjennom overvåkingsperioden. Det kunne ha blitt forventet, at en av artene hadde blitt redusert, siden konkurranse om lys ofte er en begrensende faktor i utflatings- og likevekstfasen i plantesamfunn. Som regel er det da de store plantene, som skygger for mindre planter, som klarer seg best. Dette kan ha skjedd i kontrolltransektet i Lavik, hvor % dekningsgraden av krypsiv ble redusert 20 % og dekningsgraden av flotgras økte 20 % gjennom 2015-2017 (**figur 24B**). Flotgras var i snitt lengre enn krypsiv og kan ha skygget for krypsiv, som førte til denne utviklingen.

Det er vanskelig å dra konklusjoner i forhold til hvordan vanntemperatur påvirker gjengroingen i en så kort målingsperiode. En påfallende observasjon er at flotgraslengden har en nedgang i flere lokaliteter i 2015 (**figur 37, figur 37**). Det samme gjelder for tilveksten i sammenheng med temperaturavvik fra månedsnormalen innenfor undersøkelseslokalitetene (**figur 37**). I noen lokaliteter blir flotgrasveksten påvirket negativt av kaldere år (2015 i Trefall, Lavik), mens andre ganger positivt (2015 i Nesheim). Med Dette kan falle sammen med at krypsiv har ingen særlige preferanser ovenfor temperatur ifølge Ellenbergs indikatorverdier (Ellenberg mfl. 1991). Det er vanskeligere å se tydelige utviklinger på veksten hos krypsiv, siden den ikke forekommer ved alle lokalitetene der det ble målt temperatur.

I 2015 var gjennomsnittstemperaturen av vannet i de observerte lokalitetene tydelig lavere enn ellers i temperaturmålingsperioden (2011-2017) (**figur 5, figur 37**). Vanntemperaturen i sideelvene til Ekso blir veldig påvirket av tilsig av smeltevann som kommer fra fjellområdene. Året 2015 var spesielt i den forstand, at det rant mer smeltevann enn ellers til vassdragene (Bjart Are Hellen, pers. med.). Dette førte ikke bare til lavere vanntemperaturer, men også til høyere avrenningshastighet i vassdraget. Innfrysing og flomløft av langskuddplanter er den naturlige prosessen som holder langskuddvegetasjonen nede i elver (Danielsen mfl. 2012). Vekstsesongen blir definert som antall døgn med gjennomsnittstemperatur over 5 °C. Ifølge denne definisjonen var vekstsesongen i 2015 også omtrent en måned kortere og begynte ikke før juli sammenlignet med de andre undersøkelsesårene. At veksten hos flotgras var delvis redusert i 2015 kan være et resultat av nedsatt vanntemperatur, kortere vekstsesong og større vannføring. Vekstreduksjonen skjedde ikke likt i alle lokaliteter. Dette indikerer at vanntemperatur ikke er den bestemmende faktoren når det gjelder vekst av krypsiv og flotgras. Vanntemperatur kan likevel spille en rolle i lag med en rekke andre faktorer.

En mulig forklaring på ulik vekstreduksjon i de forskjellige lokalitetene er forskjellig dybde. Ved dypere lokaliteter er det lengre vei til overflaten, hvor langskuddplanter blir påvirket av islegging. Lokaliteten ved Flatekvål var forholdsvis dypere enn de andre og plantelengden til flotgras ble forholdsvis mindre påvirket her enn ved de andre lokalitetene i det kalde året 2015.

Hvilken rolle vanndybde har i samsvar med andre faktorer er et av problemstillingene som blir undersøkt i krypsivovervåkingen (Moe & Demars 2017).

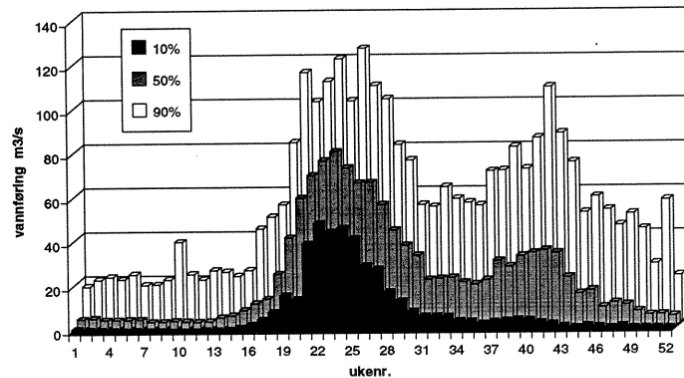
Tidligere undersøkelser av problemvekst i vassdrag har heller ikke funnet klare forbindelser mellom vanntemperatur og problemvekst. Det har heller ikke blitt funnet sammenheng mellom vannkjemi (inkl. pH), porevannkjemi, vanntemperatur, substrat og annen vannvegetasjon (Moe & Hawley 2016, Moe mfl. 2013 og Schneider mfl. 2013).

En faktor som trolig har påvirket veksten til flotgras og krypsiv er vannføringshastighet. Johansen mfl. (2000) konkluderer at gunstige hydrologiske forhold er en av de viktigste faktorene som fører til problemvekst i elver. Redusert og utjevnet vannføring i terskelbassenger fører til mindre erosjon, islegging og slitasje på plantene. I kombinasjon med milde vintre og økt nedbør kan disse hydrologiske forholdene være utløseren for problemvekst av krypsiv og flotgras (Johansen mfl. 2000).

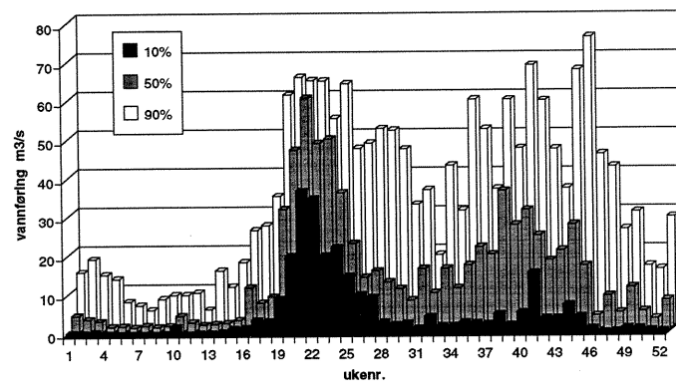
Det foreligger historiske målinger av vannføringshastigheten i Ekso fra målestasjonen Nese (VM 601-0) ved Fagerøyeni. Målestasjonen var i drift 1908 – 1987 og dekker dermed en tidsperiode før (1913-1962) og etter (1976-1986) reguleringen av Ekso. Sammenligner man middelvannføringen basert på ukemidler mellom disse tidsperiodene, blir det tydelig at vannføringen ble nesten halvert etter reguleringen begynte (**tabell 7, figur 39**).

**Tabell 7.** Karakteristiske vannføringer ved VM 601-0 Nese før regulering (1913-62) og etter regulering (1976-86) av Ekso. Basert på ukemidler.

		1913-1962	1976-1986
Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	året	23,8	14,9
	sommer	42,9	24,9
	vinter	9,1	7,1



**Figur 40.** Persentilfordeling av vannføring ved VM 601-0 Nese for periodene 1913-62, før regulering, (øverst) og 1976-86, etter regulering (nederst.) Basert på ukemidler. NB: Legg merke til forskjellen i skala på diagrammene. Diagrammer tatt fra Brandrud mfl. 1992



En kan ikke se bort fra at endringen i strømhastigheten har ført til en lettere etablering av flotgras og krypsiv i Ekso.

Det er fortsatt uklart hva som er utløseren til problemvekst i Ekso. Det skyldes nok ikke en enkelt faktor, men et samspill av flere faktorer. Naturen er komplisert og at det er en utfordring å finne årsak-virkningsforhold.

## ANBEFALING

Ut ifra et vegetasjonsøkologisk perspektiv finnes det ikke et ideelt intervall for opprensning av områdene preget av gjengroing. Krypsiv og flotgras har totalt sett hatt konstant vekst og spredning gjennom de fem årene vegetasjonen ble observert. Planlegging av fremtidige tiltak bør gjøres med syn på nytteverdien, altså når tilgroingen blir problematisk for menneskelig aktivitet som fiske, bading og annen ferdsel i vassdraget.

Uten tiltak vil gjengroingsproblematikken i elven bestå og intensivere seg på sikt. Det må derfor bli gjennomført jevnlig tiltak mot gjengroingen for å unngå at flotgras og krypsiv tar overhånd i de flater områdene og begrenser mulighetene for bruk.

Et spørsmål i forbindelse med bekjempelse av gjengroing er om flere runder med mekaniske tiltak hemmer tilgroingen på lang sikt. Det kan tenkes at en relativt rask gjentakelse av tiltak stresser plantene slik at den utmattes og problemveksten avtar. Det finnes ingen tydelige svar på dette spørsmålet. I tidligere forsøk har rensingen av problemvekst blitt lettere i andre omgang, mens det ikke var tilfellet i andre lokaliteter (Danielsen 2012).

Gjengroing av krypsiv i elver har siden 2000-tallet vært et økende problem flere steder på Sør- og Østlandet, f.eks. i vassdragene Sira, Kvina, Mandalselva, Otra. Tiltak mot dette har som regel vært mekanisk rensing hvert 3. år. Teknikker som blir brukt er fresing/harving, klipping eller graving (Danielsen 2012). Disse mekaniske metodene er lite selektive ovenfor langskuddplanter og burde gi samme umiddelbare resultat for både krypsiv og flotgras.

Flere forsøk med styrt innfrysning har vist seg å være effektivt for å begrense vekst på større områder (Danielsen 2012; Rørslett 1991). Innfrysning er en naturlig faktor som begrenser forekomsten av langskuddsplanter, bl.a. krypsiv og flotgras. Ved å senke vannstanden i regulerte vassdrag i en kuldeperiode, blir langskuddsplantene fryst inn i isen. Etter noen dagers innfrysning kjøres en spyleflom for at isen skal løsne og rive bort vegetasjonen. Problemer med drivende plantemateriale kan oppstå og det må finnes løsninger for å samle opp løsrevet krypsiv og flotgras. Dette er kanskje den mest kostnadseffektive metoden for å begrense utbredelsen av krypsiv og flotgras.

