



RAPPORT 5557-2008

## Levanger kommune

Undersøkelse for å finne  
miljømessig gunstig  
utslippsdyp for kommunalt  
avløpsvann



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel <b>Levanger kommune.</b> Undersøkelse for å finne miljømessig gunstig utslippsdyp for kommunalt avløpsvann	Løpenr. (for bestilling) 5557-2008	Dato 18.2.2008
	Prosjektnr. Undernr. 27225	Sider Pris 36
Forfatter(e) Jarle Molvær og André Staalstrøm	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket NIVA

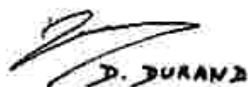
Oppdragsgiver(e) Levanger kommune, Postboks 130, 7601 Levanger	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Levanger kommune ønsker å flytte utslippene av kommunalt avløpsvann utenfor Levanger og i Hoplafjorden til dypere vann. Videre ønskes en vurdering av riskoen for at utslipp av avløpsvann ved Ekne, Skogn, Skånes og Ytterøy forurenses overflatelaget. Som grunnlag for beregningene er det gjort målinger av vertikalprofil for temperatur og saltholdighet ved alle utslippspunktene. Det er gitt anbefalinger mht. flytting av utslippene ved Levanger, Hoplafjord og Ytterøy. De andre tre utslippene synes å være velfungerende.</p>
--

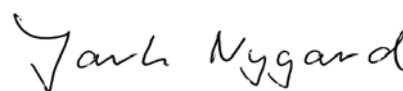
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levanger</li> <li>2. Kommunalt avløpsvann</li> <li>3. Utslipp</li> <li>4. Innlagring</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levanger</li> <li>2. Municipal wastewater</li> <li>3. Discharge</li> <li>4. Trapping</li> </ol>
--	--



Prosjektleder



Forskningsleder



Fag- og markedsdirektør

O-27255

**Levanger kommune**

Undersøkelse for å finne miljømessig gunstig  
utslippsdyp for kommunalt avløpsvann

## Forord

Den foreliggende rapporten er utarbeidet for Levanger kommune, Levanger, i samsvar med NIVAs tilbud datert 11.4.2007 med senere tillegg.

Vi takker Hallvard Abildsnes, Levanger kommune, for samvittighetsfull oppfølging av feltarbeidet og framskaffelse av data som var nødvendige for å gjennomføre prosjektet.

Ved NIVA har André Staalstrøm tilrettelagt data for beregning av innlagersdyp mens Jarle Molvær har utført beregningene, skrevet rapporten og ledet prosjektet.

Oslo, 18.2.2008

*Jarle Molvær*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn og formål</b>	<b>6</b>
<b>2. Metodikk og data</b>	<b>8</b>
2.1 Metodikk	8
2.2 Data	10
<b>3. Resultater og vurderinger</b>	<b>14</b>
3.1 Målinger av den vertikale sjiktningen	14
3.2 Beregning av innlagingsdyp for avløpsvannet	15
3.2.1 Utslipp i fjorden utenfor Levanger	15
3.2.2 Utslipp utenfor Hoplafjorden	19
3.2.3 Utslipp ved Skogn	20
3.2.4 Utslipp ved Skånes	21
3.2.5 Utslipp ved Ekne	22
3.2.6 Utslipp ved Ytterøy	23
<b>4. Litteratur</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg A. Loggbok hydrografisk målinger</b>	<b>25</b>
<b>Vedlegg B. Hydrografiske data</b>	<b>27</b>

## Sammendrag

Levanger kommune ønsker å flytte de eksisterende utslippene av kommunalt avløpsvann utenfor Levanger og i Hoplalfjorden til dypere vann. Samtidig ønskes vurdert hvordan utslippene ved Skogn, Ekne, Skånes og Ytterøy fungerer.

**Formålet** med dette prosjektet er å:

*Finne en kombinasjon av utslippsdyp og utslippsarrangement som sikrer at avløpsvannet innlagres så dypt at det ikke kommer i kontakt med overflatelaget i fjordområdet*

For å skaffe datagrunnlag for beregningene av innlagringsdyp for avløpsvannet ble det i varierende omfang målt vertikallprofiler av temperatur og saltholdighet ved utslippspunktene i mai-oktober 2007.

Sett i forhold til

- et mål om at avløpsvannet ikke bør innlagres høyere enn ca. 10 m dyp
- at datamaterialet er forholdsvis tynt og at man derfor legger inn en viss sikkerhetsmargin

blir anbefalingene som følger:

**Levanger:** utslipp i 28-30 m dyp bør være en god løsning. Alternativet kan være bruk av diffusor med utslipp i ca. 20 m dyp.

**Hoplalfjorden:** utslipp i ca. 25 m dyp utenfor fjorden, gjennom ledning med diameter 160 mm vil være en sikker løsning.

