

## NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Trondheim kommune Benna. Forberedende arbeider til anbudsutsendelse	PROSJEKTLEDER Jan Petter Jacobsen	DATO 16.09.2019
PROSJEKTNUMMER 10200309-001	OPPRETTET AV Sylvi Gaut	REV. DATO 03.06.2020
UTARBEIDET AV NAVN Sylvi Gaut	SIGNATUR  Digitally signed by Sylvi Gaut Date: 2022.03.04 10:31:09 +01'00'	KONTROLLERT AV NAVN Odd Roar Sæther SIGNATUR

<b>DISTRIBUSJON:</b>	<b>FIRMA</b>	<b>NAVN</b>
TIL:	Trondheim kommune	Elisabeth Cathrine Sørli
KOPI TIL:	Melhus kommune	Anette Thyve

## Prosjektering av infiltrasjonsgrøfter – Infiltrasjonstester og løsningsforslag per eiendom for gnr./bnr 142/1, 139/1, 5, 6, 18, 33, 34 og 35 og 74/2 og 74/5

### 1 Innledning

Sweco har på oppdrag fra Trondheim kommune prosjektert infiltrasjonsgrøfter for etterpolering av rensed gråvann for eiendommene langs Grøtvatnet og Benna i Melhus kommune. Gråvannet er rensed via biofilter. Bakgrunnen for prosjektet er sammenslåing av vannforsyningen for Trondheim og Melhus ved etablering av overføringsledning mellom Benna og Jonsvatnet.

Gjennomføring av infiltrasjonstester høsten 2018 viser at infiltrasjonsegenskapene for de fleste eiendommene er svært dårlige. Dette notat presenterer løsningsforslag som grunnlag til tilbud for de ulike eiendommene.

### 2 Utførte feltforsøk

#### 2.1 Befaring

Befaring til de ulike eiendommene ble utført i 2015 for å vurdere muligheten for plassering av svartvannstank og biofilter med infiltrasjonsgrøft for gråvann. I etterkant av befaringen ble det bestemt at følgende eiendommer ikke trenger nytt infiltrasjonsanlegg for rensed gråvann/avløpsvann:

- 142/6 – Rensed avløpsvann føres via rør-i-rør ut av nedbørsfeltet
- 139/4 og 139/39 – Har felles godkjent infiltrasjonsanlegg for avløpsvann. Dette skal benyttes videre for infiltrasjon av rensed gråvann.

Oppfølgende befaring ble gjennomført i september 2018. Da ble det samtidig utpekt lokaliteter for graving av prøvehull for infiltrasjonsgrøfter med uttak av masseprøver til kornfordelingsanalyse og gjennomføring av infiltrasjonstester. Med på befaringene fra Sweco var Jan Petter Jacobsen og Sylvi Gaut. Dag Erik Håvimb fra Melhus kommune var i tillegg med på noen av befaringene utført i 2015.

1 (15)

## 2.2 Uttak av masseprøver

Hull til masseprøver ble gravd 02. og 03. oktober 2018. Arbeidet ble utført av hydrogeolog Sylvi Gaut (Sweco).

Det ble gravd en-tre groper for uttak av masseprøver for hver eiendom. Hver grop ble gravd til 1 m dyp, og det ble tatt ut en masseprøve fra hvert hull i bunnen av gropa. Graving ble gjennomført av Dovre Entreprenør. De foretok også gjengraving av hullene etter gjennomført infiltrasjonstest. Masseprøvene ble sendt til kornfordelingsanalyse hos Eurofins.

## 2.3 Infiltrasjonstester

Infiltrasjonstestene ble gjennomført 11. og 12. oktober 2018. Testene ble utført av hydrogeolog Sylvi Gaut (Sweco). Det ble utført infiltrasjonstester i en av prøvegroperne på hver eiendom, med unntak av eiendom 139/34.

Infiltrasjonstestene ble gjennomført med bakgrunn i beskrivelsen gitt i Norsk Vann rapport nr. 178/2010 "Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg". For samtlige lokaliteter ble testene foretatt i en kvadratisk prøvegrop med horisontal bunn og vertikale vegger.

For å støtte opp hullet ble det benyttet en porøs plastikksvamp med tverrsnitt  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  benyttet. Svampens høyde er ca. 30 cm. Midt i svampen er det laget et sirkulert hull med diameter ca. 2 cm og dybde ca. 27 cm. Svamptykkelsen i bunnen av hullet er 3 cm.

Testene ble gjennomføre med et infiltrometer av typen P-88, utviklet av Geonor AS. Instrumentet ble laget for å tilfredsstille kravene til infiltrasjonstester i henhold til SFTs "Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg", F-616. I henhold til beskrivelse i Norsk vanns rapport skal hullet fuktes i minst 1 time før infiltrasjonstesten starter.

Flere av hullene var fylt med regnvann, da testen skulle gjennomføres. Disse hullene ble antatt å være vannmettet. For de resterende hullene, ble det i stedet for å vannmette bakken, gjennomført to påfølgende tester. Testene ble gjennomført ved at infiltrometerets tank ble fylt med rent vann og instrumentet installert i henhold til bruksanvisningen. Foto som viser oppsett er vist i Figur 2.1. Instrumentet startet med å kalibrere ventilen for utslipp av vann. Dette tok fra 3-6 minutter. Selve infiltrasjonstestene varte fra ca. 35-60 minutter, der instrumentet selv styrte tilførselen av vann. Ved behov ble tanken etterfylt med vann.



Figur 2.1 Bildet viser oppsett av infiltrrometer for gjennomføring av infiltrasjonstest.

Ved testens slutt ble bakkens hydrauliske ledningsevne ( $k$ ) avlest i m/d. Instrumentet benytter følgende formel for å beregne  $k$ :

$$k = Q_s / (a \cdot (a + 4h))$$

$Q_s$  = vanntilførsel ved stabile forhold

$a$  = sidelengden i gropen (standard = 25 cm)

$h$  = vannhøyden i gropen (standard = 10 cm)

### 3 Oversikt over beregnet infiltrasjonskapasitet og angitt

Infiltrasjonskapasitet beregnet ut fra kornfordelingskurvene og infiltrasjonstestene er vist i tabell 3.1. Det er i tabellen angitt hvilke hull som måtte lenses for vann, før infiltrasjonstesten kunne utføres.

I tabell 3.2 er det angitt om infiltrasjon av gråvann kan utføres i stedege masser, eller om man må masseutskifte under fordelingslaget. For to av eiendommene (139/18 og 139/35) må masseutskifting kombineres med jordhaug, da løsmassene er svært tette fra 70-80 cm dybde under terreng. Bruk av jordhaug/masseutskifting krever mulighet for utslipp av vann etter filtrering. En generell beskrivelse av infiltrasjonsgrøft/ infiltrasjonsanlegg basert på VA-miljøblad 59/2018, er gitt i vedlegg 1. Prinsippskisse for eiendommene 139/18 og 139/35, der det er behov for å kombinere masseutskifting med jordhaug, er gitt i vedlegg 2.