Det finnes også mindre brukte og eksperimentelle metoder som utskygging, uttørking, slamsuging eller bølgevasking. En rapport fra Terrateknikk AS gir et bra sammendrag over kjente bekjempelsesmetoder og deres fordeler og ulemper. Det blir konkludert at frysing med kortvarig vannstandssenkning og klipping er metodene med beste skadevirkningsforhold (Terrateknikk 2015).

Ingen tiltak som brukes i dag, har varig effekt og må bli gjentatt jevnlig for å unngå negative konsekvenser av gjengroingen. Det har vist seg at krypsiv klarer å reetablere seg ganske fort til «gamle tilstander» både når det gjelder dekningsgrad og plantelengde etter 3-4 år, uavhengig av tiltak (Danielsen 2012). Om regelmessig uttaket av biomasse i forbindelse med tiltaket vil føre til en utarming av sedimentet vegetasjonen står på er mindre sannsynlig. I vassdragssystemer som dette blir næringsstoffer

Gjengroing av vassdrag er et veldig aktuelt tema og det blir drevet forskning på å finne ut faktorer som utløser problemvekst og hvordan man kan bekjempe det effektivt. «Krypsivprosjektet på Sørlandet» er et spleiselag mellom kraftbransjen, kommuner, fylkeskommuner og staten som ble formelt satt i gang i 2002 for å finne bedre løsninger for å bekjempe krypsiv (Danielsen 2012). Det kan godt hende at det utvikles bedre håndteringsmetoder for gjengroing i fremtiden.

### **FORSLAG TIL TILTAK**

Vi foreslår inntil videre å utføre mekanisk rensing av problemvekstsonene eller gjennomføre styrt innfrysning hvert 3. år inntil bedre metoder finnes.

## USIKKERHET

Det er noe usikkerhet knyttet til plasseringen av analyserutene. Transektene og analyserutene ble plassert ved bruk av kartmateriale og kjennetegn i områdene. Dette har gjort det vanskelig å gjenfinne den eksakte posisjonen av rutene for hvert år. En slik usikkerhet kan ha bidratt til variasjon i målinger av vegetasjon og bunnsediment.

Økologiske prosesser er oftest langsomme og naturlige variasjoner gjør det vanskelig å identifisere direkte sammenhenger eller årsak-virkningsforhold. Det er antydning at de kalde vanntemperaturene i 2015 kan forklare redusert vekst på flotgras i noen lokaliteter. Dette baseres på bare én observasjon. Det er nok sannsynlig at temperaturen hadde en rolle i denne utviklingen, men det finnes flere faktorer som kan ha bidratt til dette, som næringsinnhold i vannet, soldøgn eller vannføringshastighet.

En annen ulempe med dette prosjektet er at vegetasjonen ikke ble registrert før tiltakene mot gjengroingen ble satt i gang.

## REFERANSER

- Begon, M., C. R. Townsend, J. L. Harper. 2005. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4 utgave. Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey.
- Brandrud, T.E. 1999. Undersøkelse av vannvegetasjon i forsurete/kalkete lokaliteter i Hordaland i 1996-97: Eksingedalsvassdraget i Vaksdal, Frølandsvatn i Samnanger og Havsgårdsvatn i Fusa NIVA rapport 4047, 23 sider, ISBN 82-577-3679-1
- Brandrud, T.E. & S. W. Johansen 1993 Flotgras og krypsiv i terskelbasseng i Otra: Pilotforsøk med testing av frosttoleranse. NIVA rapport 2773, 12 sider
- Brandrud, T.E, M. Mjelde & E-A. Lindstrøm 1992. Tilgroing med vannvegetasjon i terskelbasseng i Eksingedalselva, Hallingdalselva og Skjoma. Omfang, årsaker og tiltak NIVA rapport 2826, 74 sider, ISBN 82-577-2180-8.
- Bjelland, T, & G.H. Johnsen 2013. Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune, 2013. Rådgivende Biologer AS, rapport 1817, 24 sider, ISBN 978-82-8308-031-5.
- Bjelland, T., L. Eilertsen. & G.H. Johnsen 2014. Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune, 2014. Rådgivende Biologer AS, rapport 1985, 19 sider, ISBN 978-82-8308-125-1.
- Bjelland, T., L. Eilertsen. & B.A. Hellen 2016. Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune, 2016. Rådgivende Biologer AS, rapport 2351, 30 sider, ISBN 978-82-8308-316-3.
- Bjelland, T., L. Eilertsen, B.A. Hellen & G.H. Johnsen 2015. Overvåking av temperatur og vannvegetasjon i Ekso, Vaksdal kommune, 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2165, 30 sider, ISBN 978-82-8308-220-3.
- Danielsen, T., E. Vegge. & P. Ø. Grimsby. 2012. Er det mulig å bli kvitt krypsiv-problemene på Sørlandet? NVE-rapport. Miljøbasert vannføring 3-2012.
- Domina G., G. Galasso, F. Bartolucci & R. Guarino. 2018. Ellenberg Indicator Values for the vascular flora alien to Italy. *FLORA MEDITERRANEA* 28(1), side 53-61
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulißen 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica* 18, 2. utgave
- Hellen, B.A. & G. H. Johnsen 1997. Tilstanden i Eksingedalsvassdraget 1995. Rådgivende Biologer AS. rapport 259, 48 sider. ISBN 82-7658-133-1
- Johansen, S. W., T. E. Brandrud. & M. Mjelde 2000. Konsekvenser av reguleringsinngrep på vannvegetasjon i elver. Tilgroing med krypsiv. Kunnskapsstatus. NIVA-rapport 4321. 67 s.
- Kühn, I. & S. Klotz 2002. *Systematik, Taxonomie und Nomenklatur. I: Klotz, S., I.Kühn & W. Durka (Red.): BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn*
- Mjelde, M., B. Rørslett & P. Wang 2000. Forprosjekt: Eksempler på fakta-ark. NIVA rapport nr. 99426., 17 sider.
- Moe, T.F., A. K. Brysting, T. Andersen, S. C. Schneider, Ø. Kaste, & D.O. Hessen. 2013 Nuisance growth of *Juncus bulbosus*; the roles of genetics and environmental drivers tested in a large-scale survey. *Freshwater Biology* 58, s. 114-127
- Moe, T.F., Ø. Kaste & S. Schneider. 2015. Krypsiv overvåkingsprogram. Rapport fra pilotåret 2014. NIVA journalnr 0108/15.
- Moe, T.F., K. Hawley. 2016 Årsrapport krypsivovervåking 2016. NIVA-rapport 7092

- Moe, T.F. & B. Denmars 2017. Årsrapport krypsivovervåking 2017. NIVA-rapport 7202
- Mork, K., S. Otervik & G.H. Johnsen 2012. Konsekvensutredning for Beinhelleren pumpe - Overføringar til Evanger kraftverk, Tema: Vanntemperatur, isforhold, lokalklima, grunnvann, støy, erosjon og massetransport. Multiconsult, unummerert rapport, 50 sider.
- Mossberg, B., & L. Stenberg. 2007. Gyldendals Store Nordiske Flora. Gyldendal Norsk Forlag AS, 928 s.
- Oksanen J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs & H. Wagner. 2017. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-4. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Raddum, G., T. M. Johnsen 1981. Resipient- og fiskeundersøkelser i Ekso og Leiro, Eksingedalen 1980. LFI. Zoologisk museum, Univ. i Bergen. Etter oppdrag fra BKK.
- Rørslett, B. 1991. Krypsiv i Otra nedstrøms Brøkke: Storskala innfrysningforsøk 1991. NIVA-rapp. Inr. 2660.
- Schneider, S. C., T. F. Moe, D. O. Hessen & Ø Kaste. 2013. *Juncus bulbosus* nuisance growth in oligotrophic freshwater ecosystems: Different triggers for the same phenomenon in rivers and lakes? *Aquatic Botany* 104, s. 58-24
- Ter Braak, C. J. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), s.1167-1179.
- Terrateknikk 2015. Undersøkelser om kring skadevirkninger av krypsivtiltak. Terrateknikk studie 12 – 2014 – versjon 2 av 01.02.15, 103 s.
- Veileder 1:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanddirektivet, 181 s.

## VEDLEGG

**Vedlegg 1.** Gjennomsnittlige månedstemperaturer (°C) i Ekso oppstrøms Norddalselva (= Ekso før Trefall), oppstrøms Nesheimsvatnet og i Ekso før Fjellangerelv for 2011-2017 og for hele perioden 2011-2017. Måneder med manglende data eller hull i målerrekken har ikke fått utregnet gjennomsnittstemperatur.