**Skogn:** dagens utslipp i 24 m dyp fungerer rimelig bra. Hvis anledning byr seg – eller vannmengden øker - bør man likevel vurdere flytting til 26-28 m dyp.

**Skånes:** Med forbehold om en viss usikkerhet ved at det i stor grad er brukt vertikallprofiler fra Levanger, ser dette ut til å være et velfungerende utslipp.

**Ekne:** Med forbehold om en viss usikkerhet ved at det her også er brukt vertikallprofiler fra Skogn, ser dette ut til å være et velfungerende utslipp.

**Ytterøy:** Med forbehold om en viss usikkerhet fordi det også er brukt vertikallprofiler fra Skogn, viser beregningene at dagens utslipp i 10 m dyp iblant vil innblandes i overflatelaget. Vi anbefaler derfor at utslippet flyttes til 15-20 m dyp, noe som også vil øke avstanden til strandsonen.

# 1. Bakgrunn og formål

Levanger kommune har krav om å flytte sitt utslipp av kommunalt avløpsvann på ca. 10 dyp utenfor munningen av Levangerelva til ca. 30 m dyp. Kommunen ønsker et utslippsarrangement som sikrer at avløpsvannet ikke stiger opp til overflata (**Figur 1**).

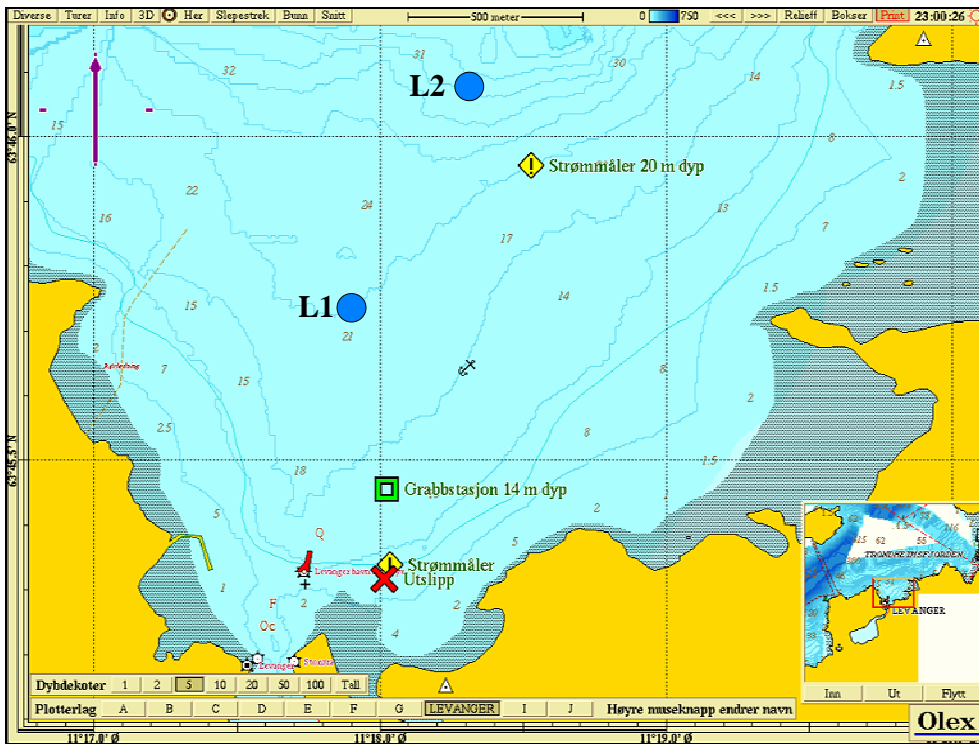
Videre ønsker kommunen å flytte dagens utslipp til Hoplafjorden (**Figur 2**) til et sted der avløpsvannet kan innlagres under sprangsjiktet og ikke påvirke vannkvalitet eller biologiske forhold i overflatelaget.

Formålet med prosjektet ble definert som:

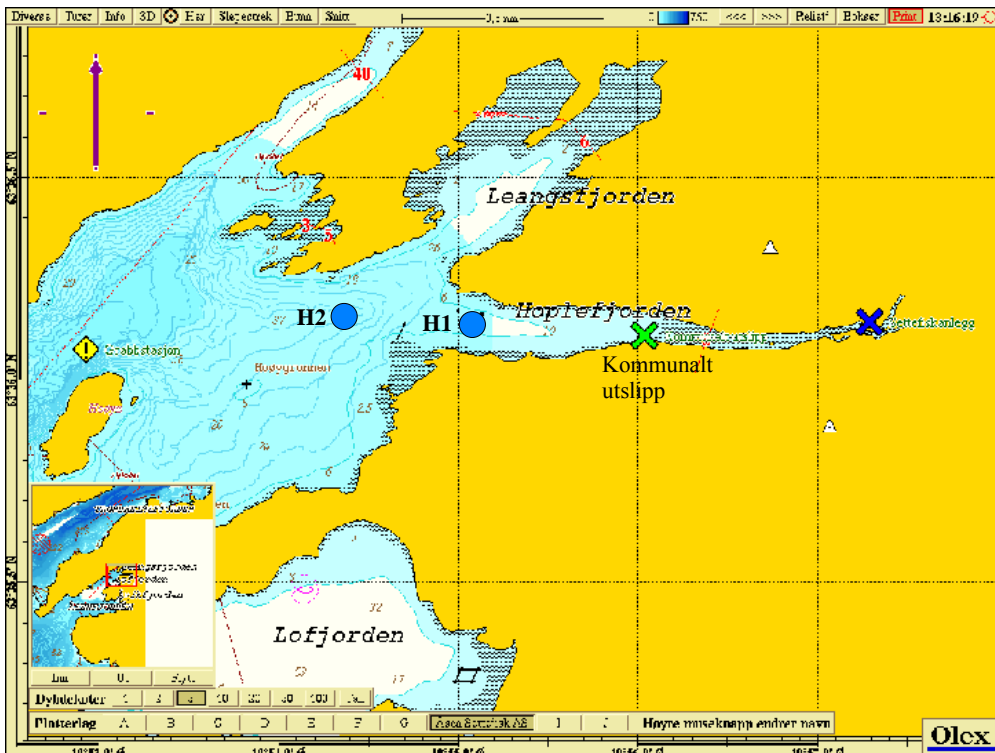
1. *Innsamle eksisterende opplysninger om vertikal sjiktning (vertikalprofiler for temperatur og saltholdighet) i de to aktuelle utslippsområdene.*
2. *Gjennomføre supplerende målinger av temperatur- og saltholdighetsprofiler i sommerhalvåret 2007.*
3. *Beregne innlagingsdyp for avløpsvannet for aktuelle utslippsdyp, for typiske vannmengder og ledningsdiametre.*
4. *Gi anbefalinger mht. utslippsdyp/-sted og utslippsarrangement.*

Senere ble prosjektet utvidet til å omfatte målinger og beregninger for utslipp ved Skånes, Skogn, Ekne og Ytterøy (Figur 3).

Med ”utslippsarrangement” menes det at man både skal utrede utslipp gjennom 1 hull og eventuelt gjennom en diffusor. Dette er problemstillinger som NIVA er vel kjent med (se Molvær et al. 2002 og Molvær og Velvin 2004). I praksis vil ofte en løsning som oppfyller pkt. 1 samtidig oppfylle pkt. 2.

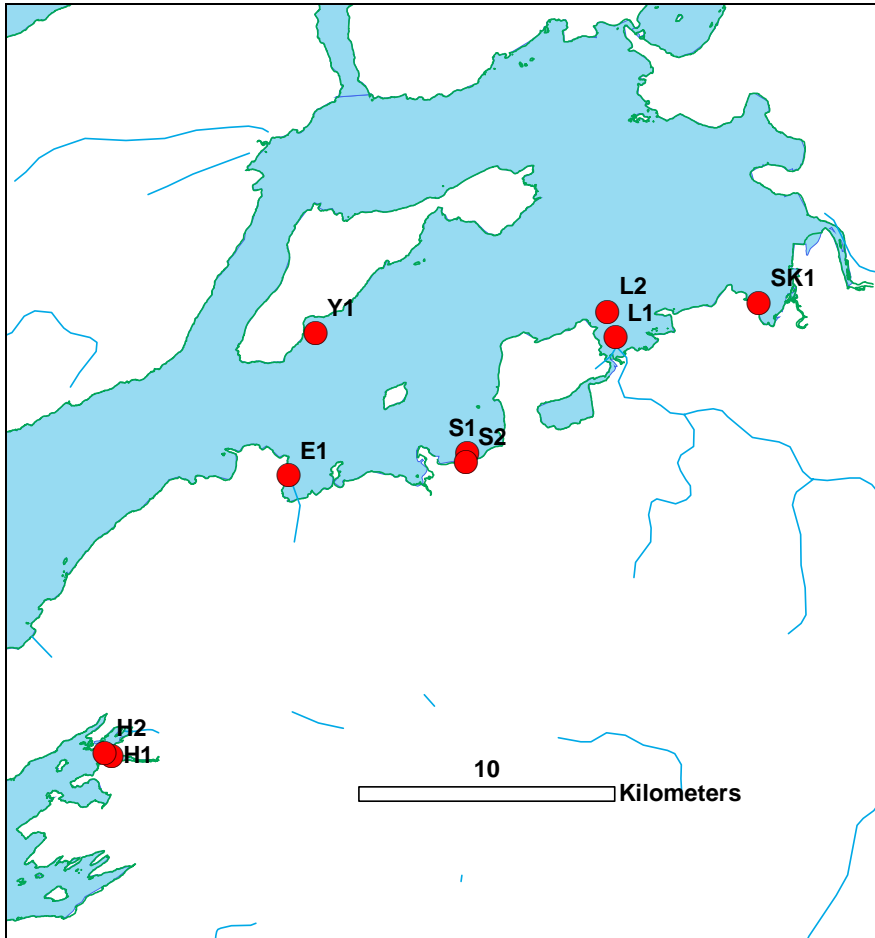


Figur 1. Levanger. Det nåværende utslippet er markert med rødt kryss. Målepunktene L1 og L2 er vist med fylte sirkler. Kartgrunnlag fra Levanger kommune.