*Tabell 3.1 Oversikt over beregnet vannledningsevne basert på kornfordeling og infiltrasjonstester. Det ble ikke gjennomført infiltrasjonstest for eiendommen 139/34, da hullet var fylt med vann og jordmassene raste inn i hullet slik at lensing av vann ikke var gjennomførbart.*

Eiendom	Hull nr.	Beregnet vannledningsevne ut fra:			Hullet måtte lense før infiltrasjonstesten
		Kornfordeling		Infiltrasjonstest	
		k (m/s)	k (m/d)	k (m/d)	
139/1	1	2,54E-07	0,022	--	Nei
139/1	2	2,19E-06	0,189	4,90	
139/5	1	3,66E-07	0,032	--	Ja, 22 cm på det dypeste
139/5	2	2,52E-08	0,002	0,00	
139/5	3	3,08E-06	0,267	--	
139/6	1	3,72E-07	0,032	0,70	Ja, men det var kun litt vann
139/6	2	4,87E-06	0,421	--	
139/18	1	8,63E-06	0,746	0,10	Ja, ca. 20 cm.
139/18	2	2,08E-06	0,180	--	
139/33	1	4,23E-07	0,037	0,10	Ja, 30-40 cm
139/33	2	7,05E-07	0,061	--	
139/34	1	4,18E-07	0,036	--	Ja, 55 cm på det dypeste
139/35	1	1,73E-07	0,015	0,10	Ja, ca. 20 cm
142/1	1	1,81E-06	0,156	--	Nei
142/1	2	1,08E-07	0,009	0,10	
74/2	1	4,07E-06	0,352	6,80	Nei
74/2	2	8,32E-06	0,719	--	
74/5	1	1,28E-05	1,109	0,20	Nei
74/5	2	1,96E-06	0,170	--	

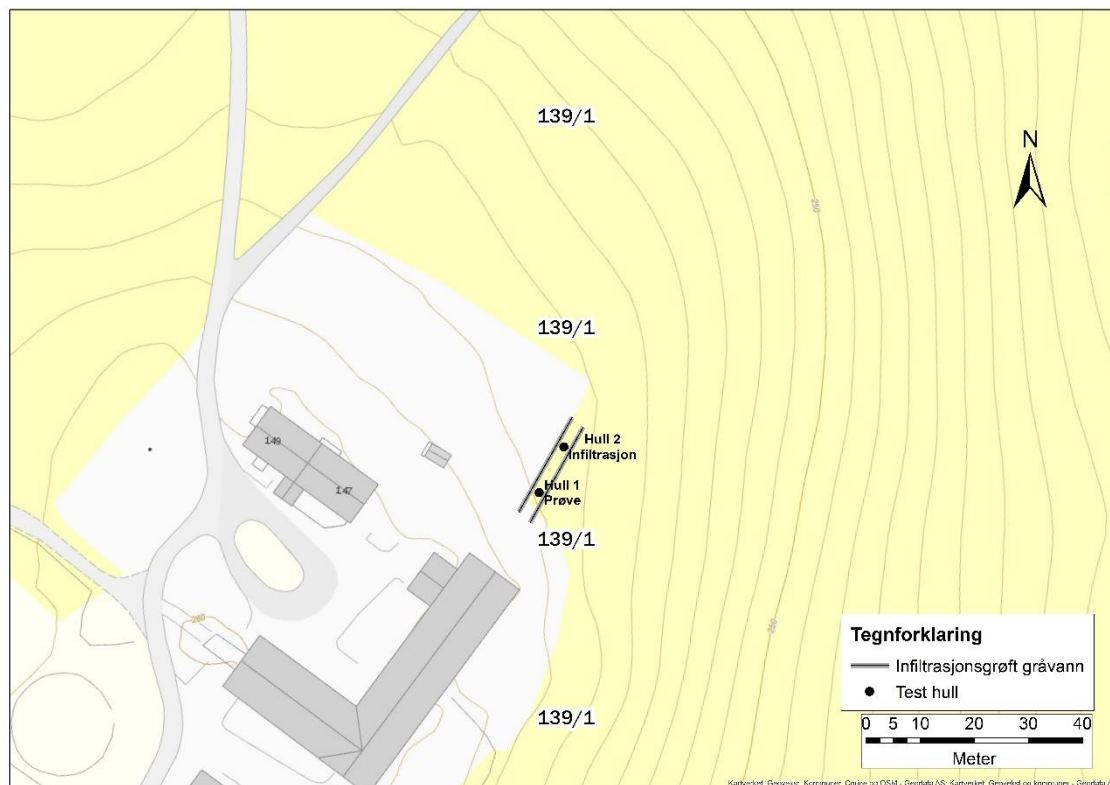
Tabell 3.2 Oversikt over løsningsforslag for infiltrasjon av rensset gråvann for de ulike eiendommene.

<b>Eiendom</b>	<b>Løsningsforslag.</b>	<b>Omtalt i kapittel</b>
139/1	Infiltrasjon i stedlige masser	4.1
139/5	Masseutskifting med filtersand. Overløp til eksisterende infiltrasjonsgrøft.	4.2
139/6	Masseutskifting med filtersand. Overløp i eksisterende infiltrasjonsgrøft.	4.3
139/18	Masseutskifting med filtersand og jordhaug. Steinsatt overløpsgrøft	4.4
139/33	Masseutskifting med filtersand	4.5
139/34	Søke om påkobling på infiltrasjonsanlegget for eiendommene 139/4 og 139/39	4.6
139/35	Masseutskifting med filtersand og jordhaug. Steinsatt overløpsgrøft	4.7
142/1	Masseutskifting med filtersand. Steinsatt overløpsgrøft.	4.8
74/2	Infiltrasjon i stedlige masser.	4.9
74/5	Masseutskifting med filtersand.	4.10

## 4 Plassering og utforming av infiltrasjonsgrøftene

### 4.1 Eiendom 139/1

Eiendommen består av to husstander. Infiltrasjonstestene viser at gråvannet kan infiltreres i stedlige masser. Det etableres to parallelle grøfter á 20 m (Figur 4.1). Grøftene plasseres med 1-1,5 m mellomrom.