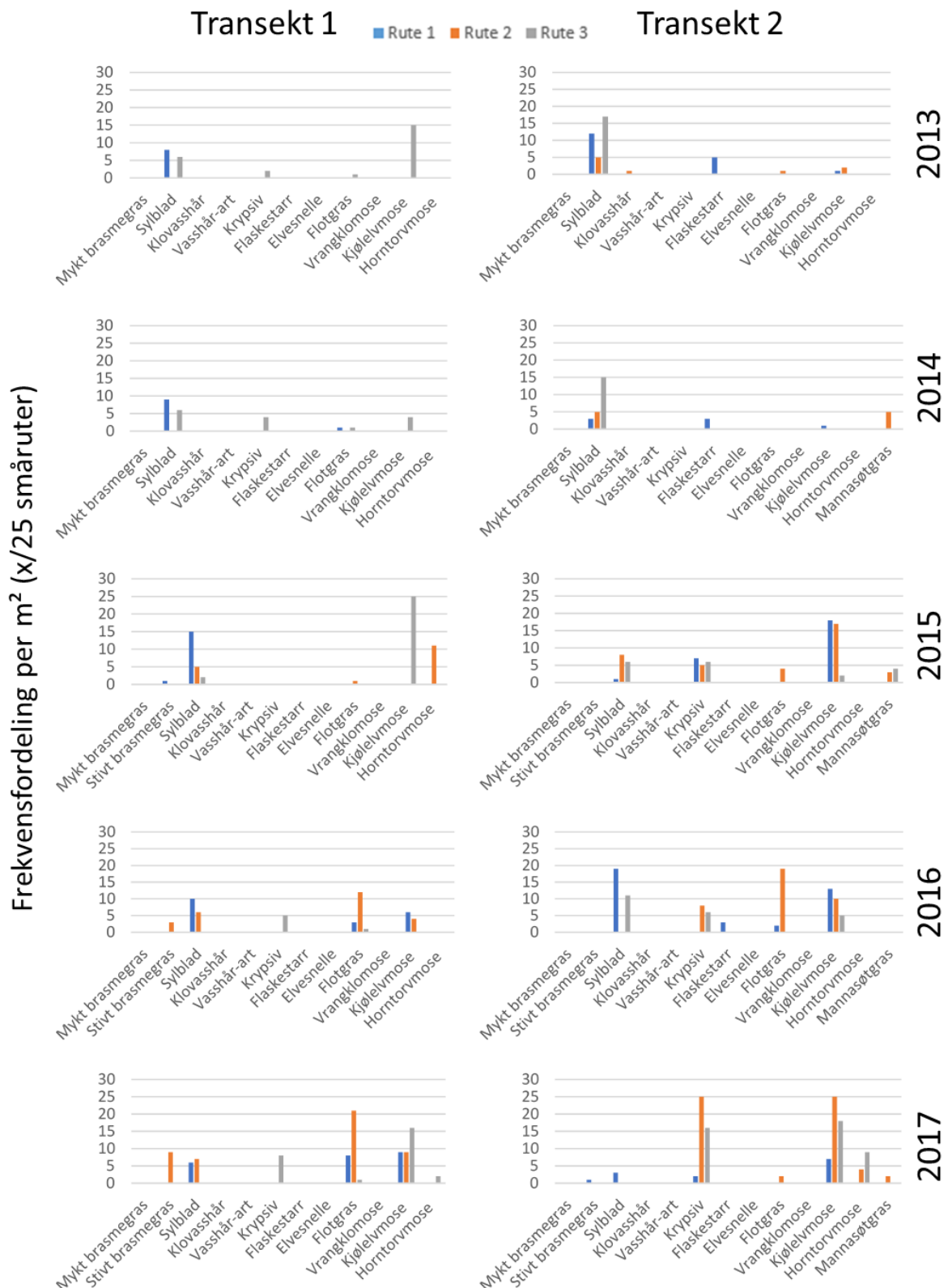
Trefall	Jan	feb	mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Ø 2011-2017	0,0	0,0	0,1	1,1	2,7	6,5	11,1	11,2	8,8	4,3	1,4	0,1
2011						8,0	13,1	12,3	8,7	4,7	4,3	
2012					2,8	4,4	8,9	11,3	6,8	2,9	0,7	-0,5
2013	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	1,7	8,3	13,1	11,8	8,7	4,5	1,0	0,6
2014	0,2	0,0	0,6	2,1	3,4	8,0	14,4	12,1	9,7	5,5	2,1	0,1
2015	0,0	0,0	0,2	0,8	1,9	2,9	5,1	8,6	8,3	4,0	2,2	0,3
2016	0,0	0,0	0,0	0,8	2,8	8,1	11,5	11,6	10,8	2,7	0,3	0,4
2017	0,1	0,0	0,0	1,7	3,5	6,5	11,8	10,4	8,7	4,3	1,7	

Nesheim	Jan	feb	mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Ø 2011-2017	0,0	0,0	0,1	1,2	3,0	7,1	11,7	11,9	9,5	4,6	1,7	0,2
2011						8,4	12,8	12,3	9,1	4,9	2,8	0,1
2012	0,1	0,4	0,2	1,7	3,2	5,3	9,4	12,7	7,0	3,3	0,9	0,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	8,6	14,1	12,8	9,7	5,3	1,3	0,3
2014	0,2	0,0	0,4	2,0	4,1	8,6	15,6	13,4	10,6	6,0	2,3	0,1
2015	0,0	0,0	0,2	0,8	1,9	3,4	5,5	9,1	9,2	4,9	2,3	0,3
2016	0,0	-0,1	0,0	0,7	3,0	8,6	12,0	12,3	11,5	3,1	0,4	0,4
2017	0,0	0,0	0,0	1,5	4,0	7,0	12,7	11,0	9,4	4,7	2,0	

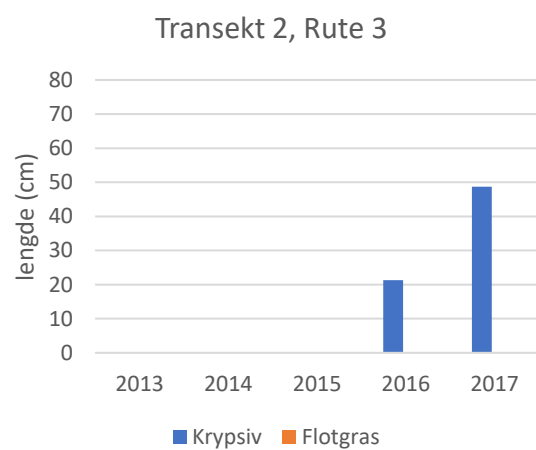
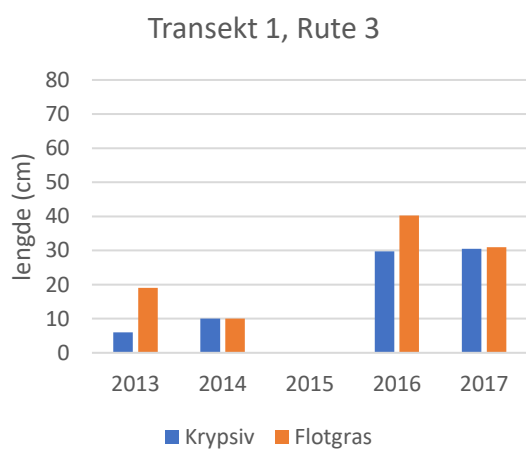
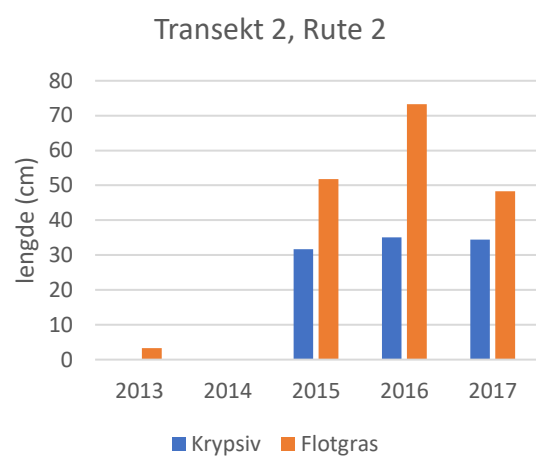
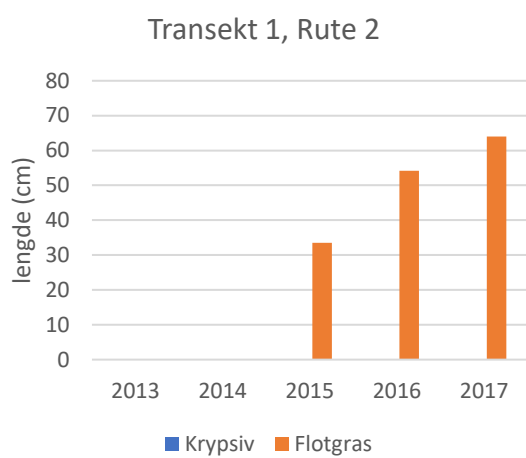
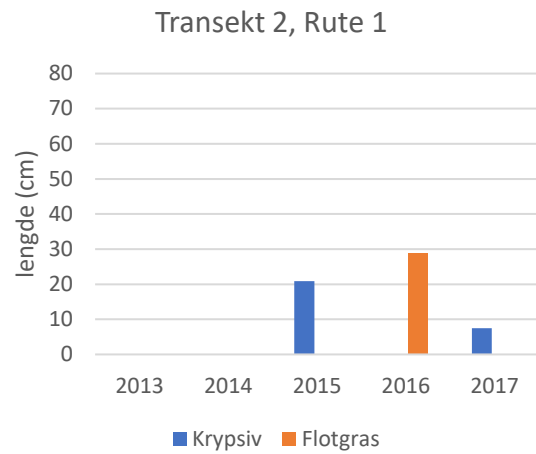
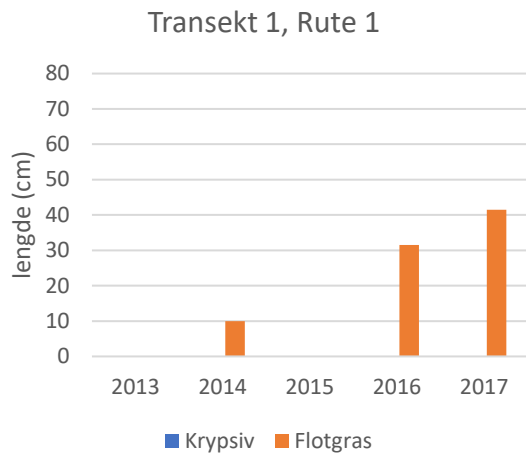
Fjellanger	Jan	feb	mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Ø 2011-2017	0,1	0,1	0,5	1,9	4,3	8,2	12,5	12,6	10,6	5,9	2,8	0,7
2011						8,8	13,7	13,7	10,5	5,6	3,0	0,3
2012	0,0	0,0	0,5	2,0	4,6	6,5			7,9	4,5	2,0	0,3
2013	0,2	0,2	0,3	0,6	2,6	9,1	14,1	13,6	10,9	6,6	2,9	0,8
2014	0,3	0,3	1,0	3,1	5,8	9,5	15,6	14,5	11,8	7,1	4,0	0,9
2015	0,3	0,1	0,8	1,8	3,1	5,0	6,8	9,7	10,1	6,5	3,1	0,8
2016	0,0	0,0	0,0	1,6	4,2	9,8	12,3	12,7	12,1	5,1	1,3	0,9
2017	0,2	0,0	0,5	2,0	5,4	7,9	12,7	11,9	10,7	6,1	3,1	



