

Statens vegvesen Region vest

# Testforsøk - spredning av plast i sjø fra utfylte tunnelmasser skutt med elektroniske tennere

Aldersundet - Rassikringsprosjekt Rv 17 Liafjell



Oppdragsnr.: 5144240 Dokumentnr.: YM-119-NO Versjon: D02  
2017-07-03

**Oppdragsgiver:** Statens vegvesen Region vest  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Merete Landsgård  
**Rådgiver:** Norconsult AS  
**Oppdragsleder:** Bjørn A. Kleppestø  
**Fagansvarlig:** Bente Breyholtz  
**Andre nøkkelpersoner:** Harald Fagerheim, Vegdirektoratet

D02	2017-07-03	For bruk	BeBre	MeLan	BjKle
A01	2017-06-30	For fagkontroll	BeBre		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Sammendrag

I forbindelse med vår klage på vilkårene i tillatelsen til utfylling i entreprise E11 i Rogfastprosjektet, har Statens vegvesen utført et forsøk i 1:1 for å se på hvordan elektroniske tennere oppfører seg ved utfylling med leker i sjø. Testforsøket ble gjennomført i Aldersundet, Mo i Rana, med tunnelmasser fra et pågående rassikringsprosjekt som utelukkende benytter elektroniske tennere i hele prosjektet. Testforsøket ble gjennomført 20. – 24. juni 2017 og med på forsøket var Statensvegvesen, Vegdirektoratet, Norconsult, entreprenører og leverandører av sprengstoff og tenmidler.

Testforsøket var todelt, der første del handlet om å få et kvalifisert tall på mengde overskytende ledning i tunnelsalven. Dette gjorde vi ved å være tilstede på stuff under lading og måle hvor mye tennsledning som stakk utenfor borhullet, samt wieren som sammenkobler hele salva.

I andre del av testprosjektet ønsket å verifisere hvorvidt elektroniske tennere synker ved utfylling i sjø og om de følger massene ned og blir liggende fast inne i fyllingen. Dessuten ville vi finne ut om plast kom til overflaten og eventuelt hvor mye. Vi ville også verifisere om løse ledningsfragmenter ville separeres fra massene i sjøen og drifte vekk fra utfyllingen og eventuelt hvor langt fra fyllingsfoten vi kunne finne slike.

Testforsøket i Aldersundet verifiserte at elektroniske tennere synker i sjø. Ingen funn ble registrert flytende med metall intakt i ledningen. Vi har også verifisert at koblingsbokser synker dersom de er koblet til ledning og ikke fragmenteres ved mekanisk slitasje.

Hovedkonklusjonen var at vi fant svært lite flytende plast fra elektroniske tennere. Kun 1,1 – 3,3 % av total mengde plast per  $\text{am}^3$  tunnelmasser (utfylte kubikk) ble gjenfunnet i overflaten. Av total innsamlet mengde plast under testforsøket, stammet 10,4 % fra elektroniske tennere. Vi gjorde begrensede funn av løse ledningsbiter utenfor fyllingsfot, dette utgjorde ca. 0,7 – 1,1 % av total lengde elektronisk ledning som var i massene i testsalvene.

Vi gjorde ingen gjenfunn av de store «vasene» med ledning som vi så både i røysa og på mellomlageret utenfor tunnelen. Dette kan bety at den ekstra omlastingen fra mellomlager kan ha utsatt ledningene for så stor mekanisk slitasje at de har fragmentert. Eller at det største omfanget av ledninger og koblingsbokser blir med massene ned ved slipp fra leker i sjø og blir liggende inne i fyllingen.

Vi fant også «annen plast» under testforsøket – både i vannoverflaten og liggende på sjøbunnen. Av all platen som ble samlet inn under forsøksperioden, var det 86,9 % som *ikke* stammet fra elektroniske tennere. Foringsrør og rørladninger utgjorde mesteparten av «annen plast». Det er viktig å understreke at bruk av foringsrør og rørladninger har ingenting med valg av tennsystem å gjøre. Det er bergets beskaffenhet og vanninntrenging som er bakgrunn for bruk av foringsrør og rørladninger. Vi er i dialog med sprengstoffleverandører for å finne bedre alternativer.

Tunnelmasser fra E11, Rogfast, vil bestå av ca. 132 480  $\text{am}^3$  etter de beregninger som ligger til grunn i prosjekteringen. Dersom vi legger tallene fra testforsøket i Aldersundet til grunn skulle dette tilsi at vi potensielt kan finne totalt 2,6 – 8,3 kg flytende plast fra elektroniske tennsystem i E11. Hele E11 består av fyllitt, erfaringer fra fyllitt i Ryfast tilsier minimal innlekkasje og behov for bruk av foringsrør.

Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Formål og arbeidsplan</b>	<b>6</b>
2.1	Formål	6
2.2	Arbeidsplan	6
<b>3</b>	<b>Gjennomføring</b>	<b>7</b>
3.1	Sprengning med elektronisk tennere	7
3.2	Utlasting og transport av masser på land	11
3.3	Opplasting på lekter og tømning i sjø	13
3.4	Søk etter plast i sjø	16
3.4.1	Strømmåler	19
3.4.2	ROV Forundersøkelser av sjøbunnen før utfylling	20
3.4.3	Registreringer av plast pr lekterlass dumpet i sjø	22
<b>4</b>	<b>Resultater</b>	<b>31</b>
4.1	Elektronisk tennsystem	31
4.1.1	Tippsted 1, testsalve 2 – lekterlass 1 – 5	31
4.1.2	Tippsted 2, testsalve 3 – lekterlass 6 – 9	33
4.1.3	Tippsted 3, testsalve 4 – lekterlass 10 – 13	35
4.2	Annen plast	37
4.2.1	Tippsted 1, testsalve 2 – lekterlass 1 – 5	37
4.2.2	Tippsted 2, testsalve 3 – lekterlass 6 – 9	39
4.2.3	Tippsted 3, testsalve 4 – lekterlass 10 – 13	42
4.3	Etterkontroll	46
4.4	Etterkontroll ROV filming	51
<b>5</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>52</b>
5.1	Elektroniske tennere	52
5.2	Annen plast	53
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>54</b>
6.1	Verifisere lengde overskytende ledning	54
6.2	Potensiell plast i sjø fra elektroniske tennere	54
6.3	Annen plast – foringsrør og rørladninger	55
<b>7</b>	<b>Antatt plast i Rogfast-entreprise E11</b>	<b>56</b>

# 1 Innledning

I forbindelse med planleggingen av Rogfast-prosjektet har Statens vegvesen satt i gang et forsøksprosjekt for å se på hvordan plast fra elektroniske tennere oppfører seg i en sjøfylling. Bakgrunnen for forsøket er SVVs klage på vilkårene i tillatelsen til utfylling i sjø ved entreprise E11 gitt av Fylkesmannen i Rogaland. Et av vilkårene er at det ikke skal være spor av plast i tunnelmassene som skal dumpes i sjø. Dette har vært et vesentlig miljøproblem ved bruk av tradisjonelle tennere (nonel).

Forsøket ble utført 20. – 24. juni ved et pågående rassikringsprosjekt ved Aldersundet i Lurøy kommune i Nordland. Rassikringsprosjektet benytter elektroniske tennere i hele prosjektet i dag, og er etter det vi erfarer det eneste tunnelprosjektet som utelukkende benytter dette i Norge. Selve utfyllingsstedet er godkjent og en del av en større sjøfylling som rassikringsprosjektet skal fullføre senere.

Med på forsøket er Statens vegvesen, utførende entreprenører, Vegdirektoratet, samt leverandør av sprengstoff og tennsystem.

## 2 Formål og arbeidsplan

### 2.1 Formål

Formålet med testprosjektet var å finne svar på spørsmålene:

- Når tunnelmasser dumpes i sjø, vil rester av elektroniske tennsystem bli med tunnelmassene ned til sjøbunnen/synke i sjø eller vil den flyte opp til overflaten?
- Vil rester av elektroniske tennsystem legge seg inne i fyllingen på sjøbunnen? Vil den synes i fyllingsskråningen og/eller utenfor fyllingen?
- Kan vi få et konkret tall på mengde overskytende ledning i tunnelsalven ved å måle på stoff?

### 2.2 Arbeidsplan

Prosjektet ble delt i to deler.

Del 1 omfatter dokumentasjon av overskytende skyteledning på stoff (inne i tunnelen). Det har ikke vært mulig å finne gode nok erfaringstall over mengde overskytende ledning man kan forvente å få på hver enkelt ladning/salve, tallet varierer og er ikke konsist. Derfor vil vi være med under ladning og måle hver enkelt tenner i testsalvene for å få et mer nøyaktig tall.

Del 2 Massene fra testsalvene fraktes på splittlekter til tippstedet som ligger på ca. -35 meter i skrånende terreng, likt forholdene vi finner i Mekjarvik. Etter hvert slipp vil ROV'n dokumentere massene under vann og filme området rundt fyllingsfoten. Dette gjentas for hvert lass som slippes.

Det skal slippes nok masser til at vi kan se en tydelig «fyllingsfot» og kunne måle om og eventuelt hvor langt fra fyllingsfoten vi finner skyteledninger. Et styringsfartøy vil ligge i overflaten for å dokumentere eventuelle plastfunn i overflaten. Vi har dykkerberedskap dersom det skulle vise seg vanskelig å dokumentere funn med ROV. En drone vil dokumentere forsøket fra luften.

Det er planlagt bruk av inntil tre - fire hele forsøkssalver med tunnelstein i testforsøket, men det kan bli aktuelt å benytte flere. Vi planlegger også å gjøre et testforsøk på noe mindre dyp og i flater terreng, ca. – 20 meter som vil være mer likt forholdene vi vil finne på Krossøy og i Arsvågen, samt i entreprise E11, der det er planlagt sjøfyllinger med tunnelstein fra Rogfast.

## 3 Gjennomføring

I dette testforsøket benyttet vi tunnelmasser fra tre salver – testsalve 2, 3 og 4. Vi deltok på sprengningsprosessen fra ferdig boret stuff til ferdig sprengt salve kun ved testsalve 2. De øvrige testsalvene ble skutt mens vi jobbet med andre deler av prosjektet.

Vi hadde tre personer i testforsøket som administrerte hver vår post.

- En person sørget for at tunnelmasser fra de ulike salvene ble mellomlagret separat og at masser fra rett salve ble kjørt ned til kaia til enhver tid.
- Neste person sørget for at masser ble opplastet i lekter, registrerte synlig plast og sørget for at masser fra de ulike salvene ble tippet på rett tippsted i sjø. Tre tippsteder ble valgt ut – Tipp 1, 2 og 3.
- Sistemann var etablert på styringsfartøyet med ROV og lettboat for å filme fylling og evt. plast på sjøbunnen, samt registrere og samle opp eventuell flytende plast i vann/på land.

Arbeidet beskrives nærmere i kapitlene nedenfor. Personene på de ulike postene hadde jevnlig dialog i hele testperioden.

### 3.1 Sprengning med elektronisk tennere

Tirsdag 20. juni deltok vi, sammen med sprengningsarbeiderene, ved ladning med elektroniske tennere i en ferdigboret stuff (Figur 1) i tunnelen ved Bakliholtan. Salven fikk benevnningen «testsalve 2».

Bergarten bestod av granittisk gneis med innslag av kvarts og glimmerskifer. Tverrsnittet i tunnelen var på T11,5 m ved denne salven (området for nisje). For denne salven var det boret 153 borhull. Hvert borhull var 5 m langt som er standard lengde for tunnelsprengning. Dermed forlenges tunnelen 5 meter for hver sprengning.

Hver tenner besto av en 7 meter lang skyteledning med Id-tag (papir) og en koblingsboks (Figur 2). Dette gir to meter overskytende ledning utenfor borhullet pr borhull. Med 153 borhull/tennere betyr det 306 meter overskytende ledning, samt tag og koblingsboks for ferdig ladet stuff (Figur 3). Alle koblingsboksene kobles på en wire på ca. 50 m som først kobles til en testboks, for deretter å kobles til blast box for avfiring av salva.