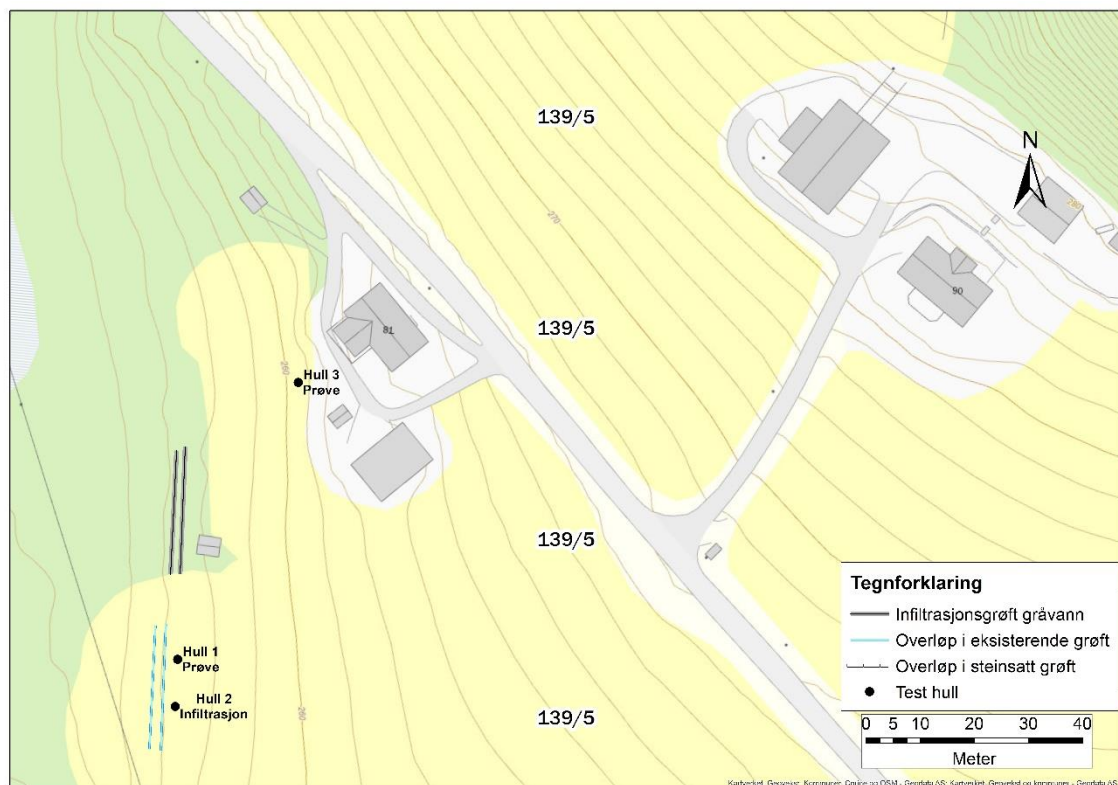


Figur 4.1 Plassering av infiltrasjonsgrøfter for eiendommen 139/1.

## 4.2 Eiendom 139/5

Eiendommen består av to husstander, hovedhus og kårbolig.

Dårlig infiltrasjonskapasitet medfører behov for masseutskifting. Det etableres derfor grøfter med sandfilter. Plassering av grøftene er vist i figur 4.2. Sandlaget plasseres under fordelingslaget, og skal ha minimum 30 cm tykkelse. Grøftelengde 20 m. Det benyttes to drenerør, ett per husstand. Rørene legges med 1-1,5 m mellomrom. Det må etableres mulighet for å lede vann ut av grøfta i bunnen, i tilfelle infiltrasjonskapasiteten er for dårlig. Overskytende vann ledes til eksisterende grøfter.

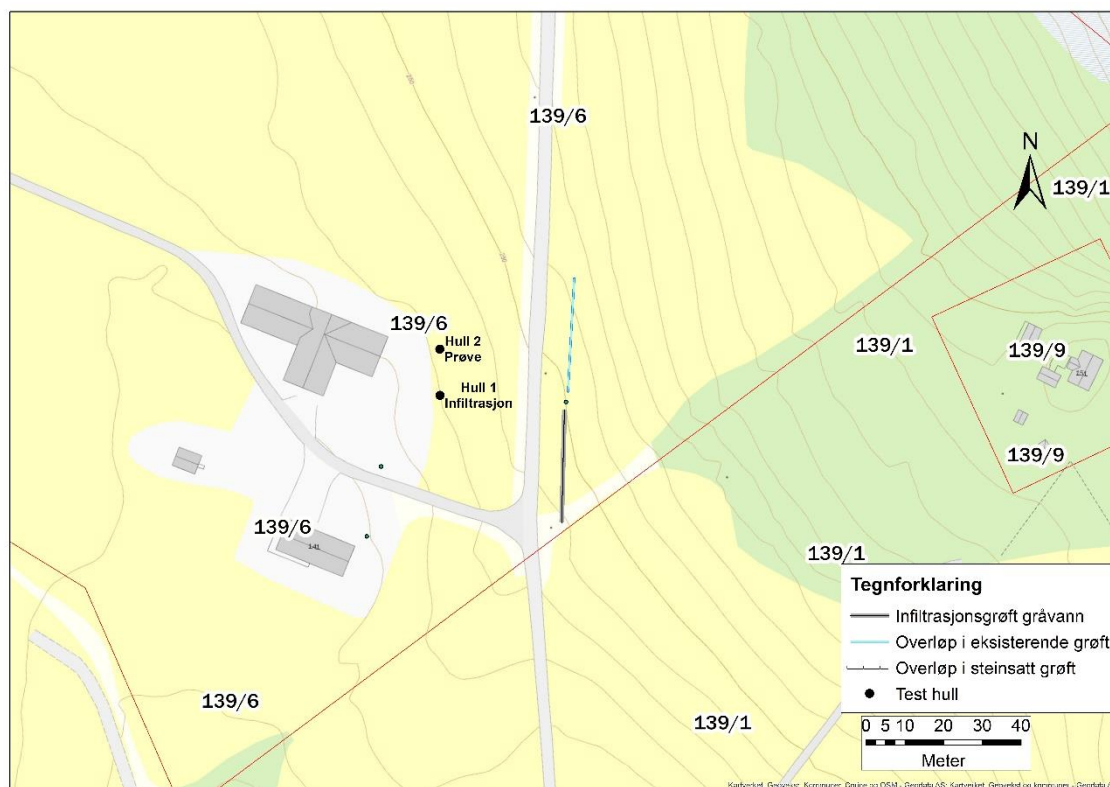


Figur 4.2 Plassering av infiltrasjonsgrøfter for eiendommen 139/5. Grøftene etableres slik at vann som eventuelt ikke infiltrerer, ledes til eksisterende grøfter.

### 4.3 Eiendom 139/6

Eiendommen består av en husstand. Etter ønske fra grunneier om plassering for infiltrasjonsgrøft, ble det tatt ut masseprøver og gjennomført infiltrasjonstest som vist i figur 4.3. Infiltrasjonsforholdene er dårlige. Det anbefales derfor å etablere grøft med masseutskifting nær eksisterende infiltrasjonsgrøft.

Det må etableres mulighet for å lede vann ut av grøfta i bunnen, i tilfelle infiltrasjonskapasiteten er for dårlig. Overskytende vann ledes til eksisterende grøft.



Figur 4.3 Plassering av infiltrasjonsgrøft for eiendommen 139/6. Grøften etableres slik at vann som eventuelt ikke infiltrerer, ledes til eksisterende grøfte.



#### **4.4 Eiendom 139/18**

Eiendommen består av én husstand.

Ved gjennomføring av infiltrasjonstesten måtte gropa lenses for vann og testen viste dårlige forhold for infiltrasjon (Tabell 3.1). Det er bestemt at husstanden blir tilknyttet minirensesanlegget etablert for eiendommene nord for Grøtvatnet, tilhørende gnr. 141. Eiendommen skal derfor ikke ha separat infiltrasjonsanlegg.