Figur 2. Høplafjorden. Det nåværende utslippet er markert med grønt kryss. Målepunktene H1 og H2 er vist med sirkler. Kartgrunnlag fra Levanger kommune.





**Figur 3.** Oversiktskart. Målepunktene er vist med røde sirkler og forkortelser (SK=Skånes, L=Levanger, S=Skogn, E=Ekne, H=Hoplafjord, Y=Ytterøy).

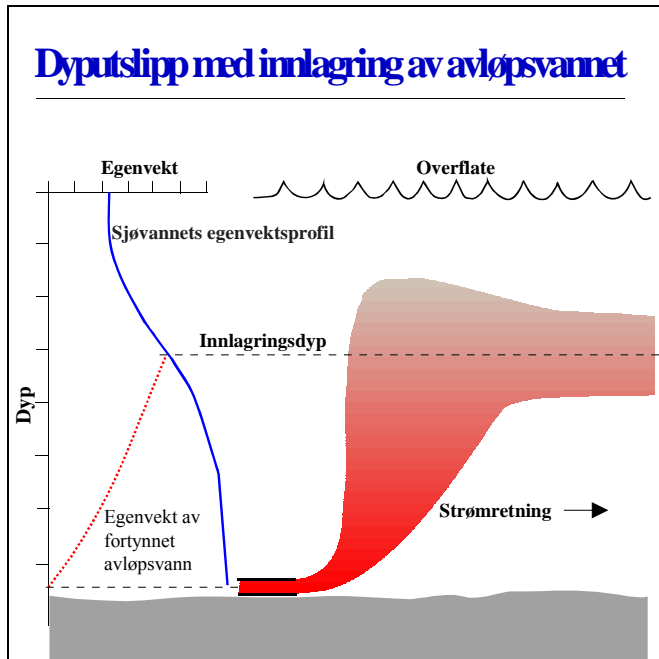
## 2. Metodikk og data

### 2.1 Metodikk

Avløpsvannet har i praksis samme egenvekt som ferskvann og er dermed lettere enn sjøvann. Det vil derfor begynne å stige mot overflata samtidig som det fortynnes raskt med omkringliggende sjøvann. Hvis sjøvannet har en stabil sjiktning (egenvekten øker mot dypet) fører dette til at egenvekten til blandingen av avløpsvann+sjøvann øker samtidig som egenvekten til det omkringliggende sjøvannet avtar og i et gitt dyp kan dermed blandingsvannmassen få samme egenvekt som sjøvannet omkring (se **Figur 4**). Da har ikke lenger blandingsvannmassen noen positiv oppdrift, men har fortsatt vertikal bevegelsesenergi og vil vanligvis stige noe forbi dette "likevektsdypet" for så å synke tilbake og innlagres.

Dette innlagringsdypet kan beregnes og vi bruker da den numeriske modellen Visual PLUMES utviklet av U.S. EPA (Frick et al., 2001). Nødvendige opplysninger for modellsimuleringene er vannmengde, dyp og diameter for utslippsrøret samt strømhastigheten i resipienten. Ved å inkludere disse i modellsimuleringene kan konsentrasjon av de ulike komponentene i gitte avstander fra utslippspunktet beregnes og influensområdet kan kvantifiseres.

For tilfeller der man står rimelig fritt i valg av utslippsdyp, blir beregningene utført for de dypene som er aktuelle. Svært sjelden er det aktuelt med utslippsdyp større enn 40 m. Ved utløpet er Levangerelva ganske grunn (<5 m). Tatt i betraktning at vi ikke har data for hele året bør det legges inn en god margin, og en bør derfor ta sikte på at avløpsvannet innlagres dypere enn 10-15 m.



**Figur 4.** Prinsippskisse som viser hvordan et dyp utslipp av avløpsvann fungerer i forhold til innlagring. En forutsetning for innlagring er at egenvekten for fjordvannet øker med dypet (vertikal sjiktning).

I en fjord er der vanligvis en vertikal sjiktning i sjøvannet og det fortynnede avløpsvannet kan innlagres uten å nå overflaten. Etter innlagringen vil avløpsvannet spres med strømmen samtidig som det fortynnes videre.