Hver 2 m ledning med tag veier 4 g, koplingsboksen veier 5 g, 50 m wire veier 100 g. Dette gir totalt 1 329 g plast i røysa fra ferdig skutt salve (Figur 4, Figur 5 og Tabell 1). For testsalve 3 og 4 ble det brukt hhv. 151 og 148 tennere. Mengde plast for hver av disse salvene er vist i Tabell 1. Borplan og salverapporter er innhentet som dokumentasjon.

En tunnelprofil med T11,5 har iht. SVVs håndbok N500 en teoretisk sprengningsprofil på 85,92 m<sup>2</sup>. Med en sprengningslengde på 5 meter gir dette 430 faste m<sup>3</sup> stein i fjellet som sprenges ut pr salve. Når fjellet sprenges ut må man regne med en utvidelsesfaktor på 1,6 for å få mengde stein som skal fraktes ut av tunnelen. Her gir dette 687 løse/anbrakte m<sup>3</sup> tunnelmasser som skal deponeres i sjø. For testsalve 2, 3 og 4 gir dette hhv. 1,93, 1,91 og 1,87 g plast/am<sup>3</sup> som dumpes i sjø.



Figur 1: Ferdigboret stoff klar for lading med elektroniske tennere – testsalve 2



Figur 2: Elektroniske tennere – rød koblingsboks, gul skyteledning (metalltråd kledd med plast) og hvit «tag» med Id-nr på hver enkelt tenner.





Figur 3: Ferdig ladet stuff, alle koblingsboksene er koblet til samme wire. Testsalve 2.

Tabell 1: Mengde plast i tunnelmasser/røysa fra testsalve 2, 3 og 4

Data	Testsalve 2	Testsalve 3	Testsalve 4
Borhull, lengde	5 m	5 m	5 m
Skyteledning m/koblingsboks, total lengde	7 m	7 m	7 m
Overskytende ledning pr borhull	2 m	2 m	2 m
Antall borhull	153	151	148
Wire	50 m	50 m	50 m
Overskytende ledning m/koblingsboks	306 m	302 m	296 m
Vekt 2 m skyteledning + koblingsboks + 50 m wire	4+5+100 gram	4+5+100 gram	4+5+100 gram
Totalvekt overskytende plast	1 477 gram	1 459 gram	1 432 gram
Teoretisk mengde tunnelmasse/salve T11,5 faste	430 fm <sup>3</sup>	430 fm <sup>3</sup>	430 fm <sup>3</sup>
Teoretisk mengde tunnelmasse/salve T11,5 løse/anbrakte	687 am <sup>3</sup>	687 am <sup>3</sup>	687 am <sup>3</sup>
Vekt plast fra skyteledning + koblingsboks + wire pr. am <sup>3</sup>	2,15 g/am <sup>3</sup>	2,12 g/am <sup>3</sup>	2,08 g/am <sup>3</sup>



Figur 4: røysa etter ferdig skutt Testsalve 2, ca. 690 løse/anbrakte m<sup>3</sup>



Figur 5: Skyteledning i røysa, testsalve 2

### 3.2 Utlasting og transport av masser på land

På riggområdet utenfor tunnelen ble det ryddet arealer for mellomlagring av massene fra de ulike testsalvene etter hvert som de ble lastet ut fra stoff (Figur 6). Mellomlager for hver testsalve ble merket opp og holdt separat fra hverandre. Dette ble nøye overvåket og dokumentert av en representant fra testforsøket.



Figur 6: Riggområdet utenfor tunnel for mellomlagring av masser fra de ulike testsalvene. Her vises masser fra testsalve 2 og 3.

Masser fra testsalvene ble lastet opp på lastebiler og kjørt ned til kaia for omlasting på lekter. Igjen ble det sørget for at det ble lastet opp masser fra én testsalve om gangen, samt kommunisert til personen på lekteren hvilken testsalve det ble kjørt masser fra.

For hver testsalve ble det registrert

- Testsalve nr
- volum tunnelmasse
- antall og størrelse lass kjørt
- synlig plast i tunnelmassene (Figur 7)



Figur 7: Rester av skyteledning i tunnelmasser

### 3.3 Opplasting på lekter og tømning i sjø

Figur 8 viser opplastingen av tunnelmassene på lekter i Aldersundet. Hver opplasting ble overvåket av representant fra testforsøket.



Figur 8: opplasting av tunnelmasser fra testsalve i Aldersundet

For hver opplastede lekter ble det registrert

- Testsalve nr
- Antatt volum tunnelmasse
- synlig plast i tunnelmassene
- Tippsted i sjø

Det ble lastet opp masser på lekteren fra én testsalve om gangen som ble kjørt til tippstedet for dumping (Figur 9). Hvert lass inneholdt ca. 100 am<sup>3</sup> tunnelmasse.

I de fleste lassene ble det registrert rester av skyteledninger i massene. Stort sett ble det registrert lengre biter av ledningen og enkelte ganger ble det observert at koblingsboksen og tag'n fremdeles hang fast (Figur 10).



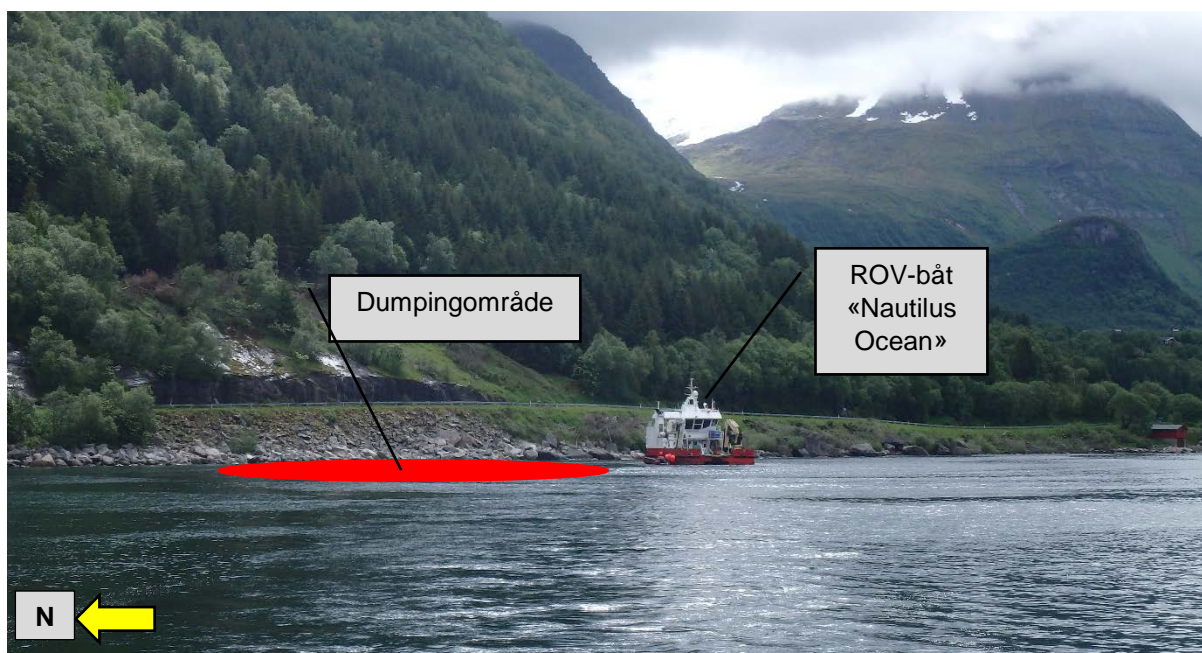
Figur 9: Opplastet lekter på vei til tippsted i sjø



Figur 10: Rester av skyteledning i opplastede masser på lekter

### 3.4 Søk etter plast i sjø

Ved utfyllingsområdet var vi etablert med en egen båt «Nautilus Ocean» med ROV og lettboat (Figur 11 og Figur 13). Ved hjelp av ROV'n ble bunnforholdene dokumentert ved hele utfyllingsområdet før utfyllingen startet. I tillegg ble det kjørt med lettboat i det regulerte utfyllingsområdet. Det ble ikke funnet plast på sjøbunnen, i vannoverflaten eller langs land før utfyllingen startet.



Figur 11: ROV-båten «Nautilus Ocean» ligger klar sør for det regulerte/godkjente dumpingområdet

Før første utfylling i sjø ble det satt ut en strømmåler sør for utfyllingsområdet. Måleren målte strømforhold fra -35 meter og oppover i vannsøylen. Det ble målt veldig lite strøm, maks. 20 cm/s, i sørvestlig retning. Dette stemmer overens med observert partikkelsky ved dumping fra lekteren (Figur 12).

Erfaringer fra tidligere forsøk med dokumentasjon av plast i sjø fra utfylte tunnelmasser skutt med nonel tilsa at det kunne ta opptil 30 minutter før plast ble synlig i overflaten og at plasten da var lett synlig. Ved de første dumpingene i sjø ble det derfor søkt etter plast i vannoverflaten fra ROV-båten rundt dumpingområdet. Etter et par dumpinger ble det klart at vi måtte gå grundigere til verks. De observerte plastbitene var små og få, og det ble uklart om vi hadde lett godt nok.

Dermed ble det innført ny prosedyre for søk etter plast i vannoverflaten. Rett etter hvert lekterlass ble dumpet i sjøen kjørte vi ut med lettboat og saumfarte selve dumpingområdet, samt en strekning på ca. 200 meter nord og sør for tippstedet. Tre personer lette aktivt fra lettbooten og fanget opp plasten vha. en hov, i tillegg til at skipperen i ROV-båten hjalp til med visuell sjekk fra styringsfartøyet.

ROV'n filmet de ulike utfyllingsområdene – først rundt hele fyllingen for å avgrense fyllingsfot, så frem og tilbake i fyllingen for å undersøke selve utfyllingen, til sist i nedkant av fyllingsfot for å finne hvorvidt det var løse ledninger og eventuelt hvor langt fra fyllingsfot disse lå.





Figur 12: Partikkelspredning i overflaten mot sørvest rett etter dumping av tunneltunnler fra lekker ved «Tipp 1».



Figur 13: ROV på båten «Nautilus Ocean»

Etter første dumping ble det forsøkt å filme dumpingsområdet med ROV uten hell. For mye partikler i vannsøylen medførte alt for dårlig sikt og ROV'n var stadig borti stein på bunnen. Det ble gjort nytt forsøk etter 10 minutter og etter 30 minutter, men partiklene gjorde videre

søk umulig. Sikten var fremdeles for dårlig på slutten av dagen etter jevnlig dumping av masser. Strategien ble derfor at ROV-filming ble gjennomført ved starten av hver dag for dokumentasjon av gårsdagens utfyllinger. Etablering av tippsteder i regulert/godkjent utfyllingsområde