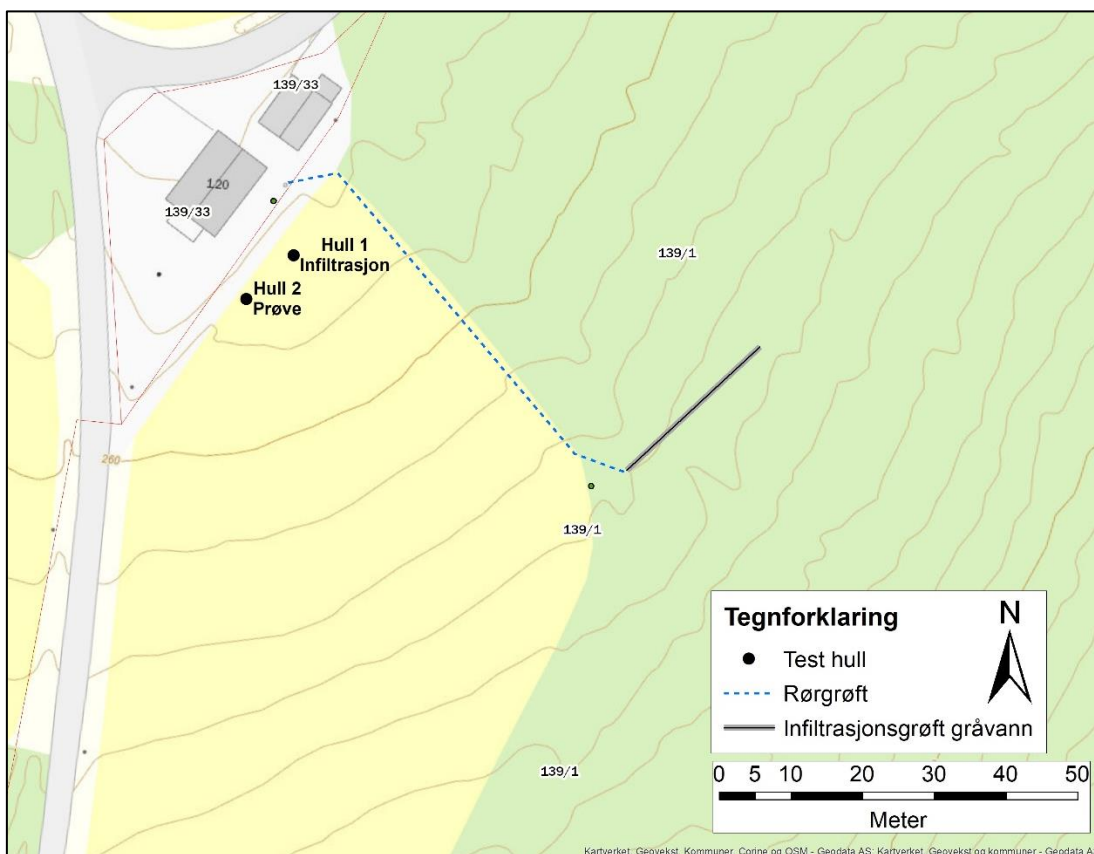
#### 4.5 Eiendom 139/33

Eiendommen består av en husstand. Det er ikke mulig å etablere infiltrasjonsgrøft på egen eiendom, og det må derfor søkes om tillatelse for etablering av infiltrasjonsgrøft på eiendommen 139/1.

Det ble gjennomført infiltrasjonstest i hull 1 (Figur 4.4).

I forkant av infiltrasjonstesten måtte gropa lenses for vann og testen viste dårlige forhold for infiltrasjon (Tabell 3.1). Dette gjør at ny infiltrasjonsgrøft på 25 m lengde, er prosjektert i samme område som eksisterende grøft. Grøfta etableres med overløp ut i terrenget.

Det gjennomføres masseutskifting med et minimum 30 cm tykt lag med sand med gode infiltrasjonsegenskaper i bunnen av infiltrasjonsgrøften. Gravedyp må vurderes på stedet. Mulig behov for frostsikring.



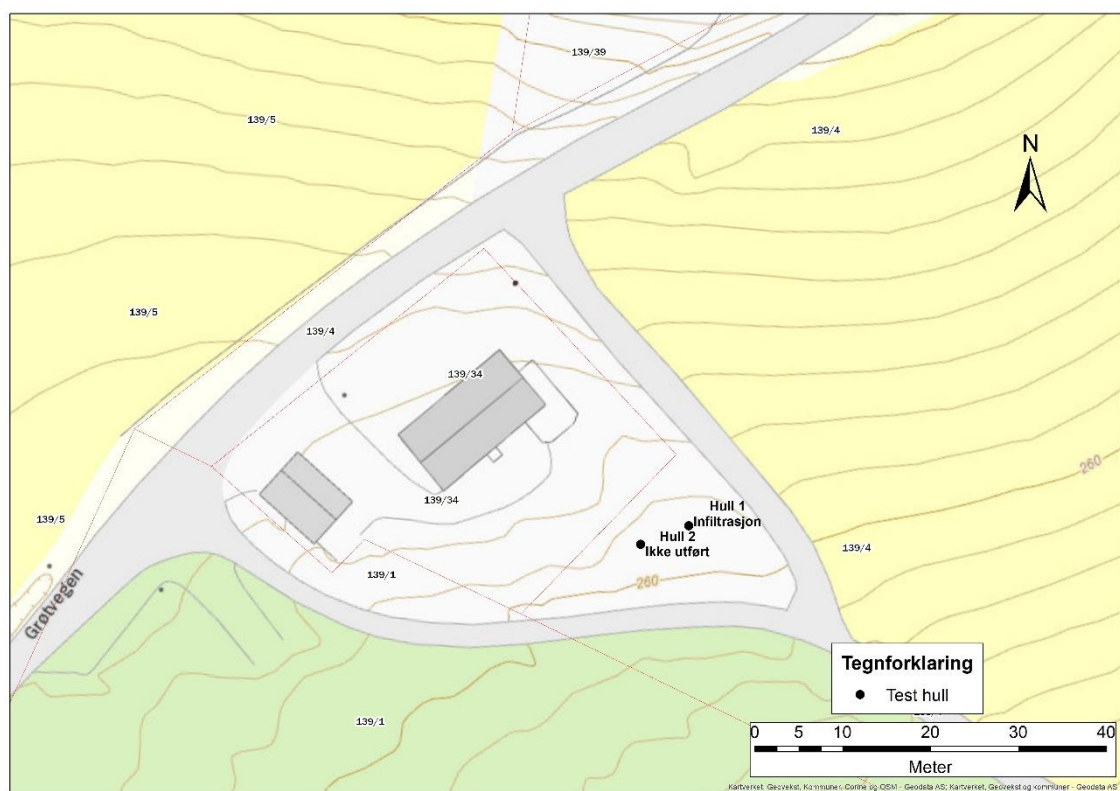
Figur 4.4 Plassering av 25 m infiltrasjonsgrøft for eiendommen 139/33. Grøften etableres slik at vann som eventuelt ikke infiltrerer, kan ledes ut i terrenget.

#### 4.6 Eiendom 139/34

Eiendommen består av en husstand. Det er ikke mulig å etablere infiltrasjonsgrøft på egen eiendom.

Testgropa etablert for infiltrasjonstest (Hull 1 i figur 4.5) var fylt med vann og jordmasser hadde rast inn i gropa Dette gjorde at det ikke var mulig å gjennomføre infiltrasjonstesten.

Det er konkludert med at massene ikke er egnet for infiltrasjon. Sweco foreslår derfor at det søkes eiendommene 139/4 og 139/39 om å koble seg på deres infiltrasjonsanlegg. Dette bør være mulig da anlegget etter omlegging til separat avløp for svartvann og gråvann, kun skal infiltrere gråvann.



Figur 4.5 Plassering av testhull 1, der det ble tatt ut masser for kornfordeling. Det var ikke mulig å gjennomføre infiltrasjonstest i hullet.