For beregningene av innlagringsdyp og spredning behøves opplysninger om

1. ledningsdiameter
2. vannmengder: 3-4 typiske
3. vertikale profiler av temperatur og saltholdighet
4. strømforhold i innlagringsdypet

Hastigheten av strømmen mellom utslippsdyp og innlagringsdypet har betydning både for innlagringsdypet og for spredningen av det fortynnede avløpsvannet. I dette området vil en forvente et strømbilde preget av virkningen av tidevannsvariasjoner og av skiftende meteorologiske forhold (vind og lufttrykk). I det dypet hvor avløpsvannet er tenkt innlagret vil påvirkningen fra elvemunningen være minimal. Erfaringsmessig skaper dette et strømsystem der hastighet og retning varierer mye, og der hastigheten sjelden blir mer enn 10-15 cm/s. Aqua Kompetanse utførte strømmålinger ved dagens utslipp (9 m dyp) i tidsrommet 27.11-27.12.02 og ca. 1500 m fra land (20 m dyp) i tidsrommet 2.10-22.10.02 (Sandnes, 2003). Ved utslippsstedet var gjennomsnittshastigheten 1,4 cm/s, men den lenger fra land var 4 cm/s. Vi velger å gjøre beregningene for en relativ lav hastighet (3 cm/s). Større hastighet gir dypere innlagring, så dette er til en viss grad en "worst case".

## 2.2 Data

### Beskrivelse av utslippene

Levanger kommune har gitt opplysninger om utslippene og disse er sammenfattet i **Tabell 1**. Innslag av fellesledninger og innlekking i utette ledninger, kummer og kumløkk medfører store variasjoner i vannmengden.

**Tabell 1.** Karakteristiske tall for utslippene av kommunalt avløpsvann (kilde: Levanger kommune).

Sted	Tilknytning, pe	Utslippsdyp, m	Innvendig diameter, mm	Vannmengde, l/s		
				Qmin	Qmiddel	Qmaks
Levanger	12000	10	440	26	48	170
Hoplafjord	1000	5	160	0,3	4,1	9,4
Skogn	3100	24	220	7	19	89
Skånes	200 (?)	20?	295	0,4	5	15
Ekne	300	25	160	1,2	2,5	7,1
Ytterøy	150	10	140	0,1	0,3	2

### Vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet

Det fantes ikke opplysninger om vertikalfordelingen for temperatur og saltholdighet utenfor Levanger og et måleprogram var derfor nødvendig. Fordi det kunne bli aktuelt å vurdere utslipp på flere lokaliteter ble det gjort målinger på relativt mange lokaliteter. **Figur 1-Figur 3** viser plasseringen av målestasjonene.

I tidsrommet 3.5-26.10.2007 ble det utført målinger av temperatur og saltholdighet med en selvregistrerende sonde av typen SensorData 204 som var stilt til rådighet av NIVA. Målingene ble utført til tidspunkt som vist i **Tabell 2**. Sonden registrerte dyp (trykk), saltholdighet, temperatur, dato og klokkeslett med 1 sekunds intervall mens den langsomt ble senket fra overflate og ned til bunnen. Dataene ble lest ut ved å koble sonden til en PC, og sendt over internett til NIVA etter hver måleserie.

Dataene fra alle stasjoner er gjengitt i Vedlegg A. Målingene representerer bare 5,5 måneder, men dekker det meste av sommerhalvåret som er det viktigste tidsrommet i forhold til påvirkning av biologiske forhold og badevannskvalitet.

**Tabell 2.** Dato for hydrografiske målinger.

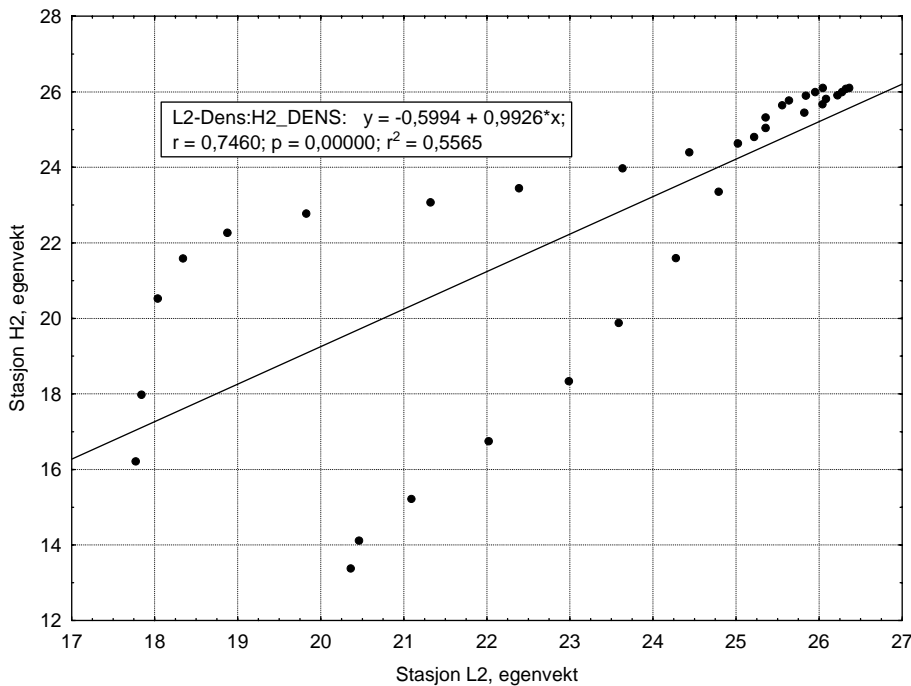
Dato	Levanger	Hoplafjord	Skogn	Ytterøy	Ekne	Skånes
3.5.07	X	X				
7.6.07	X	X	X			
20.6.07	X	X	X	X		
6.7.07	X		X	X		
17.7.07		X				
5.8.07	X		X	X		
7.8.07	X		X			
11.9.09	X		X			
29.9.07	X		X			
16.10.07		X			X	
22.10.07		X			X	
24.10.10	X		X			X
26.10.07		X			X	
Antall	9	7	8	3	3	1