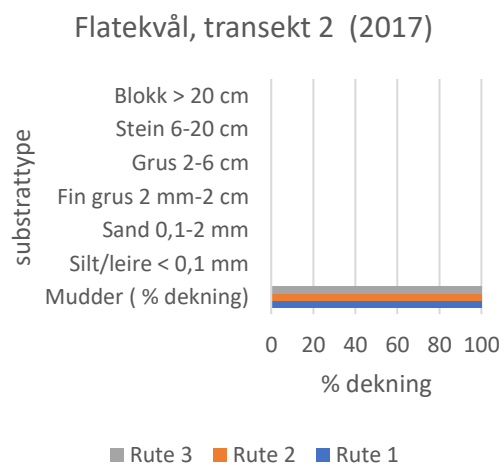
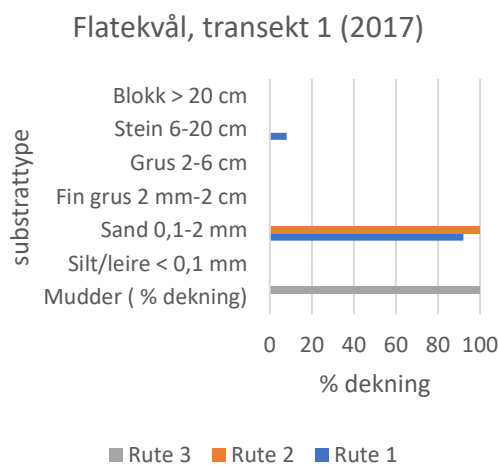
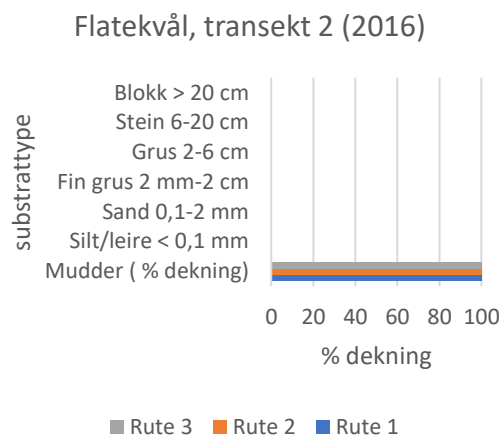
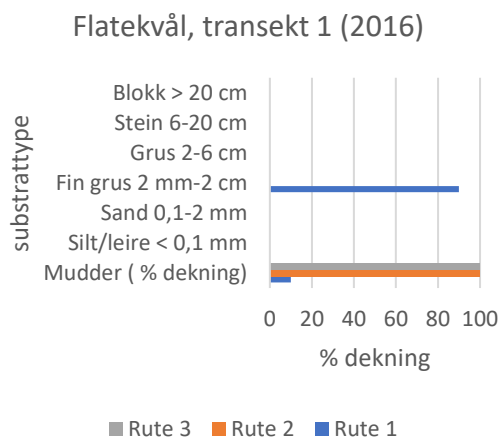
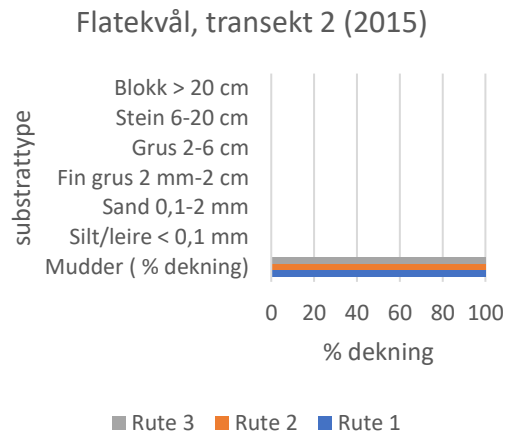
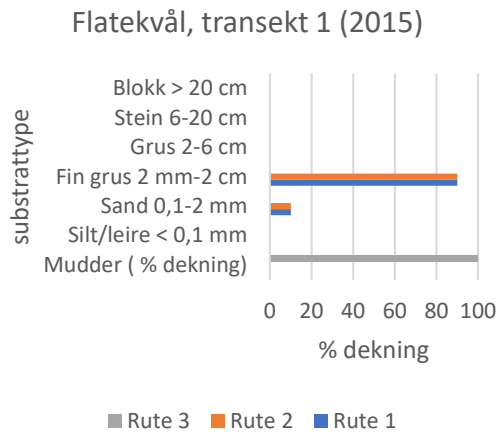
# FLATEKVÅL



**Vedlegg 2:** Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål i 2013-2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter.