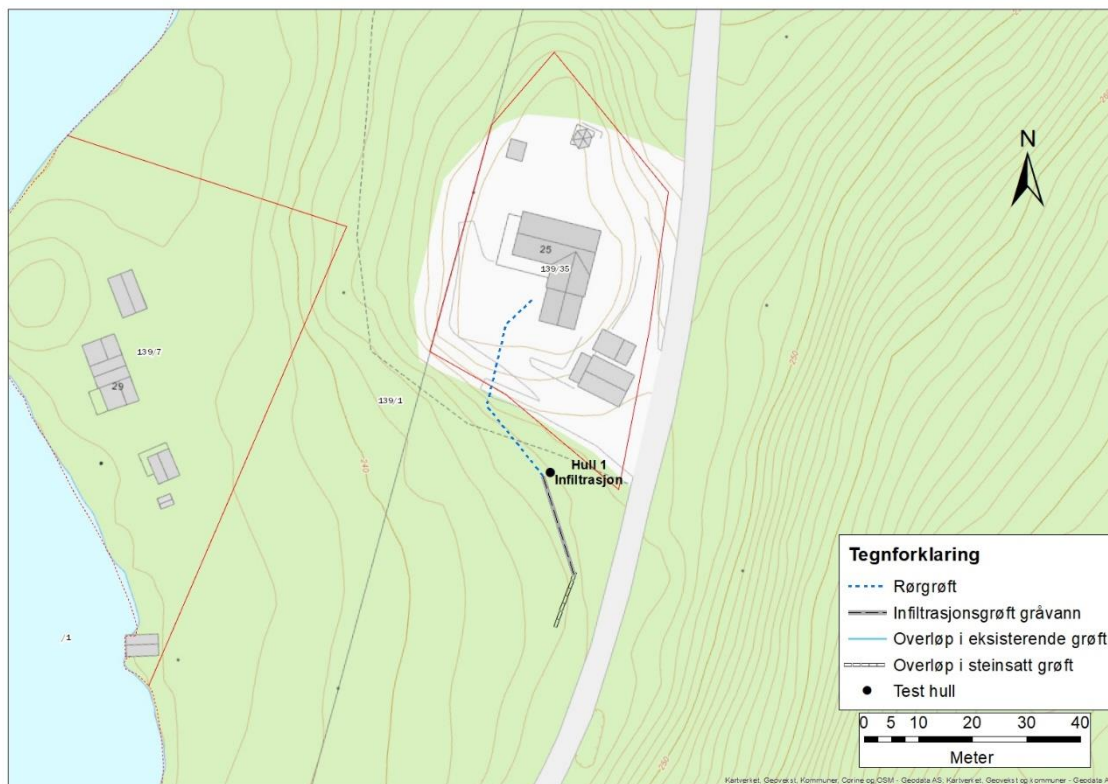
#### 4.7 Eiendom 139/35

Eiendommen består av én husstand. Det er ikke mulig å etablere infiltrasjonsgrøft på egen eiendom, og det må derfor søkes om tillatelse for etablering av infiltrasjonsgrøft på eiendommen 139/1.

Det ble gjennomført infiltrasjonstest i hull 1 (Figur 4.6).

I forkant av infiltrasjonstesten måtte gropa lenses for vann og testen viste dårlige forhold for infiltrasjon (Tabell 3.1). Det er prosjektert infiltrasjon i en 20 m lange grøft med overløp til en 10-15 m lang steinsatt grøft (Figur 4.6). Det er behov for masseutskifting med et minimum 30 cm tykt lag med sand med gode infiltrasjonsegenskaper i bunnen av infiltrasjonsgrøfta.

Løsmasseforholdene tilsier at maksimalt gravedyp bør være 80 cm. Dette medfører at frostsikring må vurderes.



Figur 4.6 Plassering av en 20 m lang infiltrasjonsgrøft for eiendommen 139/35. Grøften etableres slik at vann som eventuelt ikke infiltrerer, ledes til en 10-15 m steinsatt infiltrasjonsgrøft.

#### 4.8 Eiendom 142/1

Eiendommen har bolig med mulighet for to husstander.

Infiltrasjonstest ble gjennomført i hull 2 (Figur 4.7). Testen viste dårligere infiltrasjonsegenskaper enn antatt, selv om det ikke ble observert vann i grøfta ved start av infiltrasjonstesten (Tabell 3.1).

Det foreslås å etablere to parallelle, 20 m lange infiltrasjonsgrøfter som vist i figur 4.7. Det gjennomføres masseutskifting i de nederste 30 cm, som et minimum. Her benyttes sand med gode infiltrasjonsegenskaper. Infiltrasjonsrørene plasseres med 1-1,5 m mellomrom. Grøftene etableres med overløp til steinsatt grøft.

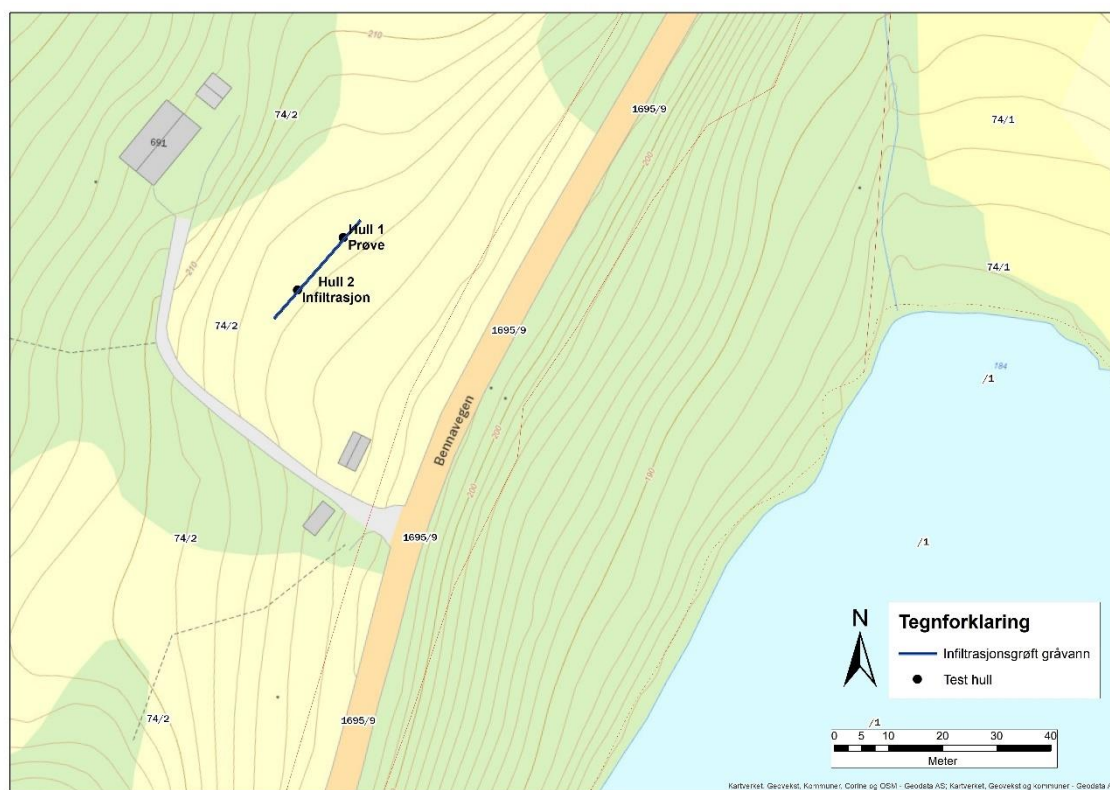


Figur 4.7 Plassering av to 20 m lange infiltrasjonsgrøfter for eiendommen 142/1. Grøftene etableres slik at vann som eventuelt ikke infiltrerer, ledes til steinsatt overløpsgrøft.