Under overflatelaget som preges av lokal ferskvannstilførsel er der oftest små forskjeller i horisontal retning. Fordi antall målinger er ujevnt fordelt i tiden undersøkte vi om vertikallprofilene (mht. vannets egenvekt<sup>1</sup>) var så like at de kunne brukes på flere lokaliteter. Vi sammenlignet da de fjerntliggende stasjonene H2 (Hopplafjorden), Ytterøy og Skånes med det ”sentrale målepunktene” Levanger S2 og Skogn S1. For Hopplafjorden var der dårlig samsvar med L2 for dyp mindre enn ca. 20 m. For de andre stasjonene ble brukt data fra 5 m og dypere og 10 m og dypere, og resultatene viste godt samsvar med L2 og S1 (**Figur 6 –Figur 8**). Det skal imidlertid understrekes at sammenligningsgrunnlaget for Levanger – Skånes er tynt. For Ekne var der ikke grunnlag for sammenligning med nærliggende stasjoner.

På dette grunnlaget har vi valgt å

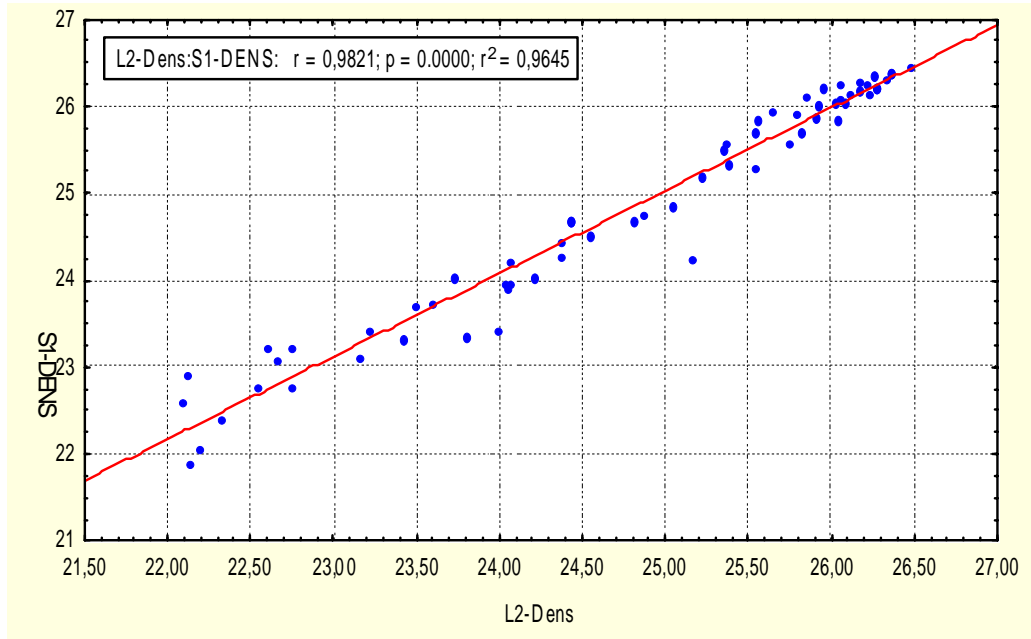
- Bruke vertikallprofiler fra sjøområdet utenfor det enkelte renseanlegget hvor slike data finnes
- For Ytterøy supplere med stasjoner fra Skogn S1 og for Skånes supplere med profiler fra Levanger L2.

Dette betyr at alle beregninger er utført med 8-10 vertikallprofiler for temperatur og saltholdighet og opp til 8-10 m dyp kan man være rimelig sikker på at datagrunnlaget er brukbart.