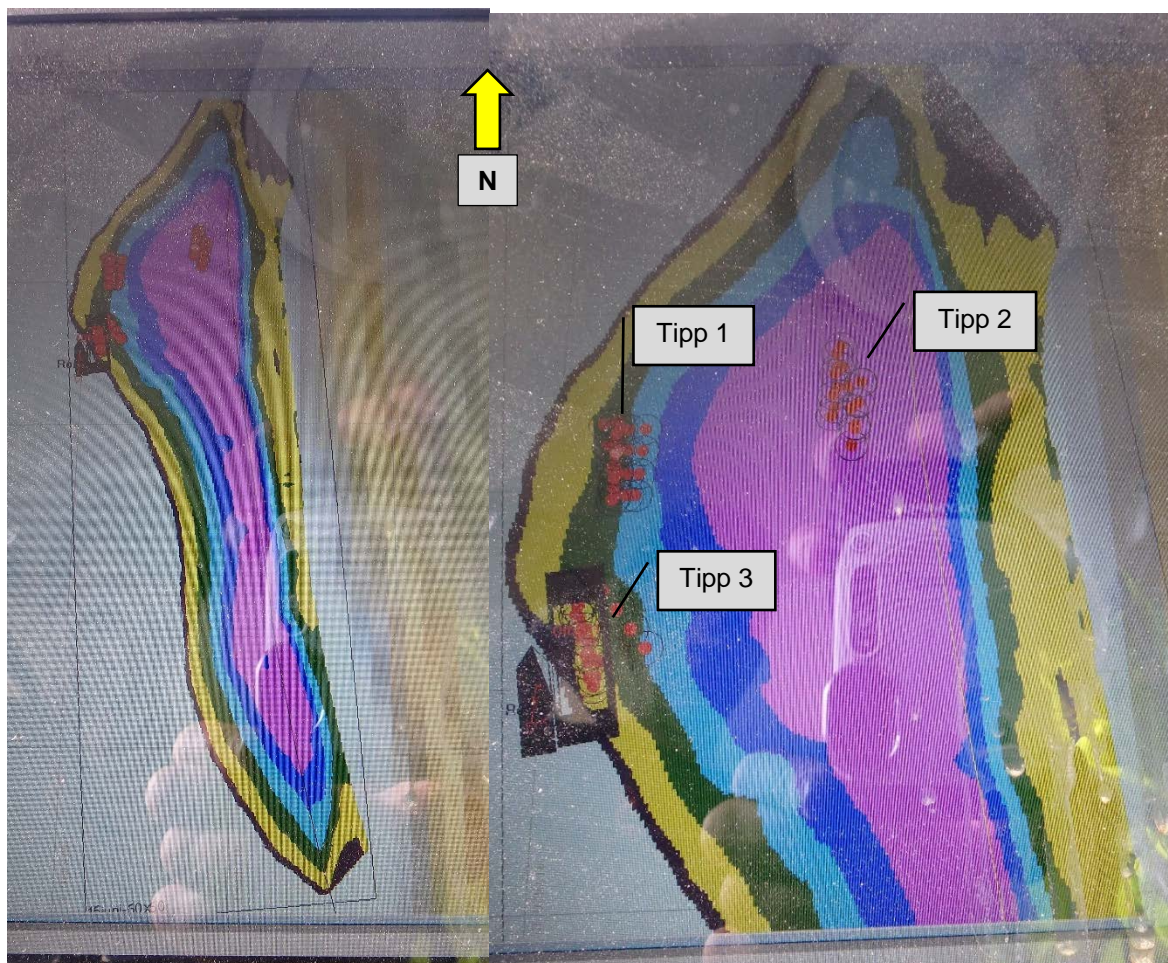
Rassikringsprosjektet har tillatelse fra Fylkesmannen i Nordland til utfylling av masser i sjø i forbindelse med justering av vegbanen ved innkjøringen til Liafjelltunnelen. Innenfor deres regulerte/godkjente utfyllingsområde etablerte vi tre tippsteder (Figur 14). De tre tippstedene ble valgt ut med tanke på teste utfyllingen og evt. spredning av plast på området med noe ulike dybder og bunnforhold.

Lekterfartøy og ROV-båten satte felles GPS-punkter (Tabell 2) for Tipp 1 og Tipp 2 ved å legge båtene inntil hverandre og avmerke felles punkt på kart. ROV-båten kunne dermed dobbeltsjekke på eget kartsystem hvordan lekteren traff på de fastsatte tipppunktene for hver dumping.

Tipp 3 ble merket opp og satt på samme måte etter første lekterslipp om morgenen fredag 23. juni. Denne ble ikke undersøkt før utfyllingen startet, da sikten ikke tillot det. Det er liten grunn til å anta at sjøbunnen her skulle avvike fra de to andre tipppunktene.

Tabell 2: GPS-posisjoner for de tre dumpingområdene

Slippunkt	GPS-posisjon, WGS84/UTM 33
Tipp 1	N66.25.069 Ø13.09.017
Tipp 2	N66.25.067 Ø13.09.062
Tipp 3	N66.25.050 Ø13.09.000



Figur 14: Kartbilde av det regulerte/godkjente utfyllingsområdet og plassering av de tre tippområdene fra GPS i lekter, røde prikker markerer slipp.

På hvert tippsted ble det dumpet ca. 400 – 500 am<sup>3</sup> tunnelmasse fra hver sin testsalve som vist i Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over hvor de ulike testsalvene er dumpet i sjø

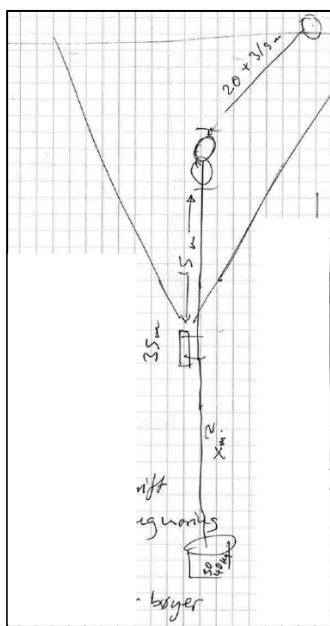
Tunnelmasser fra	Dumpet i sjø ved	Dybde	Topografi	Mengde masser
Testsalve 2	Tipp 1	ca. 28	Bratt	ca. 500 am <sup>3</sup>
Testsalve 3	Tipp 2	ca. 18	Flatere	ca. 400 am <sup>3</sup>
Testsalve 4	Tipp 3	ca. 30	Bratt	ca. 400 am <sup>3</sup>

### 3.4.1 Strømmåler

Strømmåler av typen Aquadopp Profiler 600kHz Z-cell ble satt ut så nøyaktig som mulig iht. anvisning fra leverandør Nortek AS (Figur 15). Måleren ble forankret i land. Måleren var satt opp til minuttvis måling av hver meter oppover i vannsøylen i hele testperioden.

Strømmåler ble satt ut på posisjonen N66.24.932 og Ø13.09.000. De registrerte dataene viser at strømmåleren har stått på en dybde på ca. -40 meter.

Resultater fra strømmålingene viser at det er målt lite strøm, maks. 20 cm/s, hovedsakelig i sørvestlig retning. Ved så lav strømhastighet kan retningen fremstå som noe «rotete».



Figur 15: Enkel skisse for utplassering av strømmåler

### 3.4.2 ROV Forundersøkelser av sjøbunnen før utfylling

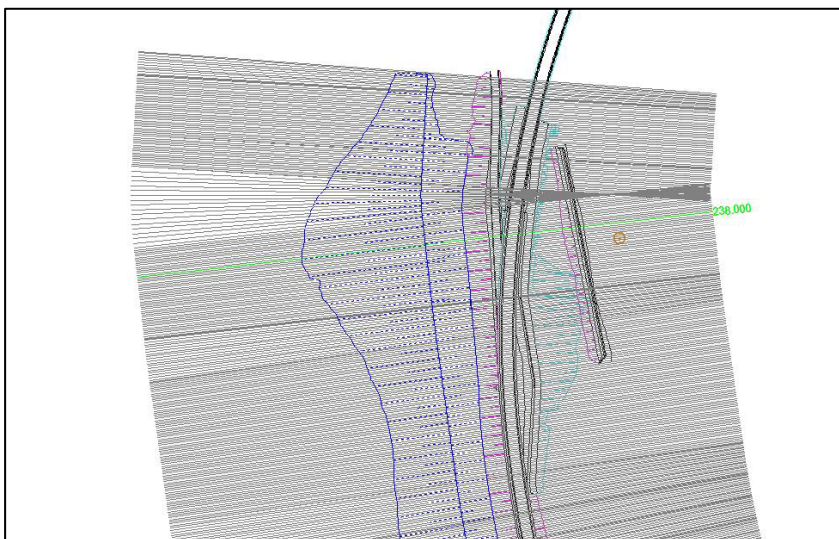
21.06.2017 Kl. 12:38 Logg

Undersøker Tipp 1 og området rundt: Ca. -26 til -28 meter. Sand og mudderbunn, ensartet med løsmasser og enkelte steiner/blokker, muligens fra steinras fra Liafjell? Stedvis leirbunn. Fin sikt fra -20 til -25 meter. Lite liv. Merker filmen med Tipp 1, mot slutten.

Undersøkelser Tipp 2 og området rundt: Leire med noen stein blokker. Brattere enn Tipp 1, blir brattere fra ca. -18 og nedover. Vi sirkler rundt området fra nord mot syd, går deretter dypere for å undersøke nedenfor forventet fyllingsfot. Dårligere sikt lenger ned. Sandholdig mudder og leire, minimalt med liv på bunn.

Film fra ROV forundersøkelser, ligger vedlagt, merket «20170621 – Forundersøkelse av Tipp 1» og «20170621 – Forundersøkelse av Tipp 2».

Prosjektet støttefylling for ny vei. Figur 16 viser fyllingen i lilla, samt helningen på terrenget under vann omtrent der tipp 1 og Tipp 2 ligger. Profil på utfyllingsområdet (Figur 17) hentet fra Gemeni (prosjekteringsverktøy, 3D) fått fra byggeleder på rassikringsprosjektet. Grønn linje viser hvor tverrsnittet nedenfor er hentet fra prosjektet fylling.



Figur 16: Prosjektet utfyllingsområde fro rassikringsprosjektet ved Rv 17.



Figur 17: Profil for prosjektet utfyllingsområde fro rassikringsprosjektet ved Rv 17

### 3.4.3 Registreringer av plast pr lekterlass dumpet i sjø

Representant i testforsøket på ROV-fartøyet og ansvarlig for søk etter plast i overflaten registrerte følgende i loggskjema for hvert lass som ble tippet:

- Klokkeslett
- Lekterens posisjon ut fra kart om bord
- Testsalvenr. og tippsted
- Synlige partikler i overflaten
- Ytreforhold, vær, vind, strøm
- Klokkeslett for søk og hvordan søket ble gjennomført
- Dokumentasjon av funn gjort under søk
- ROV-søk ble logget fra skjermer i styringsfartøy og klokkeslett for funn ble notert

Et sammendrag fra loggskjema finnes i opplistingen nedenfor.

#### Logg fra registrering av plast i sjø pr dumpet lekterlass

##### Lekterlass 1, Tipp 1, Salve 2, 21.06.2017 kl. 14:50

Lekter slipper ca. 3 meter sør for punkt Tipp 1. Dybden ved slipp er ca. -26 til -27 meter. Lite synlige partikler i overflaten ved tipp, men vi observerer et blakket felt i overflaten ca. 30 meter nord for Tipp 1.

ROV settes ut, vi observerer en koblingsboks i overflaten. ROV dykker og parkerer oppå Tipp 1. Ingen sikt, går til overflaten. Partiklene ligger som en sky rundt Tipp 1. Vi prøver å finne boksen, men gjør ingen funn. ROV sjøsettes etter ca. 30 min for nytt forsøk. Fortsatt ingen sikt. Avslutter og går opp på dekk etter ca. 45 minutter. Avgjørelse om å avvente til neste dag for sjekk med ROV, da det ikke er tegn til sedimentering av partikler etter 45 minutter. Vi gjør ingen videre funn av plast i overflaten.

ROV-film fra søket ligger vedlagt, merket med «20170622-Forsøk på undersøkelser Tipp 1.»

##### Lekterlass 2, Tipp 1, Salve 2, 21.06.2017 kl. 16:53

8-9 m/s V-SV vind, noe mer bølger. Lekter slipper på punktet. Nautilus ligger i ro 50 meter sør av Tipp 1. Vi har to på visuell sjekk etter plast fra N., to i lettboat med håv som sirkler over Tipp 1. 17:10 ser vi ½ boks i overflaten, fanger denne ca. 200 meter sør av Tipp 1. plukker opp en rød plastbit som ikke er fra koblingsboks, ser ytterligere en, men den er for liten og går gjennom håven. Vi observerer flere mindre trebiter i overflaten, disse tas ikke opp. Avslutter søk 17:11.



**Lekterlass 3, Tipp 1, Salve 2, 21.06.2017 kl. 18:48**

Lekter tippet nøyaktig på punkt. Noe blakket vann over tippstedet. To på visuell sjekk fra Nautilus, 2 i lettboat. 19:19 funn av blokk og mindre bit, tas opp. Ingen videre funn over Tipp1. Søker med lettboat langs land fra strømmåler og nordover, gjør noen mindre funn, funn tas med håven. Vi observerer 8 - 10 røde biter av plast som er for små til å fanges i håven under søket. Avslutter søk kl. 19:27.