#### 4.9 Eiendom 74/2

Eiendommen består av en husstand. Graving av hull for uttak av masseprøver viste at det ligger et grovt lag, delvis med pukk, omtrent 1 m under terreng. Infiltrasjonstestene viste også gode infiltrasjonsforhold (Tabell 3.1).

Det er prosjektert en 20 m lang infiltrasjonsgrøft med infiltrasjon i stedlige masser (Figur 4.8).

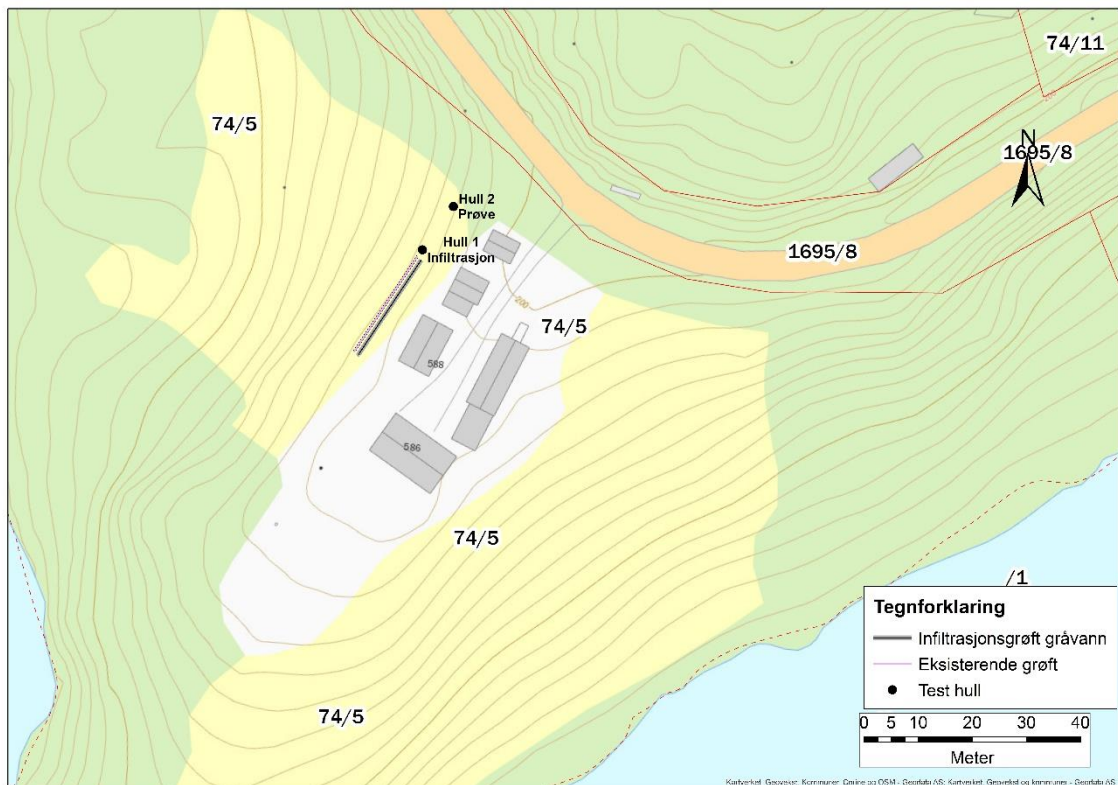


Figur 4.8 Plassering av infiltrasjonsgrøft for eiendommen 74/2. Grøft etableres med infiltrasjon i stedegne masser.

#### 4.10 Eiendom 74/5

Eiendommen består av én husstand. Har tidligere vært benyttet som bolig, men benyttes nå som fritidsbolig. Infiltrasjonstesten viste relativt dårlig infiltrasjonskapasitet (Tabell 3.1), men eksisterende grøft ser ut til å virke godt.

Ny infiltrasjonsgrøft etableres på samme sted som tidligere, men med litt justering av plasseringen (Figur 4.9). Det bør foretas masseutskifting med sand med gode filteregenskaper. Tykkelse minimum 30 cm.



Figur 4.9 Plassering av 20 m lang infiltrasjonsgrøft for eiendommen 74/5. Figuren viser plassering i forhold til eksisterende grøft.

## 5 Vedlegg

Vedlegg 1 – Generell beskrivelse av infiltrasjonsgrøft/infiltrasjonsanlegg

Vedlegg 2 – Skisse av infiltrasjonsgrøfter for eiendommen 139/35

## Beskrivelse av infiltrasjonsgrøft/infiltrasjonsanlegg

Beskrivelsen nedenfor bygger på VA-Miljøblad nr. 59/2018 (lukkede anlegg) og nr. 60/2006 (biologiske filtre for gråvann) og Bioforsks beskrivelse av infiltrasjonsanlegg på nett ([www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)).

Detaljer er vist i "prinsippskisse for infiltrasjonsanlegg" (Figur 1).

### Generelt

Grøften skal være fra 0,8-1,2 m dyp for å tilfredsstille krav til tykkelse på fordelingslag og overdekning, samt sørge for tilstrekkelig luft gjennom jordmassene.

Grøftebunn (infiltrasjonsflaten) skal være fra 1,0-1,2 m bred, plan og horisontal.

Avstanden mellom to grøfter eller mellom to infiltrasjonsrør i samme anlegg, skal være fra 0,8-1,2 m.

Grøften graves med noe større vidde i topp enn i bunn. Eventuelt nedraste masser tas vekk før fordelingslaget legges ut.

Minimumsavstand mellom bunn grøft og grunnvannsspeil eller fjell skal være 0,5 m. Dersom dette ikke er mulig må infiltrasjonsfilterets beliggenhet i jordprofilen justeres som vist i VA/Miljøblad nr. 59.

I de tilfellene der det skal legges flere infiltrasjonsrør for samme anlegg, kan det graves separate grøfter for hvert rør inkludert manifoldrøret, eller lages et felles "basseng" for samtlige infiltrasjonsrør og manifoldrøret. Prinsippskisse er vist i VA-Miljøblad nr. 59/2018.

Det skal monteres et peilerør vertikalt i enden av hver grøft. Peilerøret plasseres 0,5-1 m fra enden av infiltrasjonsrøret. Røret skal være tett i bunnen og slisset i den delen som går igjennom fordelingslaget. Peilerøret skal ha lokk.

### Beskrivelse av grøftens oppbygging

1. Fordelingslaget under infiltrasjonsrøret:

Fordelingslaget legges ut på infiltrasjonsflaten (bunnen av grøften). Laget skal bestå av grovt materiale uten finstoff. For eksempel vasket pukk og singel eller lettklinker. Tykkelsen skal være minimum 0,25 m under sprederøret/infiltrasjonsrøret. Materialet skal ha kornstørrelse minimum 8-12 mm og maksimalt 12-22 mm.