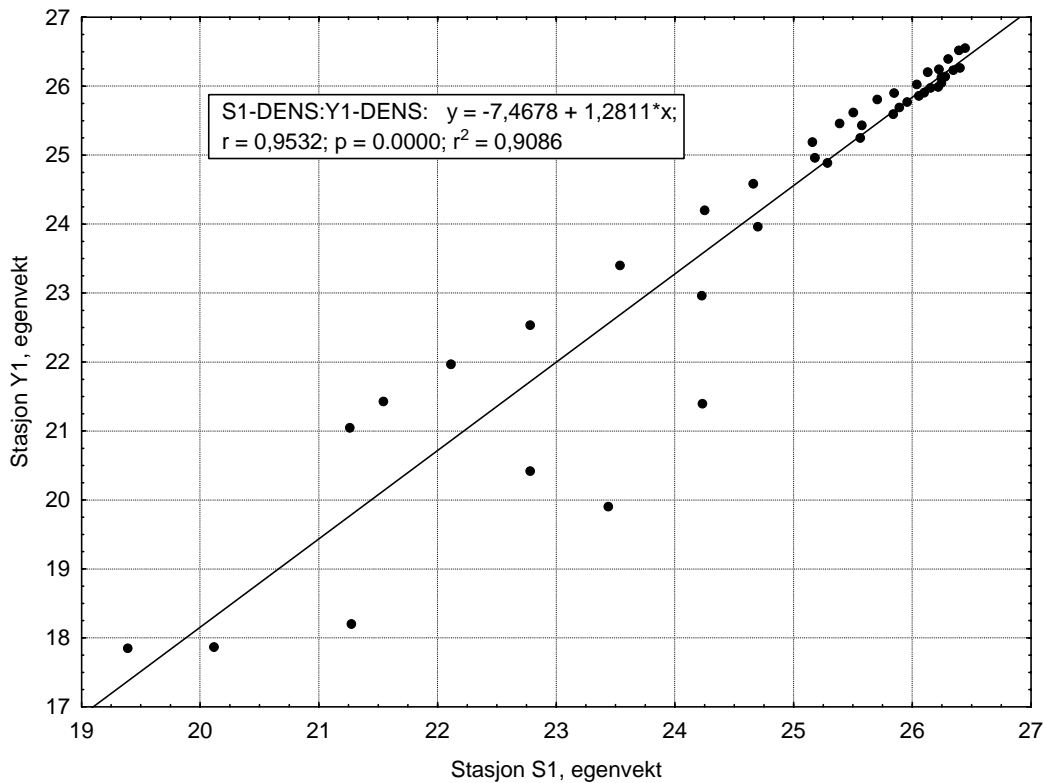


**Figur 5.** Egenvekt på stasjon L2 (Levanger) plottet mot målinger i tilsvarende dyp på stasjon H2 (Hopplafjorden). For egenvekt mindre enn 24-24 spriker datasettene. Egenvekten tilsvare vannmassen mellom overflata og 12-14 m dyp.

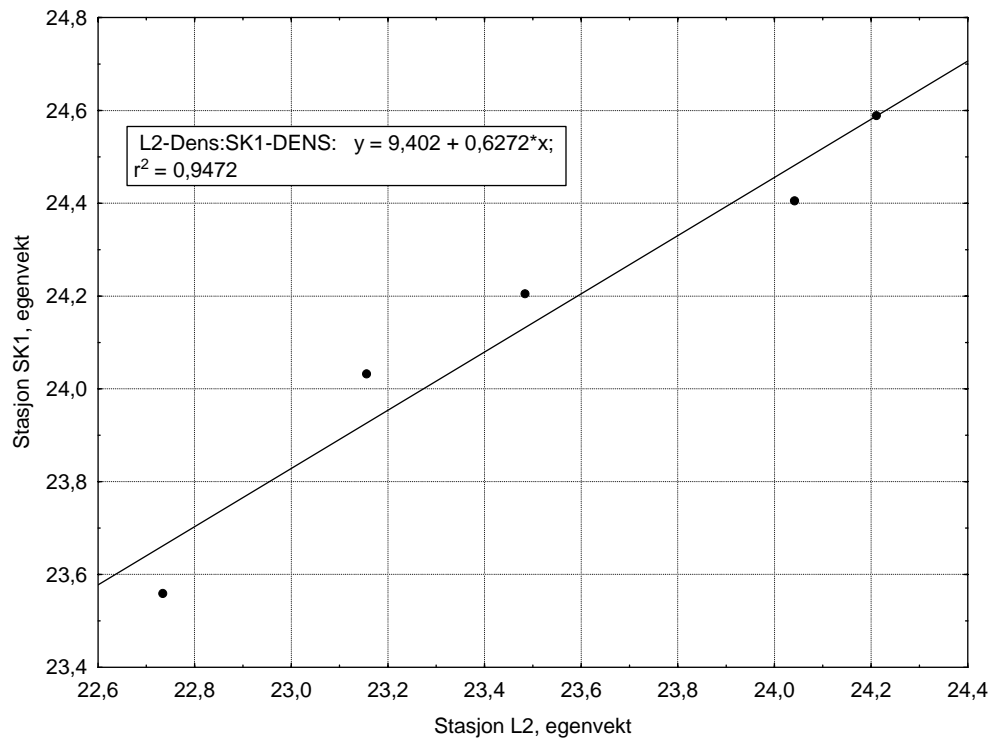
<sup>1</sup> Sjøvannets tetthet (egenvekt) er beskrevet ved størrelsen  $\sigma_t = (\text{egenvekten} - 1000)$ , der egenvekten er oppgitt med enheten kg/m<sup>3</sup>.