**ROV-søk 22.06.2017, Tipp 1, kl. 7:30 etter 3 lekter lass.**

ROV søker først rundt fyllingsfot for å finne avgrensingen av området Tipp 1. Steinen har truffet punktet godt. Det er bratt skrånende terreng og vi ser at noe stein har rast videre nedover til ca. -37 meter. Fyllingsfot i nedkant av Tipp 1 er vanskeligere å definere klart. ROV søker deretter systematisk gjennom selve fyllingen på Tipp 1 fra det dypeste og oppover. Vi gjør flere funn av ledning som sitter i fyllingen. Gjør 6 funn i fylling, til sammen ca. 160 cm intakt ledning. Ledninger og bokser er lette å se, da fargen skiller seg markant fra massene. Finner et svart rør (foringsrør?) i kant fylling. ROV søker deretter rundt fyllingsfot fra nord mot sør ca. 10 meter fra fyllingsfot, god sikt. Gjør ytterligere 4 funn i underkant fyllingsfot på ca. -38 - -40 meter. Må deretter gå til overflaten, da kablen henger seg opp i kamera. Går ned igjen kl. 8:30, fortsetter søk. Ytterligere 2 funn, det siste i fyllingsfot, til sammen utgjør alle funnene ca. 60 cm ledning utenfor og i nedkant av fyllingsfot. Avstanden fra det funnet som lå lengst unna fyllingsfot blir beregnet til å være ca. 15 meter ifølge ROV-pilot. Avslutter søk kl. 8:41.

Det er bemerkelsesverdig mer liv å se i utfyllingen enn vi kunne observere i forundersøkelsen. Fisk hadde tatt i bruk hulrommene, deriblant rødsei, berggylt, torsk og steinbit.



ROV-film fra søket ligger vedlagt, merket med «20170622 – Tipp 1 etter 3 lass del 1 og del 2»

#### Lekterlass 4, Tipp 1, Salve 2, 22.06.2017 kl. 09:48

Lekter slipper ca. 4 meter sør for Tipp 1, iflg Olex. Partikkelfelt synlig i overflaten etter slipp, felt ca. 40 – 50 m<sup>2</sup>. 2 på visuell sjekk fra N., 2 i lettboat med håv umiddelbart etter slipp. Ingen funn etter 20 minutter. Går med lettboat langs land sør for Tipp 1, N. kaller opp om visuell funn. Finner ½ boks og en øreplugg nord for N. ca. 60 meter sør av Tipp 1. Søker over hele tippområdet på ny, finner 7 mindre plast biter som stammer fra ledning, 2 – 2,5 cm. Gjenopptar søk langs land fra strømmåler og nordover, gjør noen mindre funn. Returnerer til N. observerer liten rød bit, går gjennom håven. Avslutter søk 10:42



#### Lekterlass 5, Tipp 1, Salve 2, 22.06.2017 kl. 11:51

Lekter tipper spot on iflg Olex. Raskt i søk i lettboat, kl. 11:55. Gjør noen få funn rett over Tipp 1. Flo sjø, blåser fra NV. Finner små fragment av ledningsplast og noen mindre fragmenter av bokser. 3 går gjennom håven. Flytter søket langs land, ca. 200 meter sør for Tipp 1, her gjør vi flere funn. Nonelslange, noe grå og ukjent plast (ikke fra tunnel?), en liten bit av papirtagen som merker ledningene. Finner også noen mindre biter av et fettaktig hvitt stoff med tannpastakonsistens, uomsatt sprengstoff?. Avslutter søk ca. 12:50. Største funnet så langt, men mye plast som vi antar ikke stammer fra «våre» masser fra tunnelen.



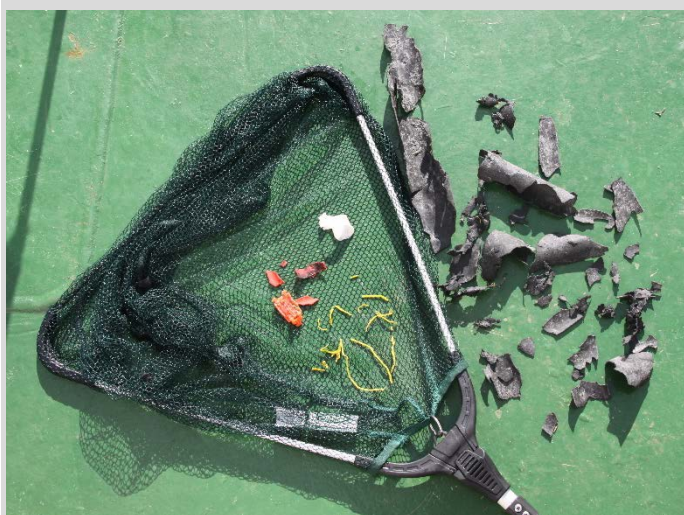


**Lekterlass 6, Tipp 2, Salve 3, 22.06.2017 kl. 14:16**

Lekter treffer Tipp 2 bra iflg Olex. Dypde på Tipp 2 måles til ca. -17- -18 meter. Raskt i søk med lettboat. Sirkler over Tipp 2. lite synlig plast fra salven, men finner en tag, 1 nonelslange, samt noen mindre biter fra ledningsplast etter ca 20 minutter. Går deretter sør i «rekvika» ca. 200 meter sør av Tipp 2 og går frem og tilbake her. Gjør noen mindre funn, samt en ½ boks. Vi finner et felt med mindre svarte plastbiter, samler disse, antar det er foringsrør. Det er litt bølger og vind, vanskeliggjør å se bitene. Sol reflekterer i overflaten. Finner 10 -12 2 sm biter av hvitt stoff, lar dette ligge fordi det klisser til håven. Gjør nytt søk lenger mot Tipp 2, men ingen videre funn. Vinden blåser fra NV mot land. Returnerer til N og avslutter søk 15:12.

**Lekterlass 7, Tipp 2, Salve 3, 22.06.2017 kl. 16:58**

Lekter treffer punkt Tipp 2 iflg Olex. Synlig partikkelfelt i overflaten etter tidligere slipp. Vind 5 m/s fra NV. Søker over Tipp 2 flere ganger. Opplever sol og vind gjør søk utfordrende, visuelle funn må gjøres veldig nær lettboat. Finner biter av foringsrør og ½ boks over Tipp 2. Går sør til «rekvika» 200 meter sør av Tipp 2. Søker 3 ganger frem og tilbake langs land. Gjør mange funn av foringsrørbiter. Nesten ingen funn av ledningsplast, få biter rød plast. Midten av tunnelprofilet? Fanger alle biter plast som ikke går gjennom håven. Observerer 1 rød bit (1,5 \*1 cm) i fjæresteinene, kan ikke nå den. Returnerer til N. kl 17:45 og avslutter søk.

**Lekterlass 8, Tipp 2, Salve 3, 22.06.2017 kl. 18:49**

Lekter slipper på punktet Tipp 2 iflg Olex. Lettboat henter person fra lekter og går raskt i søk. Søler over området Tipp 2, Finner raskt flere ½ bokser, samt biter fra foringsrør innenfor 15 minutter etter

slipp. Drar deretter sør og søker langs land i «rekvika», 200 meter sør av Tipp 2. Her finner vi ingenting. Returnerer til Tipp 2, søker uten funn. Går deretter i søk langs land nord syd langs hele området 2 ganger, ingen funn. Returnerer til N. 19:48. Avslutter for dagen.



#### **ROVsøk 23.06.2017, Tipp 1, kl. 08:50 etter 5 lekter lass.**

ROV sjøsettes og går i søk på ca. -40 meter vest (nedenfor) for Tipp 2. En del stein fra fyllmassene har rast nedover fra tippunktet. Går rundt fyllingsfot for å finne avgrensning. Gjør 7 funn i fyllingsfot, til sammen ca 180 cm ledning. Søker deretter gjennom fyllingen nedenfra og opp. Gjør 17 funn av ledningsbiter som alle ser ut til å være faste i fyllingen. Til sammen ca. 515 cm ledning fast i fyllingen. Går deretter nedenfor fyllingsfot og søker nedover mot -50 meter. Finner 15 mindre fragment av ledninger som ligger løse i mudderet på bunnen, samt en boks alene som har sunket. Funnene av ledninger opphører ca 20 meter fra fyllingsfot på ca. -50 meter. Vi finner flest ca. 6-10 meter fra fyllingsfot. Til sammen utgjør funnene nedenfor fyllingsfot ca. 295 cm ledning.

Film som viser ROV i søk ligger vedlagt, og er merket med «20170623 Tipp 1 etter 5 lass»

#### **ROVsøk 23.06.2017, Tipp 2, kl. 09:01 etter 3 lekter lass.**

ROV starter søk sør for Tipp 2 på ca. -18 meter. Går rundt fyllingsfot og gjør 4 funn i fyllingsfot, utelukkende i nedkant (vest) for fyllingsfoten. Til sammen utgjør funnene ca. 120 cm ledning, samt en større del av et foringsrør. Starter deretter søk i sikk sakk gjennom hele utfyllingen. Fyllingen på Tipp 2 er flatere på toppen, og har i mindre grad seget nedover enn på Tipp 1, terrenget er flatere på Tipp2. Vi gjør 8 – 9 funn av ledninger, der en ligger løs oppå fyllingen. Funnene utgjør til sammen ca. 245 cm ledning som er fast i fyllingen. Toppen av fyllingen ligger på -12 meter. Går i nedkant fyllingsfot og søker nedover mot dypere terreng. Gjør ingen funn. Går over området på nytt for å verifisere, ingen funn. Avslutter ROVsøk kl. 10:02 og returnerer til N.

#### **Lekterlass 9, Tipp 2, Salve 3, 23.06.2017 kl. 09:18**

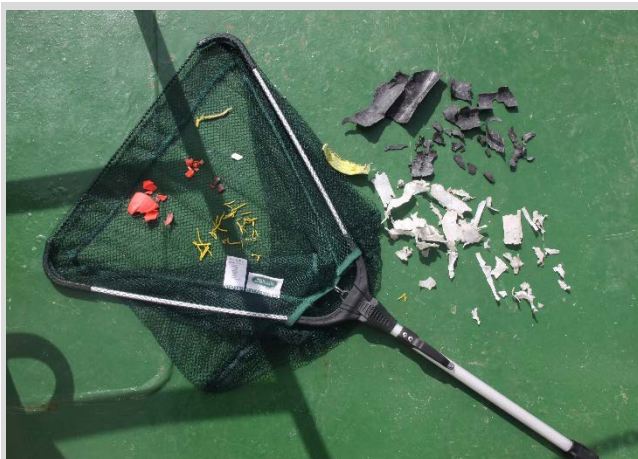
Lekter kommer og tipper på punkt Tipp 2 iflg Olex, Nytt punkt for Tipp 3 settes. Søker over Tipp 2 fra kl. 09:32. Vinden er SØ 4 m/s, flott vær, sol og rolig på overflaten, mye pollen. Etter ca. 15 minutter kommer det opp en god del biter av foringsrør til overflaten, disse samles. Funnene gjøres nord for Tipp 2, ca 50 – 100 meter nord for tippunkt. Vi finner biter av koblingsboks og primer, samt noe plast fra ledning. Vi bruker mye tid på å samle de minste bitene fra foringsrørene. Da vi ikke har gjort nye funn på 5 minutter, returnerer vi til N. Avslutter søk kl. 10:30.

**Lekterlass 10, Tipp 3, Salve 4, 23.06.2017 kl. 11:46**

Lekter slipper lasset ca. 7 meter for langt øst for Tipp 3 iflg Olex. Sol, 5-6 m/s vind fra SØ. Vi går i søk umiddelbart etter slipp og søker over Tipp 3i ca 20 minutter, ingen funn. Går nordover langs land, finner noen få biter med foringsrør og noe hvit plast vi ikke har sett før under søk. Søker langs land, finner 2 små ledningsbiter. Søker hele området nord-syd 2 ganger uten ytterligere funn. Returnerer til N. Avslutter søk 12:57.