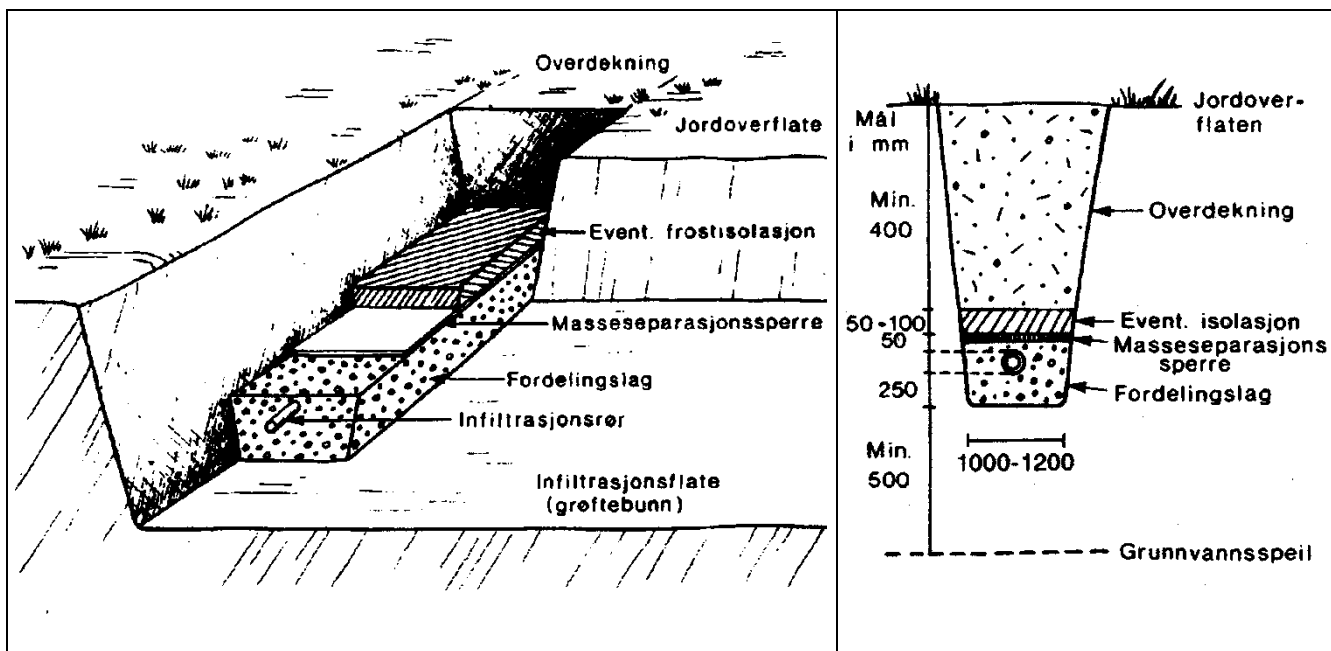
Lagets funksjon er å fordele avløpsvannet jevnest mulig over infiltrasjonsflaten og fungere som et utjevningsvolum ved kortvarig høy belastning.

2. Infiltrasjonsrøret legges oppå fordelingslaget. Rørene skal være stive plastrør som er glatte innvendig og tette i enden, og være egnet for fordeling av gråvann med støtbelastning. Rørene skal perforeres som beskrevet i gjeldende VA-miljøblad.
3. Infiltrasjonsrør og eventuelt manifoldrør overdekkes med minst 5 cm masse av samme kvalitet som fordelingslaget.
4. En fiberduk (polypropylenduk) legges over pukk/singellaget for å hindre at finstoff fra overdekningsmassene trenger ned i pukklaget.



## Vedlegg 1

5. Frostisolering benyttes om nødvendig. Det skal benyttes om bunn grøft ligger mindre enn 1 m under opprinnelig terreng.
6. Overdekning utgjøres normalt av stedlige jordmasser. Massene skal være tilnærmet fri for stein og stein større enn 100 mm sorteres vekk. Det er viktig at sprengstein ikke legges direkte oppå eller for nær fiberduken, da hull i duken vil føre til at finstoff trenger ned og ødelegger anlegget. Overdekningslaget skal være minimum 0,5 m tykt. Overflaten skal være konveks eller hellende slik at det ikke står vann oppå filteret. Det er viktig å ta høyde for setninger. Grøften tilsås med gress eller tilsvarende vegetasjon.



Figur 1 Prinsippskisse av infiltrasjonsgrøft med målsatt skisse. Kilde: Antas å være Bioforsk

### Dimensjonering av infiltrasjonsgrøftene

Antatt nødvendig lengde av infiltrasjonsgrøft for infiltrasjon av rensset gråvann/avløpsvann er angitt for den enkelte eiendom.

### Plassering av infiltrasjonsgrøften i jordprofil

Som en hovedregel legges infiltrasjonsgrøften grunt slik at avstand til grunnvann eller tette lag økes. På den måten bedres renseseffekten og driftssikkerheten.

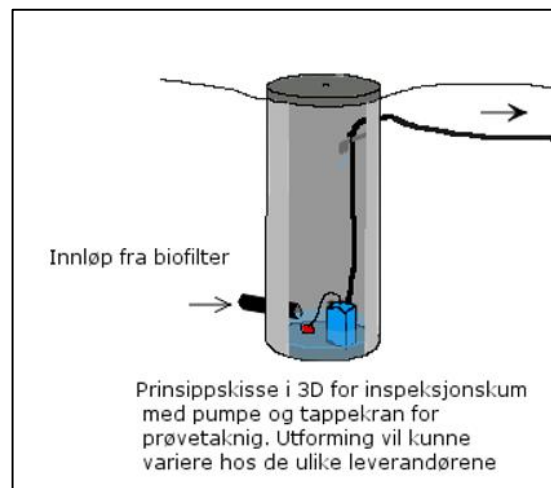
Minimumsavstand mellom bunn grøft og grunnvannspeil eller fjell skal være 0,5 m. Dersom dette ikke er mulig må infiltrasjonsfilterets beliggenhet i jordprofil justeres som vist i VA/Miljøblad nr. 59.