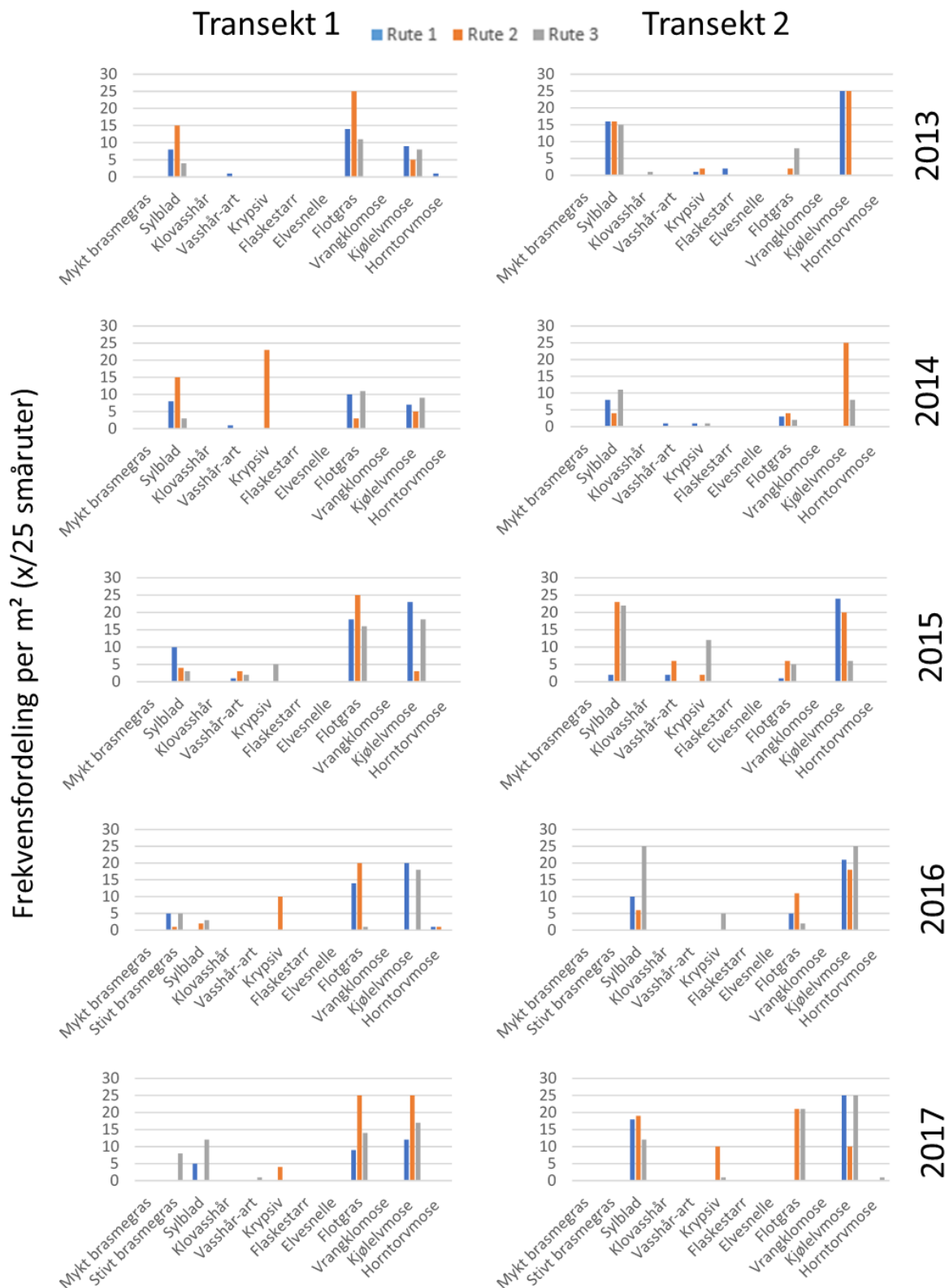


**Vedlegg 3.** Utvikling av gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål 2017.

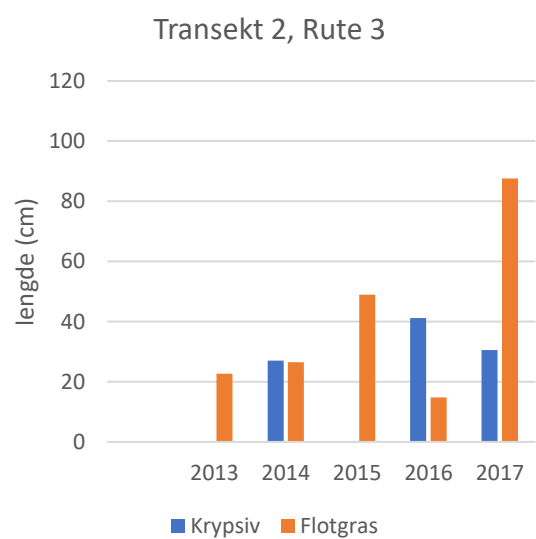
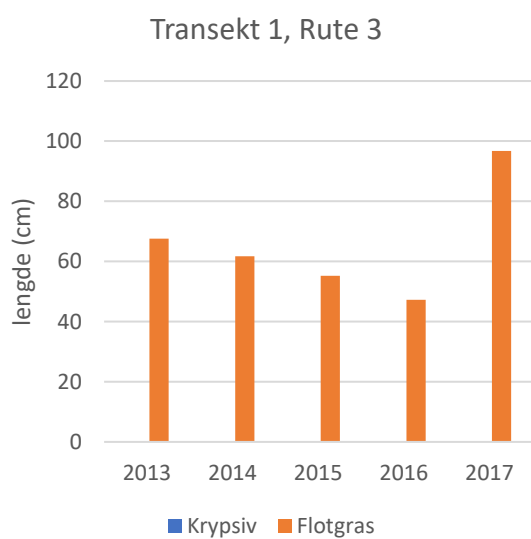
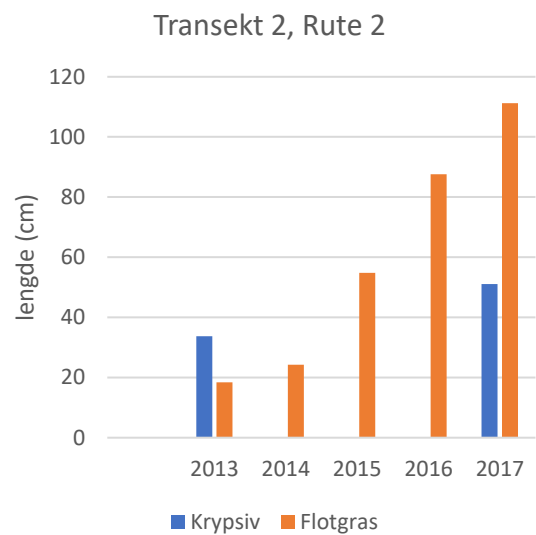
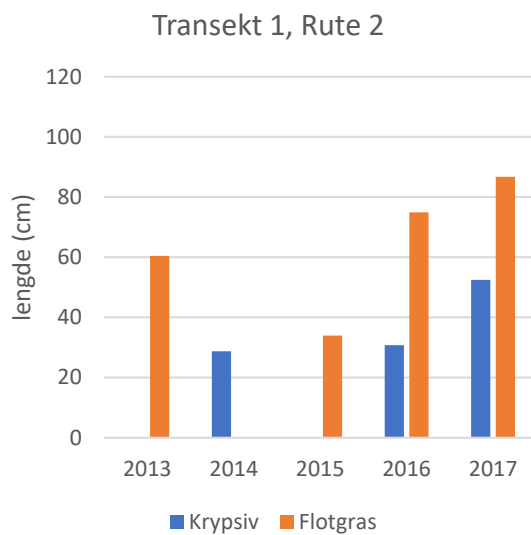
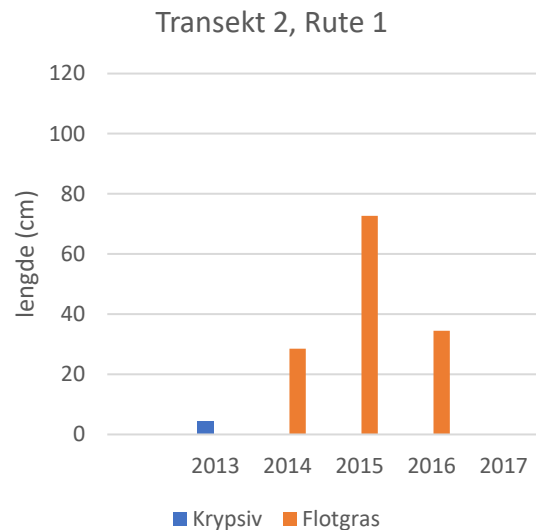
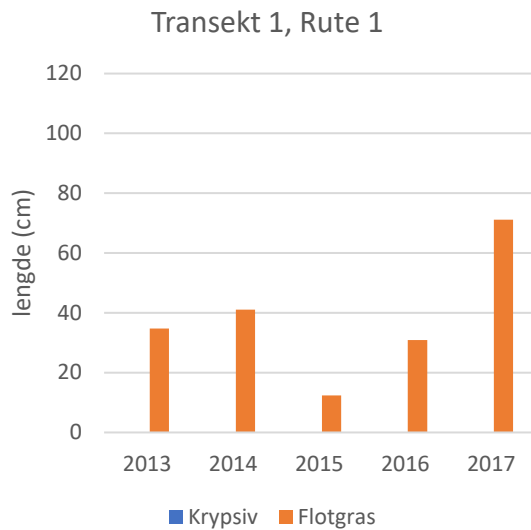


**Vedlegg 4.** Dekningsgrad av substrattyppe i rutene langs transekt 1 og 2 ved Flatekvål 2015-2017.

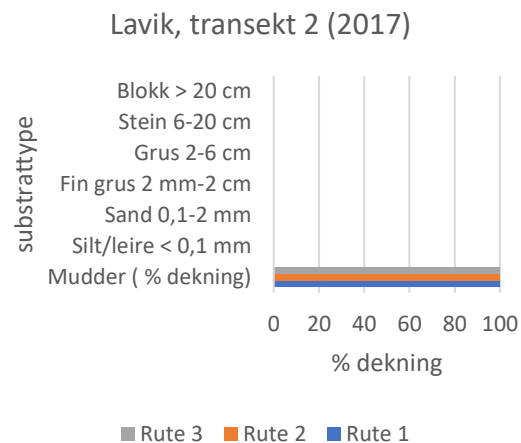
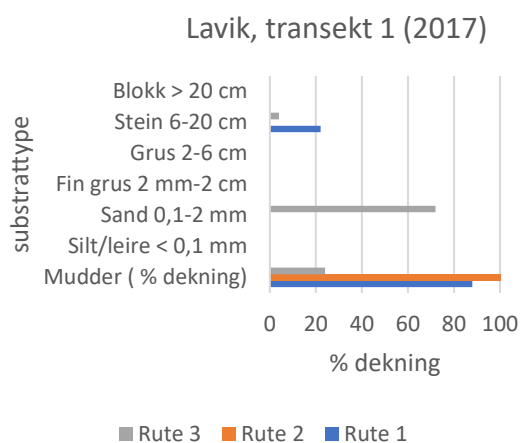
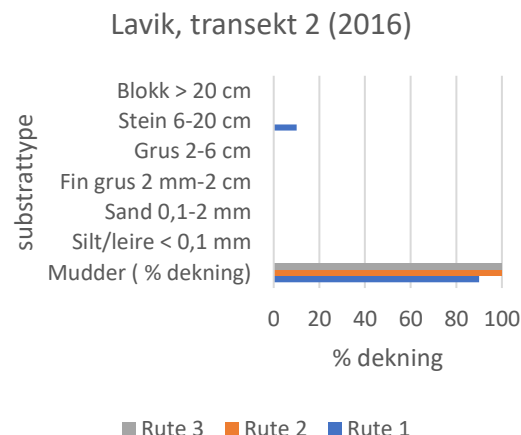
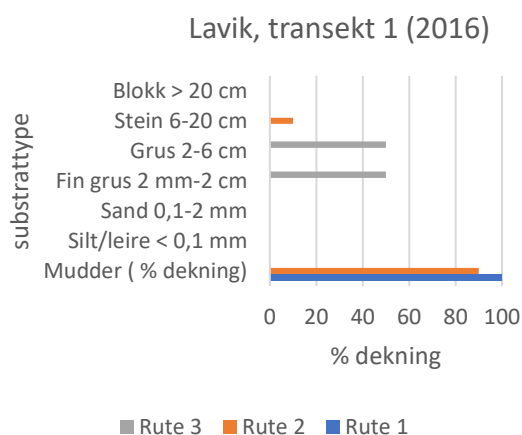
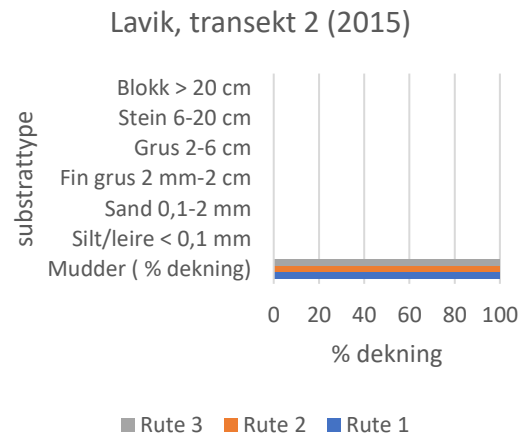
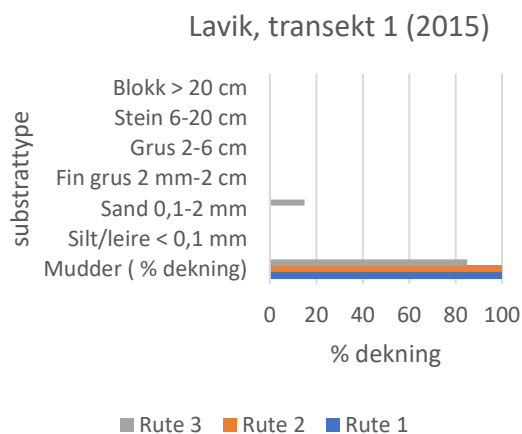
LAVIK



**Vedlegg 5.** Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik i 2013-2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter.