**Lekterlass 11, Tipp 3, Salve 4, 23.06.2017 kl. 13:41**

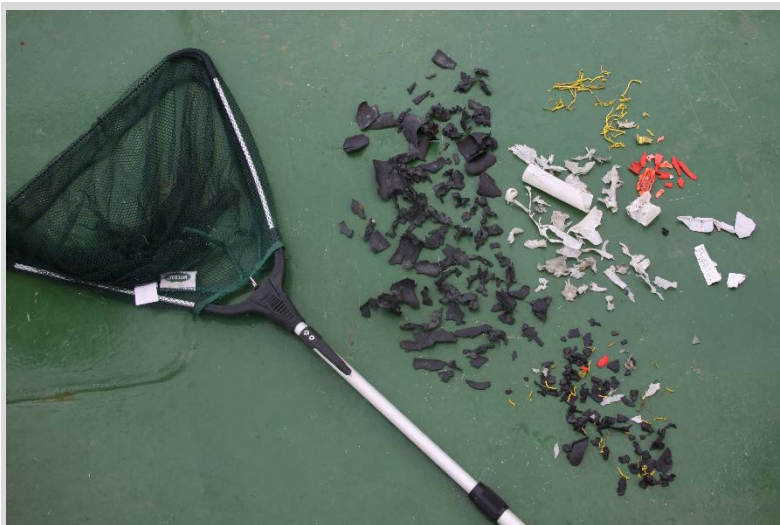
Lekter slipper on spot på Tipp 3 iflg Olex. Raskt i gang med søk over Tipp 3. Søker i 15 minutter uten funn. Samme vindretning og styrke, men noe mer bølger. Søker nord for Tipp 3, gjør få funn. Går deretter sør for Tipp 3 og søker i et område 50 – 100 meter fra Tipp 3. Her starter vi å gjøre funn ca 25 minutter etter slipp. Samler mye av ny type hvit plast, primerbiter og rød/rosa plast nå med synlig tekst «open». Vi søker grundig over hele dette funnområdet 3 ganger, gjør noen mindre funn av plast fra ledning og en del fra foringsrør. Avslutter når funn uteblir og returnerer til N. kl. 14:59.

**Lekterlass 12, Tipp 3, Salve 4, 23.06.2017 kl. 15:34**

Lektr slipper on spot på Tipp 3 iflg Olex. Søk starter 15:50. Vinden har snudd på NV 4 m/s. sola reflekterer i vannet, gjør det utfordrende å se mørk plast. Søker over slippsted, finner lite. Holder på i ca 10 minutter uten funn. Melding fra N. om mulig visuelt funn, vi drar sørover og finner her mange fragmenter av foringsrør, samt hvit plast. Noen røde fragmenter også, trolig primer. Funnfeltet ligger denne gangen ca 70 -100 meter sør for tipp 3, og ca. 100 meter fra land. N. fjerner seg fra funnområdet. Vi samler plastfragment i ca 30 minutter. Funnene opphører og vi returnerer til N. avslutter søk 16:49.

**Lekterlass 13, Tipp 3, Salve 4, 23.06.2017 kl. 17:34**

Lekter slipper på punkt iflg Olex. Vi søker med lettboat rett over Tipp 3, gjør noen mindre funn. En god del partikler i overflaten og lav sol gjør det utfordrende å se den mørke platen. Søker deretter langs land sørover, finner mye veldig små fragmenter i et område her ca. 90 meter sør av Tipp 3. Samler inn disse. Jobber nord langs land ca 20 meter fra land, finner noen større fragmenter her. Gjør enda et søk nord syd uten flere funn. Returnerer til N. 18:40. Avslutter søk. Vinden tiltar, og vi rekker ikke sortere funn, redd for tap av bitene – tar bilde uten full sortering.

**ROVsøk 24.06.2017, Tipp 1, kl. 09:25 etter 5 leker lass.**

Vi finner noen ledninger mellom Tipp 1 og Tipp 2 – her er det vanskelig å avgjøre hvilket tippunkt de tilhører. Vi finner til sammen ca. 125 cm ledning i fyllingen eller rett i overkant mellom Tipp 1 og Tipp 2. Fyllingen på Tipp 1 strekker seg ca 50 meter fra toppunkt til nederste kant fyllingsfot. Fyllingsfot ligger på ca. -41 meter. Fyllingsfoten er bredere enn toppunktet på fyllingen, ca 50 meter i horisontal linje. Vi kan ikke se noen løse ledninger eller nye ledninger i Tipp 1. Vi søker aktivt i underkant fyllingsfot fra ca. -41 og nedover, vi gjør 9 funn av ledninger på sjøbunnen til siste funn på – 55 meter, ca. 30 meter fra fyllingsfot gjør vi siste funn. Til sammen utgjør disse funnene ca. 250 cm ledning utenfor fyllingsfot som ligger løst på sjøbunn. Vi avslutter på ca. -60 meter da funnene opphører.

ROVfilm over avsluttende søk på Tipp 1 er vedlagt og merket med «20170624 – Etterkontroll Tipp 1 etter 5 lass».

**ROVsøk 24.06.2017, Tipp 2, kl. 10:02 etter 4 leker lass.**

Fyllingen på Tipp 2 ligger fra ca. -12 meter og ned til -22 meter. Den er omtrent 30 meter lang (målt horisontalt mot sjøbunnen) og har en fyllingsfot som er ca. 40 meter. Vi søker rundt fyllingsfot og gjør 2 funn som begge er ca. 2,5 meter utenfor fyllingsfot. En boks alene, og en ledning på ca. 30 cm. Finner deretter et funn av en fast ledning i fylling etter søk på kryss og tvers av selve utfyllingen. Avslutter søket uten flere funn.

ROVfilm over avsluttende søk på Tipp 2 er vedlagt og merket «20170624 – Etterkontroll Tipp 2 etter 4 lass».

**ROVsøk 24.06.2017, Tipp 3, kl. 10:24 etter 4 leker lass.**

Rov starter søkk i fyllingsfot mot SV, søker rundt hele fyllingsfot. Gjør 6 funn med til sammen ca. 155 cm ledning i fyllingsfoten. Vi ser at et lass (lekerlass 10) ikke har truffet tippunktet, og massene fra dette ligger i utkant av hovedfylling, vi regner likevel hele fyllingen som en fylling og med en fyllingsfot. Noe stein har rast nedover og lagt seg utenfor fylling ned mot -40 meter. ROV starter søk i selve fyllingen nedenfra og oppover. Gjør 12 funn av ledning i fyllingen, utgjør til sammen ca. 245 cm ledning som ligger i fyllingen. Finner en ledningsbit løs oppå fylling, ca. 30 cm. Gjør funn av forskalingsplate og en hel glassflaske i tillegg – uvisst opphav. ROV søker nå i nedkant fyllingsfot og fortsetter nedover, på -53 meter, ca. 30 meter unna fyllingsfot, finner vi flest ledninger løse, 7 stykk. I alt gjør vi 17 funn av ledninger utenfor fyllingsfoten, til sammen utgjør dette ca. 395 cm ledning som ligger løst på sjøbunnen nedenfor fyllingsfot. Vi finner også et foringsrør som har sunket, ca. 30 cm langt ca. 20 meter fra fyllingsfot. ROVen avslutter søket på -61 meter da det ikke gjøres ytterligere funn.

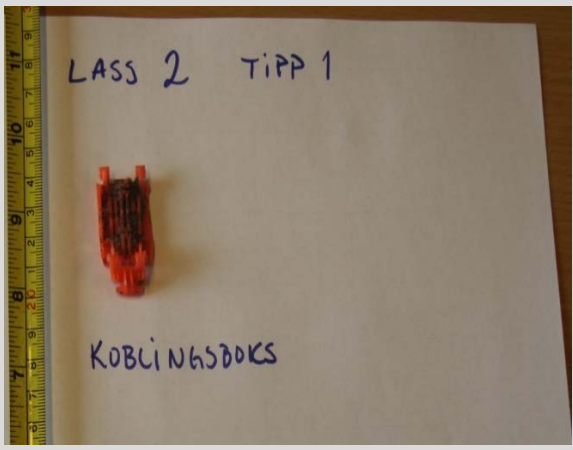

ROVfilm over avsluttende søk på Tipp 3 er vedlagt og merket «20170624 – Etterkontroll Tipp 3 etter 4 lass».

## 4 Resultater

På hvert tippsted ble det dumpet 4 – 5 lekerlass med masser. Hvert lass besto av ca. 100 am<sup>3</sup>. Vi samlet opp plast fra hvert lass som ble dumpet. Nedenfor vises plastfunnene, samt et vektregnskap i g plast/am<sup>3</sup> masse fra de ulike lassene fordelt på rester fra elektronisk tennsystem og annen plast.

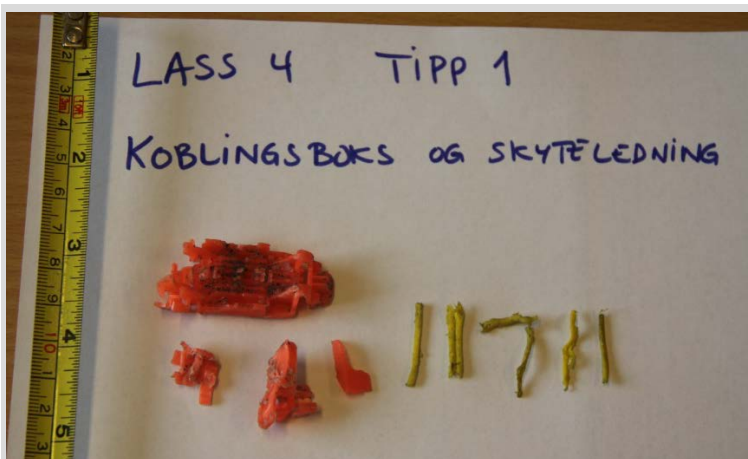
### 4.1 Elektronisk tennsystem

#### 4.1.1 Tippsted 1, testsalve 2 – lekerlass 1 – 5

Beskrivelse	Foto
Lekterlass 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen funn</li> </ul>	-
Lekterlass 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>0,5 koblingsboks</li> </ul>	
Lekterlass 3: <ul style="list-style-type: none"> <li>0,5 koblingsboks</li> <li>biter av koblingsboks</li> </ul>	

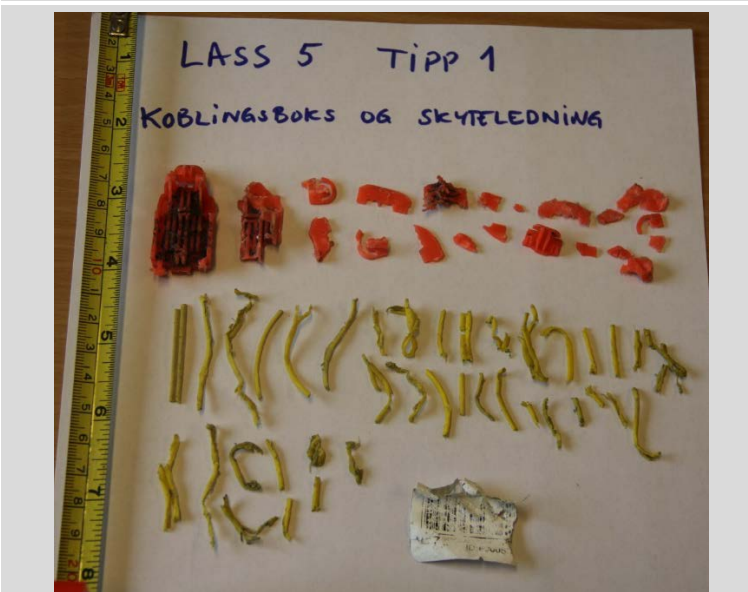
Lekterlass 4:

- 0,5 koblingsboks
- biter av koblingsboks
- biter av skyteledninger



Lekterlass 5:

- 0,5 koblingsboks
- flere biter av koblingsboks
- flere biter av skyteledninger
- tag



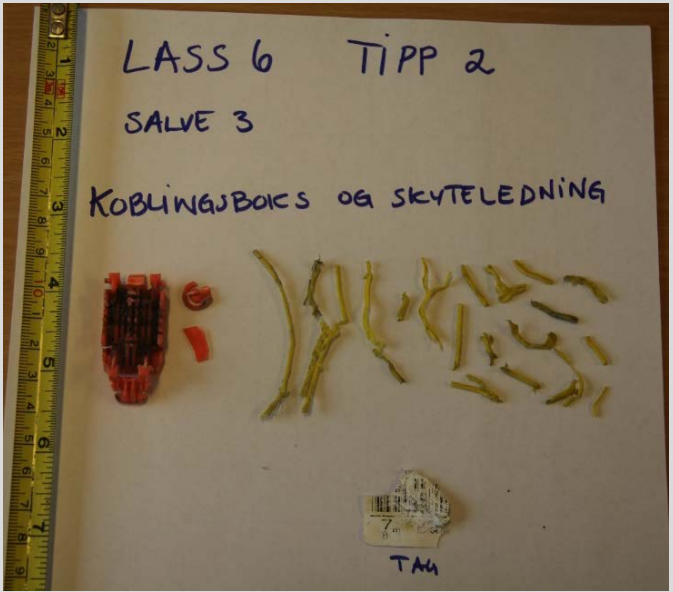

Vekten av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 4).