## Vedlegg 1

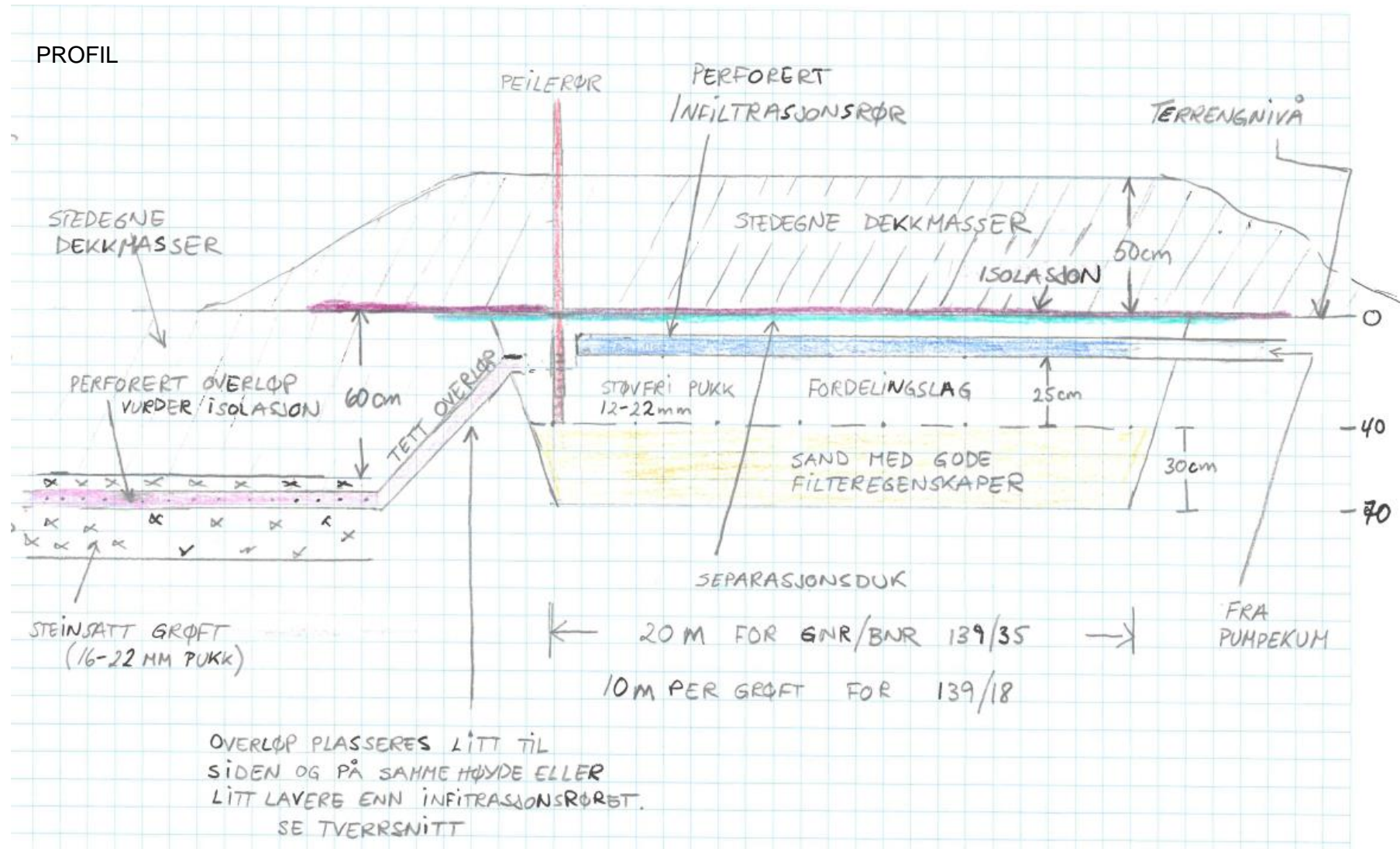
**Pumpekum og støtbelastning**

Nye infiltrasjonsgrøfter skal anlegges med støtbelastning. Dette inkluderer gråvannsanleggene med bare ett rør. Det må derfor installeres en pumpekum med pumpe, før infiltrasjonsgrøftene. Pumpekummen skal konstrueres slik at den også kan brukes som inspeksjonskum for prøvetaking av vann. Forslag til pumpekum med pumpe og kranløsning er vist i figur 2.

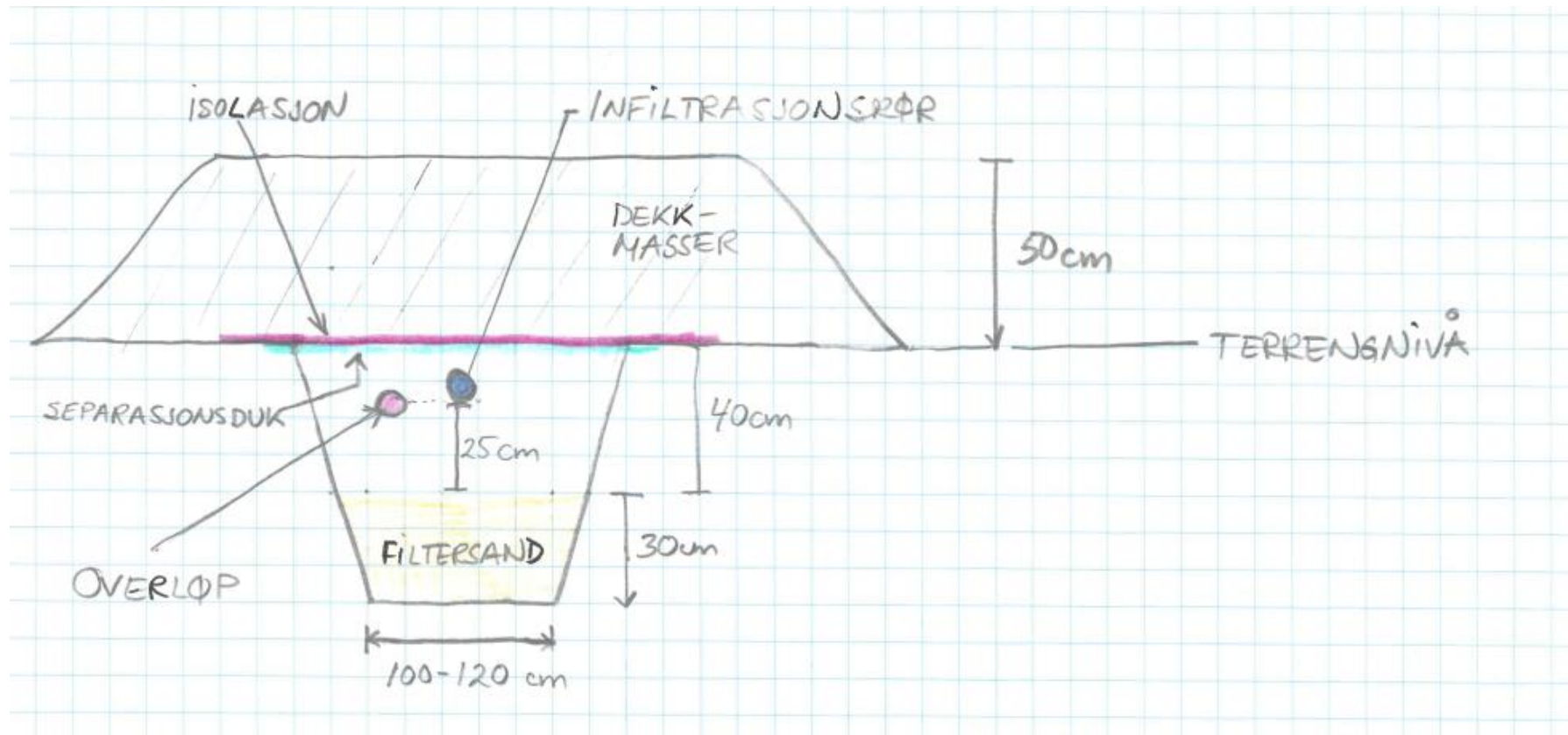
Pumpekapasiteten for anleggene (gråvann og avløpsvann) skal være i henhold til VA/Miljøblad 59, det vil si ca. 4 liter per meter og minutt.



*Figur 2 Forslag til utforming av pumpekum med pumpe og tappekran. Kilde: Sweco*



TVERRSNITT



PLAN