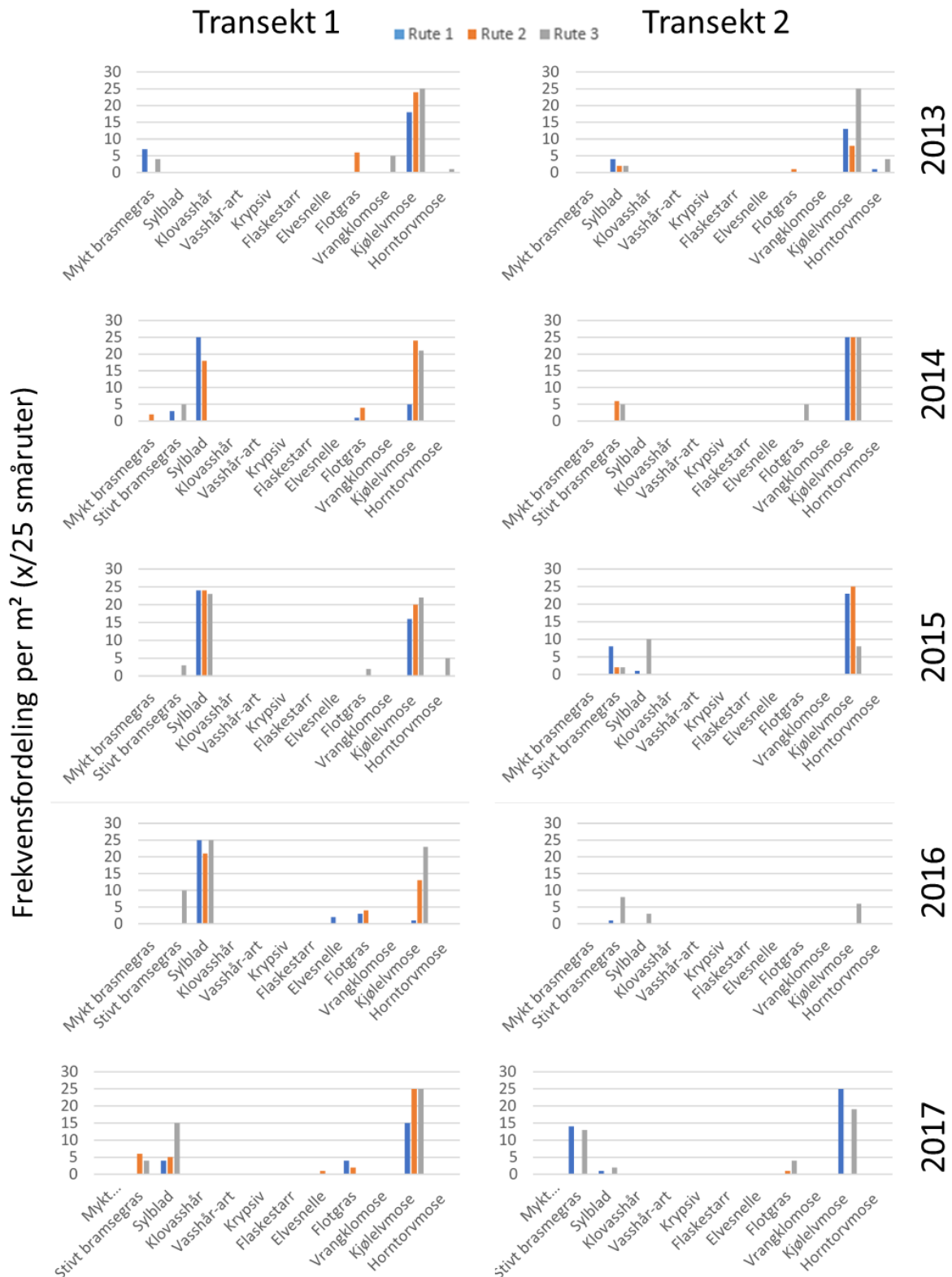


**Vedlegg 6.** Utvikling av gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik 2013-2017.



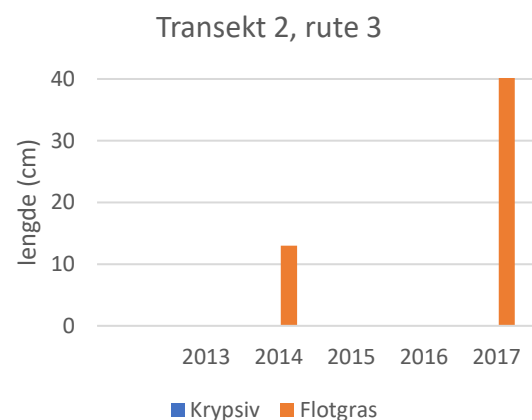
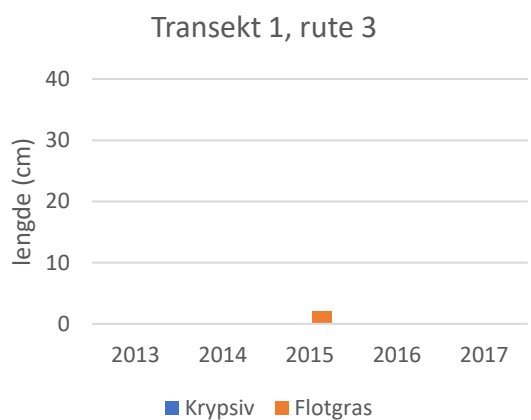
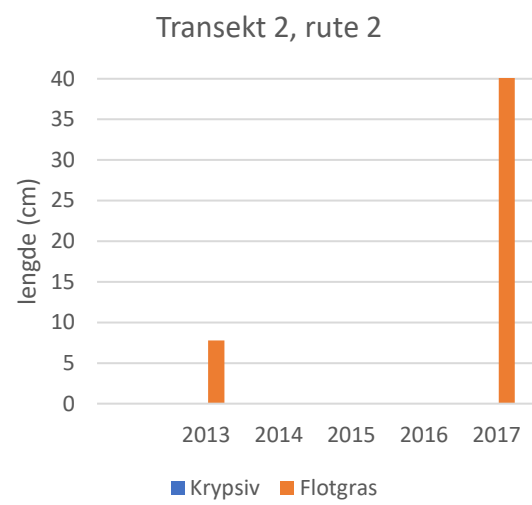
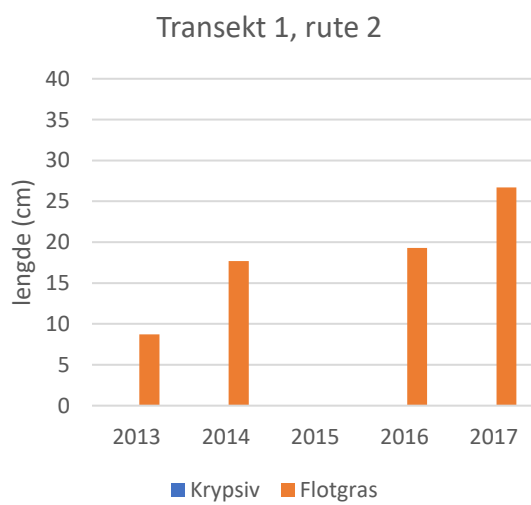
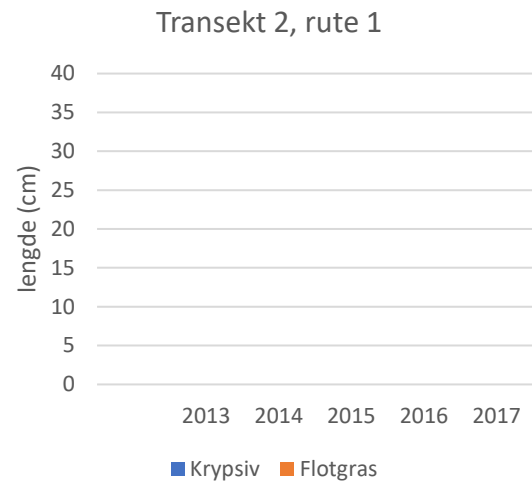
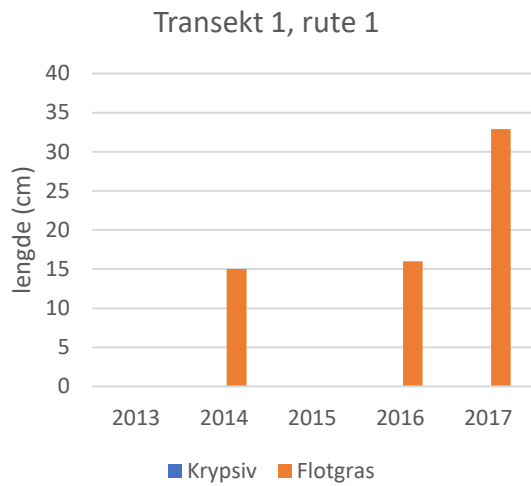
**Vedlegg 7. Dekningsgrad av substrattyppe i rutene langs transekt 1 og 2 ved Lavik 2015-2017.**

**BERGOVANNET**

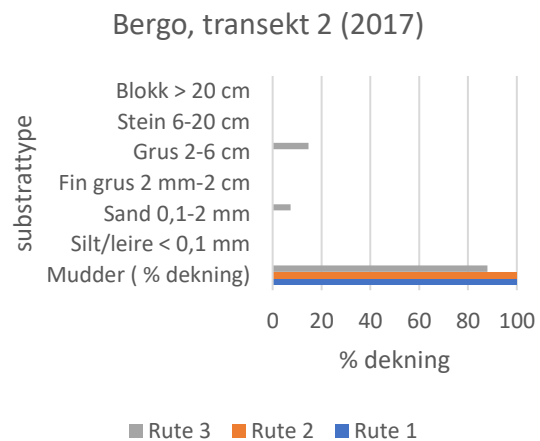
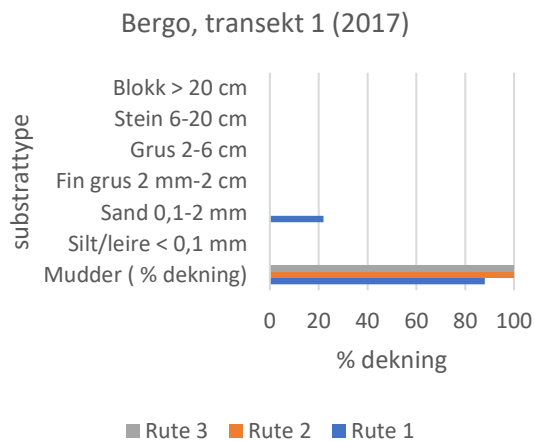
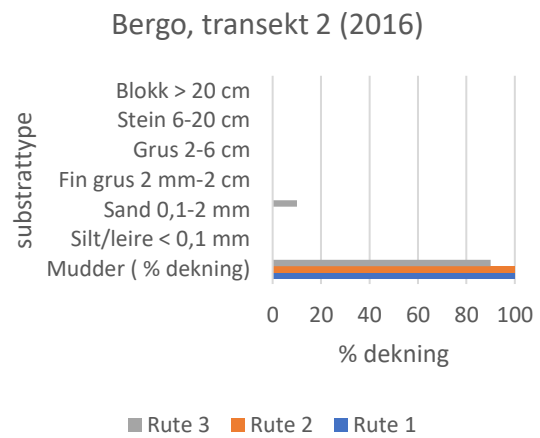
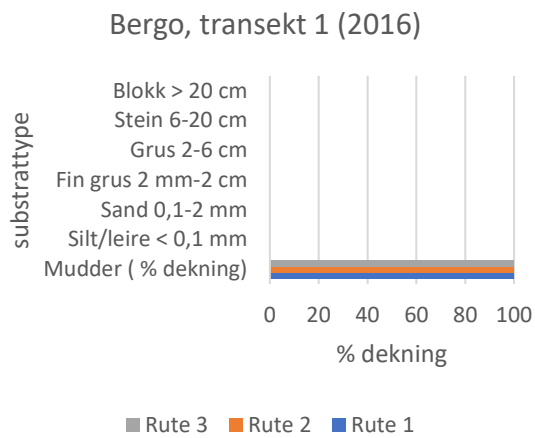
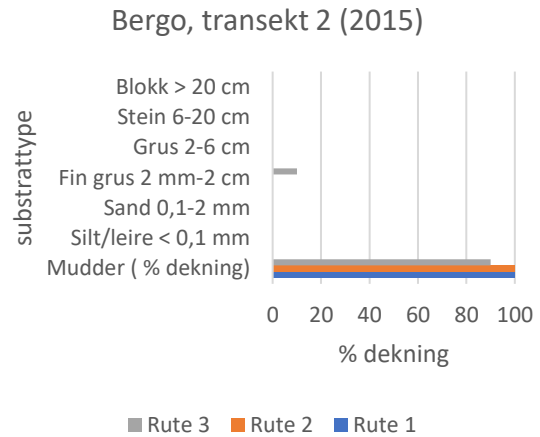
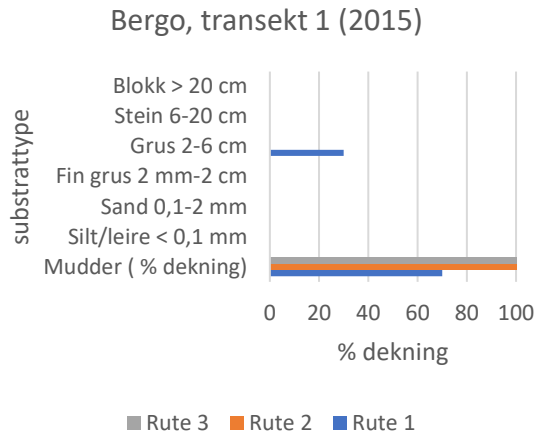


**Vedlegg 8.** Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Bergovannet i 2013-2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter.