Tabell 4: Vekt av plast fra skyteledning og koblingsbokser for tippsted 1

Tippested 1	Lekterlass 1	Lekterlass 2	Lekterlass 3	Lekterlass 4	Lekterlass 5	Totalt
Plast ledninger/bokser	-	2 g	4 g	3 g	5 g	<b>14 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	500 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	-	0,02	0,04	0,03	0,05	0,028



#### 4.1.2 Tippsted 2, testsalve 3 – lekterlass 6 – 9

Beskrivelse	Foto
<p>Lekterlass 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 koblingsboks</li> <li>• biter av koblingsboks</li> <li>• flere biter av skyteledninger</li> <li>• tag</li> </ul>	
<p>Lekterlass 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 koblingsboks</li> <li>• flere biter av skyteledninger</li> </ul>	

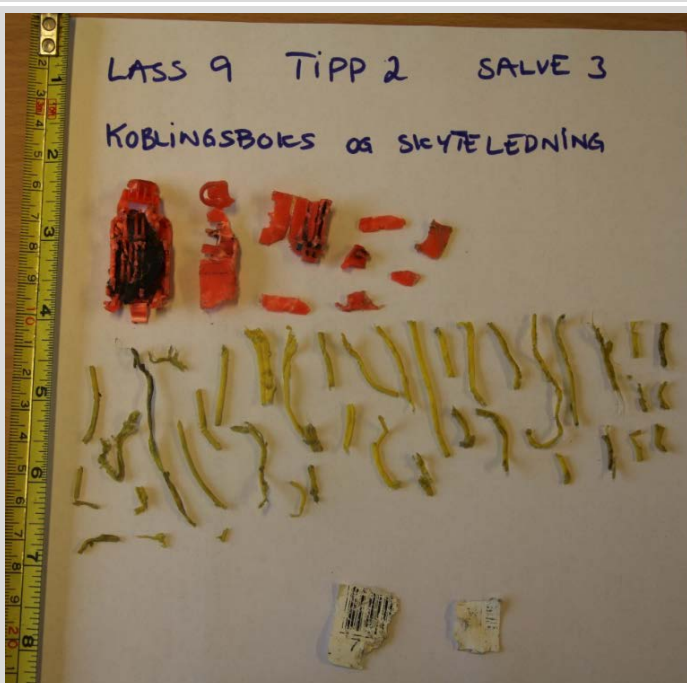
Lekterlass 3:

- 4 stk. 0,5 koblingsboks
- biter av koblingsboks
- biter av skyteledninger



Lekterlass 9:

- 0,5 koblingsboks
- flere biter av koblingsboks
- mange biter av skyteledninger
- tag'er

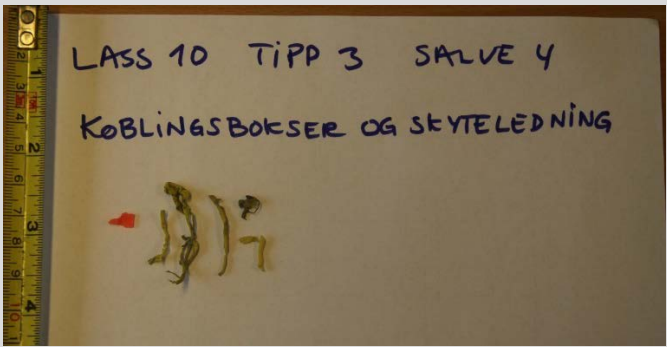
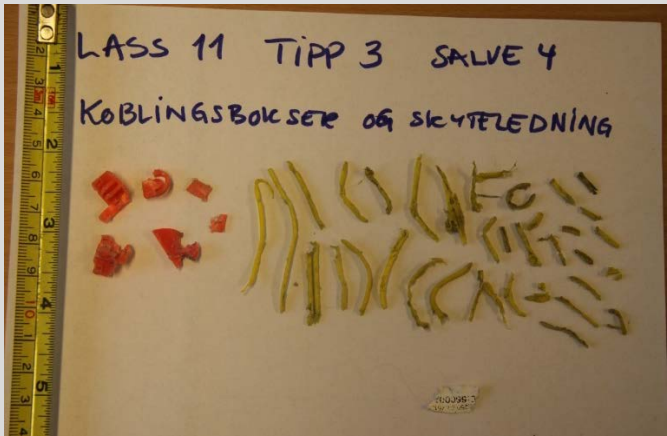
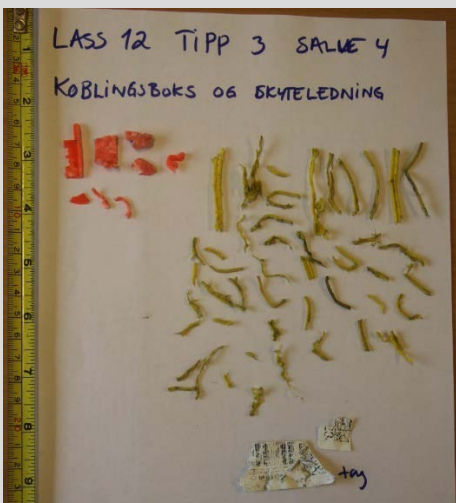


Vekt av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 5).

Tabell 5: Vekt av plast fra skyteledning og koblingsbokser for tippsted 2

Tippested 2	Lekterlass 6	Lekterlass 7	Lekterlass 8	Lekterlass 9	Totalt
Plast ledninger/bokser	4 g	3 g	13 g	5 g	<b>25 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	400 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	0,04	0,03	0,13	0,05	0,0625

### 4.1.3 Tippsted 3, testsalve 4 – lekterlass 10 – 13

Beskrivelse	Foto
<p>Lekterlass 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bit av koblingsboks</li> <li>• biter av skyteledninger</li> </ul>	
<p>Lekterlass 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• biter av koblingsboks</li> <li>• mange biter av skyteledninger</li> <li>• tag</li> </ul>	
<p>Lekterlass 12:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• biter av koblingsboks</li> <li>• mange biter av skyteledninger</li> <li>• tag'er</li> </ul>	

Lekterlass 13:

- 0,5 koblingsboks
- biter av koblingsboks
- mange biter av skyteledninger
- tag'er



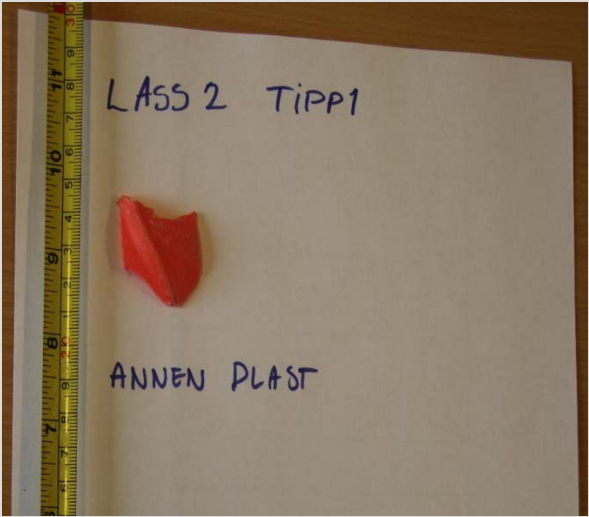
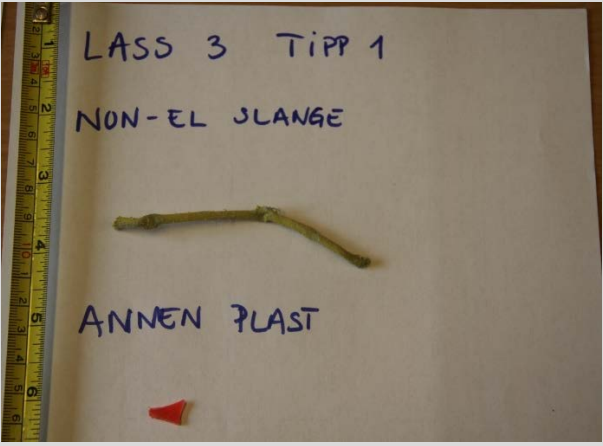

Vekt av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 6).

Tabell 6: Vekt av plast fra skyteledning og koblingsbokser for tippsted 3

Tippsted 3	Lekterlass 10	Lekterlass 11	Lekterlass 12	Lekterlass 13	Totalt
Plast ledninger/bokser	1 g	1 g	1 g	5 g	<b>8 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	400 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02

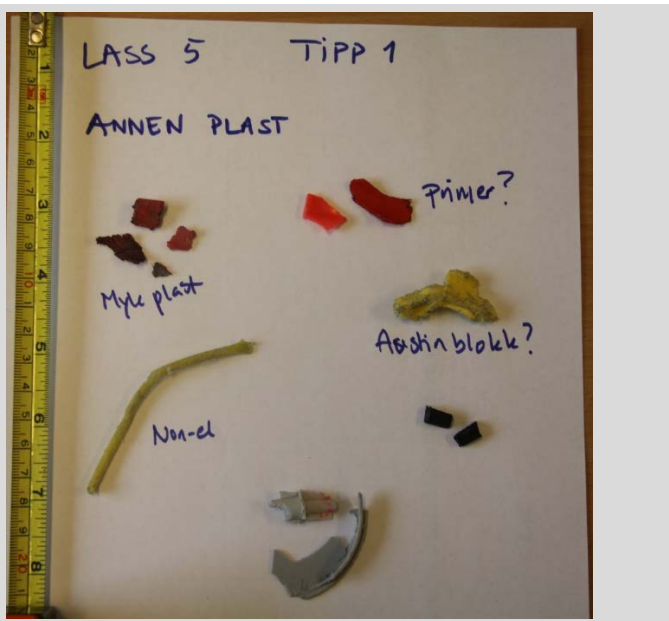
## 4.2 Annen plast

### 4.2.1 Tippsted 1, testsalve 2 – lekterlass 1 – 5

Beskrivelse	Foto
Lekterlass 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen funn</li> </ul>	-
Lekterlass 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	
Lekterlass 3: <ul style="list-style-type: none"> <li>nonel slange</li> <li>plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	
Lekterlass 4: <ul style="list-style-type: none"> <li>plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	

Lekterlass 5:

- plast ukjent opprinnelse
- nonel slange
- biter av primer





Vekten av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 7).

Tabell 7: Vekt av annen plast for tippsted 1

Tipsted 1	Lekterlass 1	Lekterlass 2	Lekterlass 3	Lekterlass 4	Lekterlass 5	Totalt
Annen plast	-	1 g	1 g	1 g	3 g	<b>6 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	500 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	-	0,01	0,01	0,01	0,03	0,012

4.2.2 Tippsted 2, testsalve 3 – lekterlass 6 – 9

Beskrivelse	Foto
<p>Lekterlass 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mange biter foringsrør</li> <li>• nonel slange</li> <li>• plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	
<p>Lekterlass 7:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mange biter foringsrør</li> <li>• plast ukjent opprinnelse</li> <li>• biter av primer</li> </ul>	

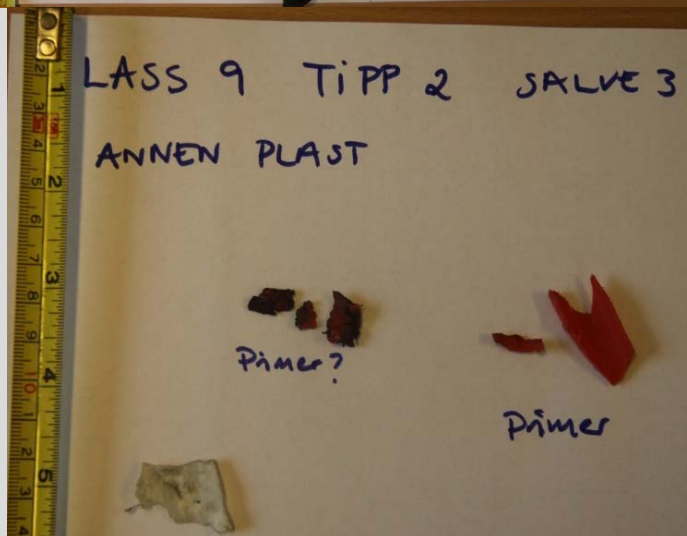
Lekterlass 8:

- biter foringsrør
- bit av primer



Lekterlass 9:

- mange biter foringsrør
- biter av primer
- plast ukjent opprinnelse







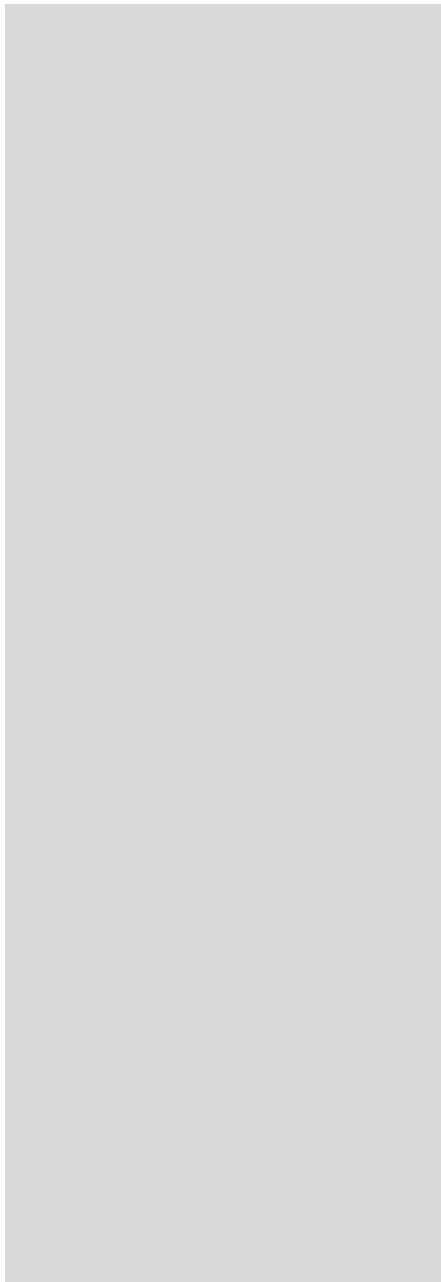
Vekt av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 8).

Tabell 8: Vekt av annen plast for tippsted 2

Tippested 2	Lekterlass 6	Lekterlass 7	Lekterlass 8	Lekterlass 9	Totalt
Foringsrør	29 g	55 g	7 g	60 g	<b>151 g</b>
Annen plast	1 g	1 g	-	1 g	<b>3 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	400 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	0,30	0,56	0,07	0,61	0,385

### 4.2.3 Tippsted 3, testsalve 4 – lekterlass 10 – 13

Beskrivelse	Foto
<p>Lekterlass 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• biter foringsrør</li> <li>• biter av hvit plast fra rørladninger?</li> <li>• plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	
<p>Lekterlass 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mange biter av foringsrør</li> <li>• mange biter av hvit plast fra rørladninger?</li> <li>• plast ukjent opprinnelse</li> <li>• nonel slange</li> <li>• biter av primer</li> </ul>	



Lekterlass 12:

- mange biter av foringsrør
- biter av hvit plast fra rørladninger?
- plast ukjent opprinnelse
- nonel slange
- biter av primer





Lekterlass 13:

- mange biter av foringsrør
- mange biter av hvit plast fra rørladninger?
- plast ukjent opprinnelse
- biter av primer



Vekt av de ulike funn og komponenter er oppsummert nedenfor (Tabell 9).

Tabell 9: Vekt av annen plast for tippsted 3

Tippsted 3	Lekterlass 6	Lekterlass 7	Lekterlass 8	Lekterlass 9	Totalt
Foringsrør	13 g	22 g	100 g	67 g	<b>202 g</b>
Rørladning	2 g	13 g	4 g	19 g	<b>38 g</b>
Annen plast	1 g	1 g	-	1 g	<b>3 g</b>
Mengde masse	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	100 am <sup>3</sup>	400 am <sup>3</sup>
g plast/am <sup>3</sup>	0,30	0,56	0,07	0,61	0,608

### 4.3 Etterkontroll

Utfyllingen ble avsluttet fredag 23.06.2017 og en etterkontroll med lettboat ble gjennomført i en strekning på ca. 300 meter nord, syd og vest for utfyllingsområdene (Figur 18, Figur 19 og Figur 20), samt befaring på land langs utfyllingsområdene (Figur 21).

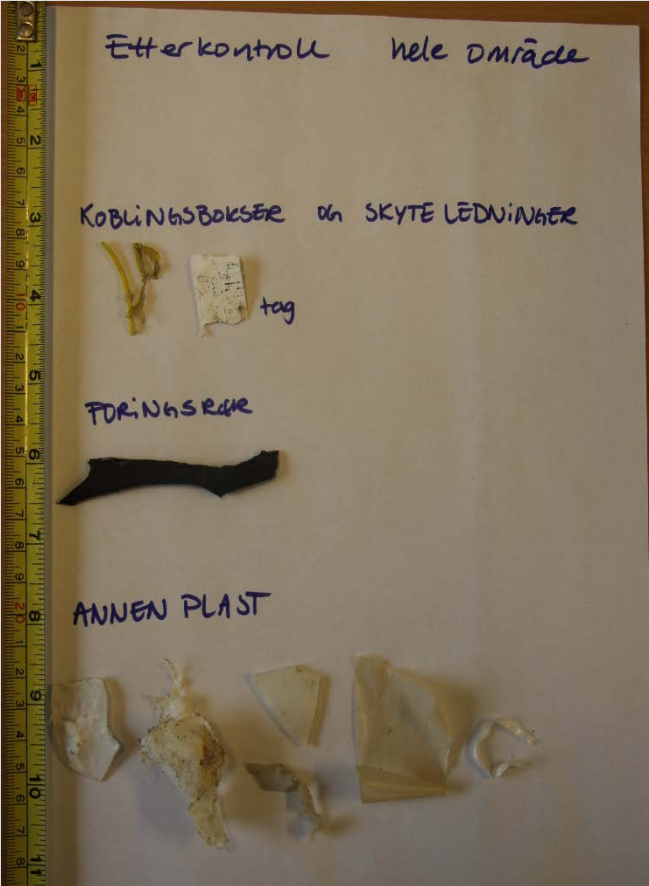


Figur 18: Søk etter plast fra lettboat – etterkontroll



Figur 19: Små funn av plast i vannoverflaten

Etter en drøy times leting i båt fant vi følgende plast:

Beskrivelse	Foto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• biter av ledning</li> <li>• tag</li> <li>• bit av foringsrør</li> <li>• plast ukjent opprinnelse</li> </ul>	

Befaringen langs land ga ingen funn av plast som vist på bilder nedenfor (Figur 20 og Figur 21).





Figur 20: Etterkontroll av flytende plast langs land



Figur 21: Etterkontroll av flytende plast på land

#### 4.4 Etterkontroll ROV filming

ROV-filming 24.06.2017 viste tilsvarende resultat som de tidligere filminger. Vi kan ikke verifisere ut fra filmingen hvorvidt ledningene hadde bokser eller ikke, mange av dem lå godt nede i mudderet på bunnen eller bare delvis stakk ut fra fyllingen. Vi har heller ikke kunnet veie dem. Men vi har vurdert samlet lengde av løs ledning funnet utenfor fyllingsfot, for å danne oss et bilde av hvor mye som potensielt kan havne utenfor fyllingen og hvor langt fra fyllingen ledningene ligger (Tabell 10).

Tabell 10: Anslag mengde løs skyteledning utenfor fyllingsfot

Funn utenfor fyllingsfot liggende på sjøbunnen ved etterkontroll	Tippsted 1, testsalve 2 lekterlass 1 – 5	Tippsted 2, testsalve 3 lekterlass 6 – 9	Tippsted 3, testsalve 4 lekterlass 10 – 13
Samlet lengde funn ledning med og uten koblingsbokser	2,5 meter	0,3 meter	3,95 meter
Funn gjort innenfor antall meter fra fyllingsfot	30 meter	2,5 meter	30 meter
Total lengde ledning i testsalven	356 meter	352 meter	346 meter
Funn utenfor fyllingsfot i %	0,70 %	0,09 %	1,14 %

Funnene vi gjorde tyder på at utfylling på brattere og dypere område gir potensiale for flere skyteledninger som gjenfinnes utenfor fyllingsfot. Grunnere og slakere utfyllingsområde, gir mindre funn utenfor og nærmere selve fyllingsfoten. Vi gjorde ingen funn av løse ledninger utenfor en sone på 30 meter fra fyllingsfot.

Vi gjorde funn av skyteledning i selve utfyllingene på de tre tippstedene, resultatene er gjengitt i tabellen nedenfor (Tabell 11). Disse anser vi som fast i fyllingene og at de vil bli værende der.

Tabell 11: Anslag mengde skyteledning synlig i fylling, fast

Funn i fylling ved etterkontroll	Tippsted 1, testsalve 2 lekterlass 1 – 5	Tippsted 2, testsalve 3 lekterlass 6 – 9	Tippsted 3, testsalve 4 lekterlass 10 – 13
Samlet lengde funn ledning fast i fylling	1,25 meter	0,4 meter	4,0 meter
Total lengde ledning i testsalven	356 meter	352 meter	346 meter
Funn i fylling i %	0,35 %	0,11 %	1,17 %

## 5 Oppsummering

### 5.1 Elektroniske tennere

Tabell 12 viser at vi i dette testforsøket fant igjen ca. 1 – 3,3 % flytende plast i sjø fra elektroniske tennere regnet ut fra overskytende ledning/koblingsboks/wire i tunnelmassen i testsalvene.

Funnene i vannflaten fra elektroniske tennere består hovedsakelig av mindre biter løsrevet plast fra skyteledning (2 – 4 cm) og deler av koblingsbokser.

Fra ROV-filmingen observeres 2 løse, hele koblingsbokser, samt en del 10 – 50 cm lange skyteledninger med og uten koblingsboks liggende på sjøbunnen utenfor fyllingsfot. Disse ble funnet innenfor et belte av 30 meter fra fyllingsfot. De fleste lå ca. 10 – 15 meter fra fyllingsfot. Hovedsakelig ble det gjort funn av løse ledninger i nedkant av fyllingsfot på Tipp1 og Tipp 3 som lå i brattere terreng og på et større dyp. Det ble gjort mindre funn av løse ledninger utenfor fyllingsfot på Tipp 2, som lå grunnere til og på et flatere areal. Ledningene på sjøbunnen er naturlig nok ikke veid, men lengden er anslått i cm. Til sammen utgjorde disse ledningene utenfor fyllingsfoten mellom 0,09 % - 1,14 % av total lengde skyteledning i testsalvene.

I tillegg observeres enkelte skyteledninger med og uten koblingsboks stikkende ut fra fyllingen. Disse antar vi er fast og blir værene der. Dette utgjorde mellom 0,11 % - 1,17 % av total lengde skyteledning i testsalvene.