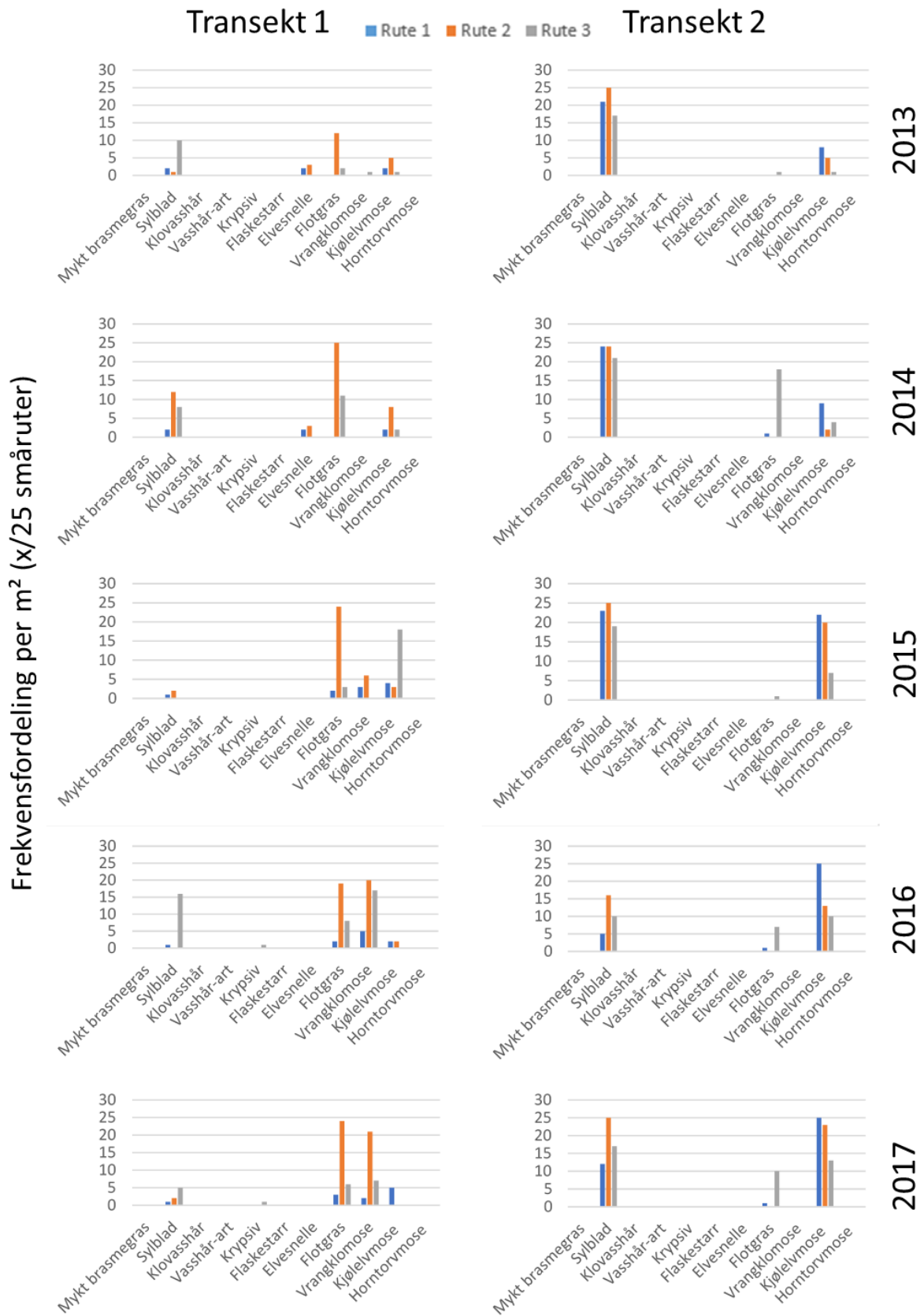


**Vedlegg 9.** Utvikling av gjennomsnittlig lengde (cm) av flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Bergovannet i 2013-2017.

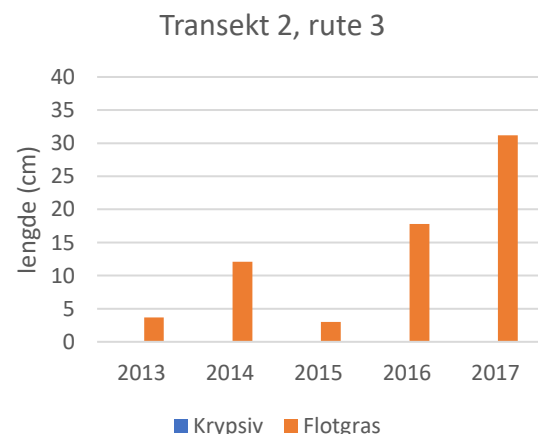
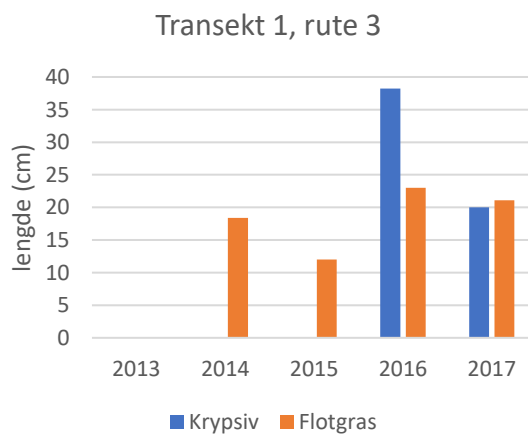
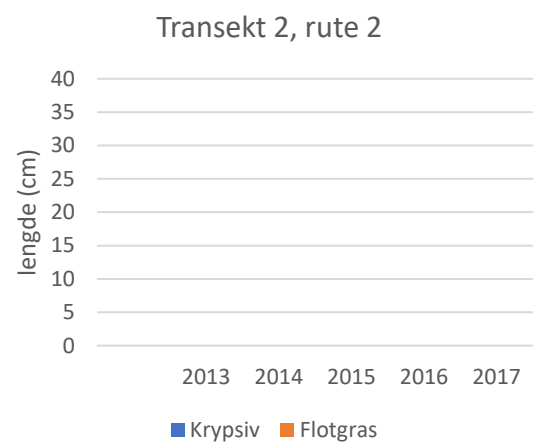
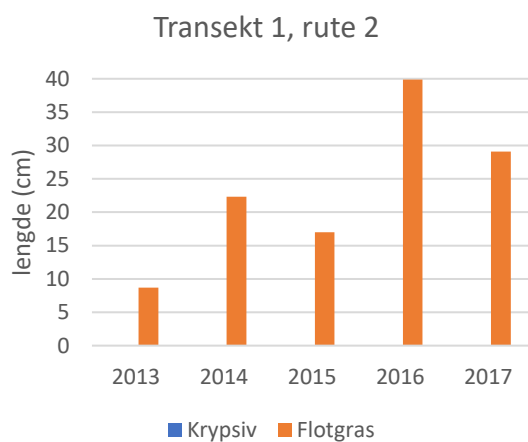
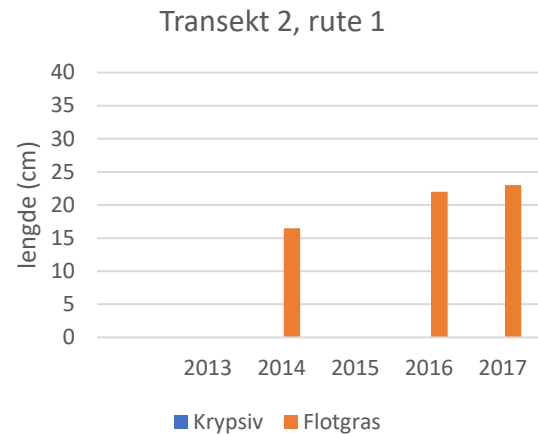
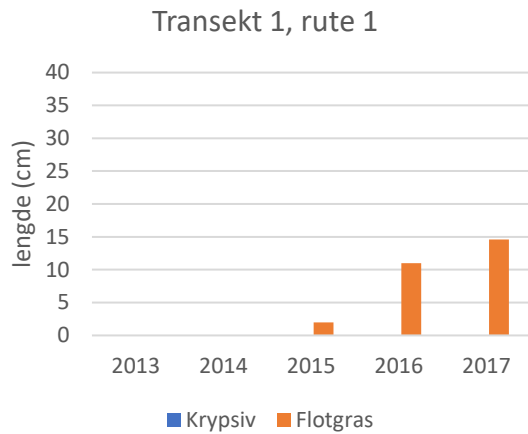