Ved hjelp av ROV'n gjorde vi forsøk på å virvle opp løse koblingsbokser og ledninger. De «lettet» litt for raskt å synke igjen. Det bemerkes at det var svak strøm i området.

De lange ledningene som ble observert i røysa på stuff og ved opplasting/transport til utfyllingsområdene ble ikke observert i sjø. Dette kan skyldes omlastninger der ledningene utsettes for mekanisk påvirkning og at de fragmenterer. Eller det kan skyldes at de lengste «vasene» med ledning ligger under og i fyllingen og ikke ble gjenfunnet.

Tabell 12: Mengde gjenfunnet plast i sjø

Skyteledning + koblingsboks + wire	Tippsted 1, testsalve 2 lekterlass 1 – 5	Tippsted 2, testsalve 3 lekterlass 6 – 9	Tippsted 3, testsalve 4 lekterlass 10 – 13
Plast i tunnelmassen/røysa	2,15 g/am <sup>3</sup>	2,12 g/am <sup>3</sup>	2,08 g/am <sup>3</sup>
Funn flytende plast i sjø	0,028 g/am <sup>3</sup>	0,0625 g/am <sup>3</sup>	0,02 g/am <sup>3</sup>
Gjenfunnet plast	1,30 %	2,94 %	0,96 %

## 5.2 Annen plast

Plastrester av foringsrør, rørladninger og primere ble også funnet flytende i vannoverflaten. Foringsrørene ble funnet i smeltede biter og i større fragmenter og rørlengder på mellom 5 - 20 cm. Tilsvarende lengder foringsrør ble funnet på bunnen. Tabell 13 viser funn av foringsrør flytende i vannet.

Foringsrør benyttes ved lading av på stuff dersom borhullet innehar mye vann. Foringsrøret forhindrer at slurryen, som er nødvendig for sprengningen, vaskes ut av borhullet.

Ved vanninntrenging i borhullet kan det også benyttes en rørladning. Rørladninger er en patronert sprengladning kledd med plast. Rørladninger er motstandsdyktige mot fuktighet og kan benyttes dersom det ansees som helt nødvendig.

Tabell 13: Mengde annen flytende plast i sjø

Annen plast	Tippsted 1, testsalve 2 lekterlass 1 – 5	Tippsted 2, testsalve 3 lekterlass 6 – 9	Tippsted 3, testsalve 4 lekterlass 10 – 13
Funn flytende annen plast i sjø	0,012 g/am <sup>3</sup>	0,0075 g/am <sup>3</sup>	0,0075 g/am <sup>3</sup>
Funn flytende plast fra foringsrør i sjø	-	0,38 g/am <sup>3</sup>	0,51 g/am <sup>3</sup>
Funn flytende plast fra rørladning i sjø	-	0,012 g/am <sup>3</sup>	0,095 g/am <sup>3</sup>

## 6 Konklusjon

### 6.1 Verifisere lengde overskytende ledning

Vi har vært tilstede under lading og målt lengde overskytende ledning, altså alt av elektroniske tennere som er utenfor borhullet samt wire til blast box, vi vet derfor eksakt hvor mye plast som potensielt var i tunnelmassene vi benyttet i testforsøket. Det har gjort at vi kan beregne gjenfunn av plast mer nøyaktig og basert på mer enn «erfaringstall» som tidligere er benyttet.

### 6.2 Potensiell plast i sjø fra elektroniske tennere

Vi har verifisert at elektroniske tennere synker i sjø. Ingen funn er registrert flytende med metall intakt i ledningen. Vi har også verifisert at koblingsbokser synker dersom de er koblet til ledning og ikke fragmenteres ved mekanisk slitasje.

Få gjenfunn av plast i overflaten og få løse ledninger utenfor utfyllingsfot tyder på at det største omfanget av ledninger og koblingsbokser fra elektroniske tennere blir med massene ned ved slipp fra lekter i sjø og blir liggende inne i fyllingen.

Hovedkonklusjonen er at vi finner svært lite flytende plast fra elektroniske tennere. Kun 1,1 – 3,3 % av total mengde plast per  $\text{am}^3$  tunnelmasser (utfylte kubikk) gjenfinnes i overflaten. Det er begrensede funn av løse ledningsbiter utenfor fyllingsfot, dette utgjør ca. 0,7 – 1,1 % av total lengde elektronisk ledning i massene.

Vi har funnet indisier på at utfyllinger i brattere terreng vil føre til større andel av løse ledningsbiter utenfor fyllingsfot og at disse i all hovedsak vil gjenfinnes i nedkant fyllingsfot innenfor en radius på 30 meter. Funnene tyder også på at ved grunnere utfylling og flatere terreng, vil man finne minimalt med ledninger som «løsner» fra fyllmassene ved lektertipp. Det er vesentlig å understreke her at disse konklusjonene kun kan gis med tilsvarende forhold med tanke på strøm, bunnforhold og vær osv. som under testforsøket i Aldersundet.

Under forsøksperioden har vi registrert at vindretning, strøm og flo/fjære har stor innvirkning på hvor plast kommer til overflaten. Det er lite som kommer rett opp over slippunkt, selv med minimal strøm slik vi hadde i Aldersundet.

Vi fant også at det første lasset som ble sluppet på hvert av de 3 tipp-punktene generelt ga noe mindre gjenfunn av plast i overflaten enn de påfølgende, men vi kan ikke forklare hvorfor.

Vi gjorde ingen gjenfunn av de store «vasene» med ledning som vi så både i røysa og på mellomlageret utenfor tunnelen. Dette kan bety at den ekstra omlastingen fra mellomlager kan ha utsatt ledningene for så stor mekanisk slitasje at de har fragmentert. Eller det kan tyde på at alle de store «vasene» har blitt med massene ned og ligger skjult inne i fyllingen.

### 6.3 Annen plast – foringsrør og rørladninger

Det ble funnet «annen plast» under testforsøket – både i vannoverflaten og liggende på sjøbunnen. Av all plasten som ble samlet inn under forsøksperioden, er det 86,9 % som *ikke* stammer fra elektroniske tennere. Foringsrør og rørladninger utgjorde mesteparten av «annen plast». Det noteres ikke i rapportene fra stuff hvor mye av annen plast slik som foringsrør som benyttes i hver salve.

Vi ble fortalt at det var brukt 3-4 foringsrør i testsalve 3, men det kan ikke dokumenteres. Det samme gjelder for bruk av rørladninger. Et foringsrør er 5,2 meter langt, borhullene er 5 meter, så disse stikker ca. 20 cm. utenfor i det salven går av. Det ble gjenfunnet både hele biter som trolig har stått utenfor borhullet og fragmenter som så ut til å ha «overlevd» sprenging inne i borhullet. Tilsvarende er gjeldende for rørladningene, med unntak at der er hele røret inne i borhullet ved avfyring av salva.

Det er viktig å understreke at bruk av foringsrør og rørladninger har ingenting med valg av tennsystem å gjøre. Dette brukes uavhengig av nonel- eller elektroniske tennere, eller andre tennsystem for den saks skyld. Det er sprengingsansvarlig for den aktuelle salven som gjør vurderinger om bruk av dette ut fra vanninntrenging og bergets beskaffenhet.

Hvor ofte man benytter foringsrør og rørladninger er avhengig av bergets beskaffenhet og vanninnhold i borhullene. Dette kan man vanskelig forutsi før sonderboring er utført. I Rogfast er det strenge krav til innlekkasje i tunnelen og det er lagt opp til injisering av berget før boring der man påtreffer vann i sonderingshullet på stuff. Erfaringer fra Ryfast tilsier lite til ingen bruk av foringsrør, ca. 0.09 foringsrør per salve i en 11 km lang tunnel i fyllitt. Det er mulig å unngå/minimere innlekkasje ved å bore et tilleggshull ved siden av ordinært borhull for å lede vann i det ene og lade i det andre. Det finnes også alternative sprengmidler, for eksempel dynamitt, som kan tåle høyere fuktighet. Vi er i dialog med sprengstoffleverandører for å identifisere andre løsninger som kan minimere plastbruken ved sprenging og beskrive dette i våre kontrakter. Gjenfunn av plast fra foringsrør har ikke vært registrert som noe problem i Ryfastutbyggingen.

Vi fant flere nonel-slanger flytende under testperioden som ble samlet inn, både røde og gule. Disse stammer ikke fra rassikringsprosjektet vi fikk tunnelmassene fra. Vi klarte ikke å finne ut hvor de kom fra, det må være fra tidligere prosjekter. Nonel-slangene bar preg av å ha ligget lenge i sjøen.

## 7 Antatt plast i Rogfast-entreprise E11

Tunnelmasser fra E11, Rogfast, vil bestå av ca. 132 480 am<sup>3</sup> etter de beregninger som ligger til grunn i prosjekteringen. Tunnelprofilet er tilsvarende som Bakliholtan som ble benyttet under forsøket. Hvis vi benytter tallene fra testforsøket, kan det totalt finnes 276 kg - 285 kg plast fra overskytende mengde elektroniske tennere i massene.

Hver kubikk masser vi fyller i sjø vil kunne inneholde mellom 2,08 g – 2,15 g plast. Med tallene fra testforsøket til grunn vil vi kunne finne mellom 0,02 g – 0,0625 g per am<sup>3</sup> (1-3 %) av dette flytende i sjøen etter utfylling. Dette skulle tilsi at vi potensielt kan finne totalt mellom 2,6 – 8,3 kg flytende plast fra elektroniske tennere i E11.

I testforsøket fant vi at mellom 0,09 % - 1,14 % løse ledningsfragmenter lå utenfor fyllingsfot innenfor en radius av 30 meter. Dette skulle tilsi at ca. mellom 0,2 kg – 3,2 kg kan havne utenfor fyllingsfot i E11.

De resterende 273 kg – 282 kg plast vil følge massene ned og bli værende inne i fyllingen. Siden E11 er starten på og en liten del av en mye større utfylling, ser vi det som sannsynlig at eventuelle løse ledninger utenfor fyllingsfot vil bli fylt ned av masser fra neste entreprise som skal utføre hovedutfyllingen, entreprise E03.

Dersom vi hadde benyttet nonel-tennere viser beregningene at E11 ville hatt ca. 315 kg plast i tunnelmassene. Med nonel-tennere ville vi også måtte forvente at største delen av dette vil komme i til overflaten og flyte rundt om i Ryfylket.

Når det gjelder annen plast, herunder foringsrør og rørladninger kan vi ikke gjøre noen eksakt beregning av hvor mye plast det eventuelt kan utgjøre i E11. Dette er helt avhengig av bergets beskaffenhet og eventuell vanninntrenging. Vi kan slå fast at det er benyttet lite foringsrør på Ryfast som også innehar mye fyllitt. Fyllitten viser å ha ganske lite vanninntrenging, dessuten kan man minimere innlekking ved bruk av «skjerm» eller sikring ved hjelp av innsprøytet tettstoff i berget før lading. Erfaringer fra Ryfast tilsier lite til ingen bruk av foringsrør, ca. 0.09 foringsrør per salve i en 11 km lang tunnel i fyllitt. Gjenfunn av plast fra foringsrør har ikke vært registrert som noe problem i Ryfastutbyggingen.

Det er mulig å unngå/minimere innlekkasje ved å bore et tilleggshull ved siden av ordinært borhull for å lede vann i det ene og lade i det andre. Det finnes også alternative sprengmidler, for eksempel dynamitt, som kan tåle høyere fuktighet. Vi er i dialog med sprengstoffleverandører for å identifisere andre løsninger som kan minimere annen plast som ikke er knyttet til tennere og beskrive dette i våre kontrakter.

Hele utfyllingsarealet i E11 ligger grunnere enn -20 meter, i mindre skrånende terreng enn det vi hadde på Tipp 1 og Tipp 3 i Aldersundet. Vi skal også benytte primært endetipp i E11. Endetipp har vi tidligere funnet at gir mindre ledningsflukt fra massene enn ved lektertipping. Vi kan derfor anta at vi vil finne svært begrenset med løse ledninger utenfor fyllingsfot i E11.