**Vedlegg 10.** Dekningsgrad av substrattype i rutene langs transekt 1 og 2 ved Bergovannet 2015-2017.

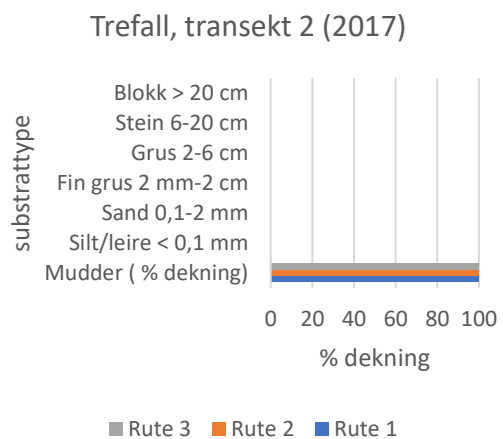
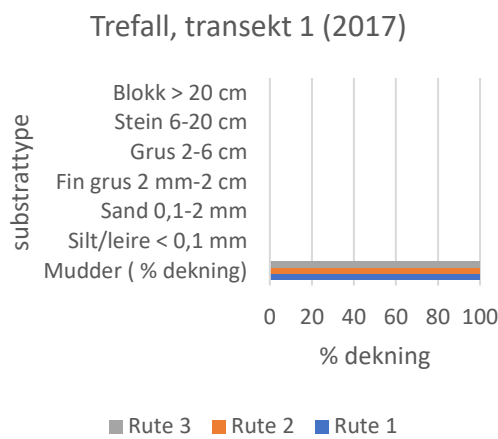
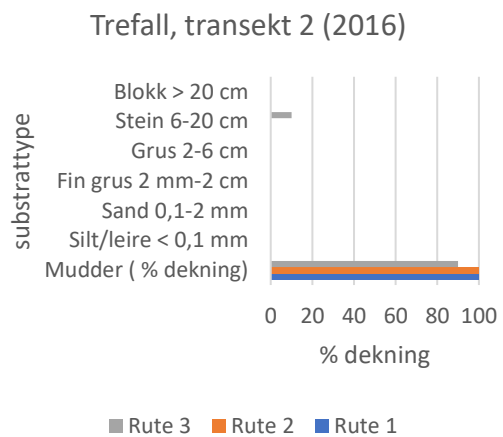
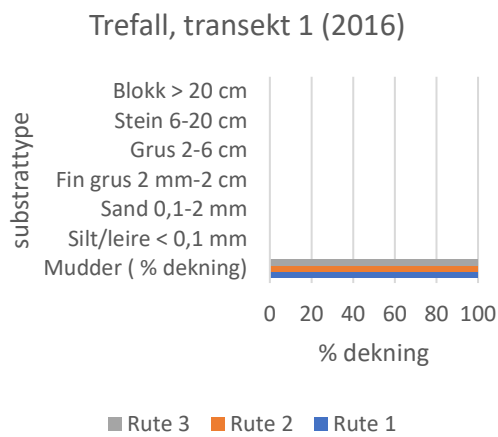
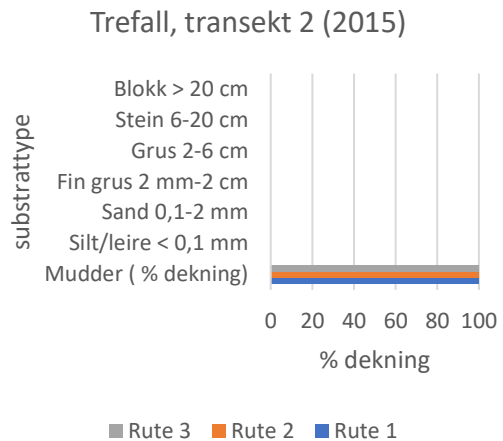
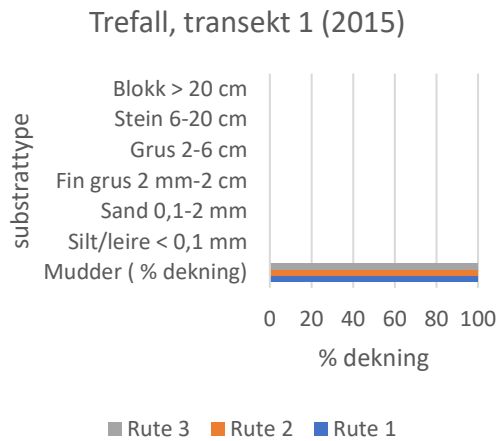
TREFALLSVANNET



**Vedlegg 11.** Artsfordelingen i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefallsvannet i 2013-2017. 1 m<sup>2</sup> består av 25 småruter. Diagrammene viser forekomst i antall ruter.



**Vedlegg 12.** Gjennomsnittlig lengde (cm) av krypsiv og flotgras i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefallsvannet i 2013-2017.



**Vedlegg 13.** Dekningsgrad av substrattyppe i rutene langs transekt 1 og 2 ved Trefallsvannet 2015-2017.

**Vedlegg 14:** Dekningsgrad (forekomst av antall småruter, maks 25) av registrerte arter i anayserutene per lokalitet gjennom 2013-2017.

2013	TREFALL						BERGO						LAVIK						FLATEKVÅL					
Dekningsrad av arter	TRE 1-1	TRE 1-2	TRE 1-3	TRE 2-1	TRE 2-2	TRE 2-3	BER 1-1	BER 1-2	BER 1-3	BER 2-1	BER 2-2	BER 2-2	LAV 1-1	LAV 1-2	LAV 1-3	LAV 2-1	LAV 2-2	LAV 2-3	FLA 1-1	FLA 1-2	FLA 1-3	FLA 2-1	FLA 2-2	FLA 2-3
Mykt brasmegras							7		4															
Sylblad	2	1	10	21	25	17				4	2	2	8	15	4	16	16	15	8		6	12	5	17
Klovasshår																		1						1
Vasshår-art													1											
Krypsiv																1	2				2			
Flaskestarr																2						5		
Elvesnelle	2	3																						
Flotgras		12	2			1		6			1		14	25	11		2	8			1			1
Vrangklomose			1						5															
Kjølelv-mose	2	5	1	8	5	1	18	24	25	13	8	25	9	5	8	25	25				15	1		2
Horn-torvmose									1	1		4	1											

2014	TREFALL						BERGO						LAVIK						FLATEKVÅL					
Dekningsrad av arter	TRE 1-1	TRE 1-2	TRE 1-3	TRE 2-1	TRE 2-2	TRE 2-3	BER 1-1	BER 1-2	BER 1-3	BER 2-1	BER 2-2	BER 2-2	LAV 1-1	LAV 1-2	LAV 1-3	LAV 2-1	LAV 2-2	LAV 2-3	FLA 1-1	FLA 1-2	FLA 1-3	FLA 2-1	FLA 2-2	FLA 2-3
Mykt brasmegras								2																
Stivt brasmegras							3		5		6	5												
Sylblad	2	12	8	24	24	21	25	18					8	15	3	8	4	11	9		6	3	5	15
Klovasshår																								
Vasshår-art													1			1								
Krypsiv														23		1		1			4			
Flaskestarr																						3		
Elvesnelle	2	3																						
Flotgras		25	11	1		18	1	4			5		10	3	11	3	4	2	1		1			
Vrangklomose																								
Kjølelv-mose	2	8	2	9	2	4	5	24	21	25	25	25	7	5	9		25	8			4	1		
Horn-torvmose																								
Mannasøtgras																								5

2015	TREFALL						BERGO						LAVIK						FLATEKVÅL						
Dekningsrad av arter	TRE 1-1	TRE 1-2	TRE 1-3	TRE 2-1	TRE 2-2	TRE 2-3	BER 1-1	BER 1-2	BER 1-3	BER 2-1	BER 2-2	BER 2-2	LAV 1-1	LAV 1-2	LAV 1-3	LAV 2-1	LAV 2-2	LAV 2-3	FLA 1-1	FLA 1-2	FLA 1-3	FLA 2-1	FLA 2-2	FLA 2-3	
Mykt brasmegras																									
Stivt brasmegras									3	8	2	2							1						
Sylblad	1	2		23	25	19	24	24	23	1		10	10	4	3	2	23	22	15	5	2	1	8	6	
Klovasshår																									
Vasshår-art													1	3	2	2	6								
Krypsiv															5		2	12				7	5	6	
Flaskestarr																									
Elvesnelle																									
Flotgras	2	24	3			1			2				18	25	16	1	6	5		1				4	
Vrangklomose	3	6																							
Kjølelvrose	4	3	18	22	20	7	16	20	22	23	25	8	23	3	18	24	20	6				25	18	17	2
Horntorvmose									5											11					
Mannasøtgras																								3	4

2016	TREFALL						BERGO						LAVIK						FLATEKVÅL						
Dekningsrad av arter	TRE 1-1	TRE 1-2	TRE 1-3	TRE 2-1	TRE 2-2	TRE 2-3	BER 1-1	BER 1-2	BER 1-3	BER 2-1	BER 2-2	BER 2-2	LAV 1-1	LAV 1-2	LAV 1-3	LAV 2-1	LAV 2-2	LAV 2-3	FLA 1-1	FLA 1-2	FLA 1-3	FLA 2-1	FLA 2-2	FLA 2-3	
Mykt brasmegras																									
Stivt brasmegras									10	1		8	5	1	5				3						
Sylblad	1		16	5	16	10	25	21	25			3		2	3	10	6	25	10	6		19			11
Klovasshår																									
Vasshår-art																									
Krypsiv			1											10				5			5		8		6
Flaskestarr																						3			
Elvesnelle							2																		
Flotgras	2	19	8	1		7	3	4					14	20	1	5	11	2	3	12	1	2		19	
Vrangklomose	5	20	17																						
Kjølelvrose	2	2		25	13	10	1	13	23			6	20		18	21	18	25	6	4		13	10		5
Horntorvmose																									
Mannasøtgras																									



2017	TREFALL						BERGO						LAVIK						FLATEKVÅL						
Dekningsrad av arter	TRE 1-1	TRE 1-2	TRE 1-3	TRE 2-1	TRE 2-2	TRE 2-3	BER 1-1	BER 1-2	BER 1-3	BER 2-1	BER 2-2	BER 2-2	LAV 1-1	LAV 1-2	LAV 1-3	LAV 2-1	LAV 2-2	LAV 2-3	FLA 1-1	FLA 1-2	FLA 1-3	FLA 2-1	FLA 2-2	FLA 2-3	
Mykt brasmegras																									
Stivt brasmegras								6	4	14		13			8					9		1			
Sylblad	1	2	5	12	25	17	4	5	15	1		2	5		12	18	19	12	6	7		3			
Klovasshår																									
Vasshår-art															1										
Krypsiv			1											4			10	1			8	2	25	16	
Flaskestarr																									
Elvesnelle								1																	
Flotgras	3	24	6	1		10	4	2			1	4	9	25	14		21	21	8	21	1		2		
Vrangklomose	2	21	7																						
Kjølelvrose	5			25	23	13	15	25	25	25		19	12	25	17	25	10	25	9	9	16	7	25	18	
Horntorvmose																		1			2		4	9	
Mannasøtgras																								2	