**Figur 6.** Egenvekt på stasjon L2 (Levanger) plottet mot målinger i tilsvarende dyp på stasjon S1 (Skogn). Her er en tydelig likhet og samvariasjon. Koeffisienten  $r^2=0,964$  viser at ca. 96 % av variasjonene på stasjon S1 kan forklares som variasjoner på stasjon L2.



**Figur 7.** Egenvekt på stasjon S1 (Skogn) for dyp >4 m plottet mot målinger i tilsvarende dyp på stasjon Y1 (Ytterøy). Her er en tydelig likhet og samvariasjon. Koeffisienten  $r^2=0,908$  viser at ca. 90 % av variasjonene på stasjon Y1 kan forklares som variasjoner på stasjon S1.



**Figur 8.** Egenvekt på stasjon L2 (Levanger) for dyp >9 m plottet mot målinger i tilsvarende dyp på stasjon SK1 (Skånes). Her er en tydelig likhet og samvariasjon. Koeffisienten  $r^2=0,947$  viser at ca. 95 % av variasjonene på stasjon SK1 kan forklares som variasjoner på stasjon L2.

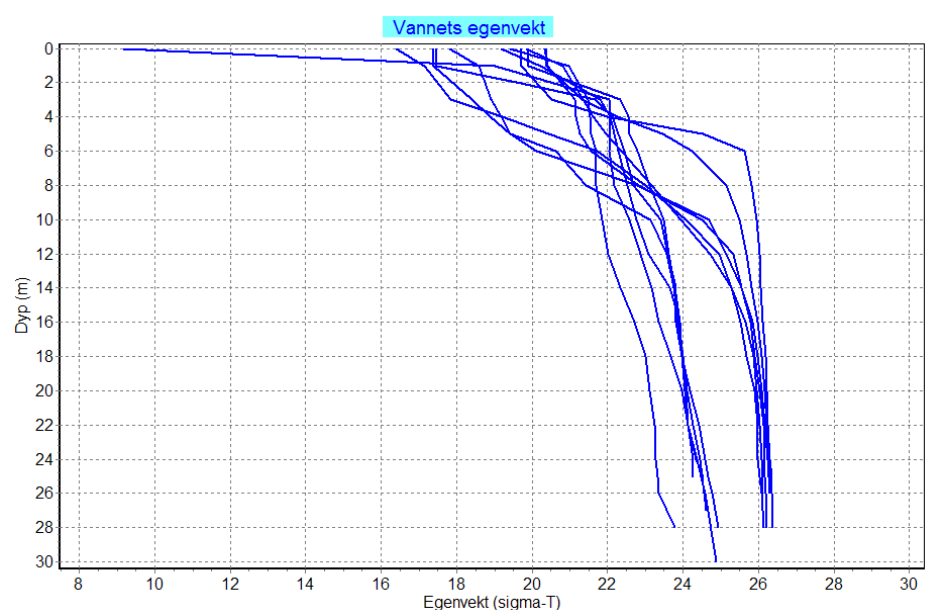
## 3. Resultater og vurderinger

### 3.1 Målinger av den vertikale sjiktningen

På grunn av varierende ferskvannsavrenning til fjorden og varierende vindforhold (bølger vil bidra til å blande ferskvannet med sjøvann) vil den vertikale tetthetssjiktningen variere en del med tiden.

**Figur 9** viser tetthetsprofilen fra de 9 måleseriene på stasjon L2 utenfor Levanger,

Alle målingene viser et overflatelag med lav egenvekt (i praksis ensbetydende med lav saltholdighet) og oftest markert vertikal sjiktning. Merk de to profilene med svak vertikal sjiktning opp til 6-8 m dyp. I slike situasjoner er innlagring under overflatelaget vanskelig å oppnå.



**Figur 9.** Vertikale tetthetsprofiler fra stasjon L2 brukt i beregningene for utslipp utenfor Levanger.

## 3.2 Beregning av innlagringsdyp for avløpsvannet

Som beskrevet i Kap. 2.1-2.2 tar beregningene av innlagringsdypet utgangspunkt i vertikalprofilene og tre vannmengder, og utføres for utslipp i de angitte dyp, med en strømhastighet og for den gitte rørdiameteren. For L2 og H2 ble dette hhv. 117 og 60 utslippskombinasjoner. Der hvor innlagringen ikke er tilfredsstillende eller det kan være kostnadseffektivt med kortere ledning med utslipp på mindre dyp er det gjort beregninger med en mulig diffusor.

### 3.2.1 Utslipp i fjorden utenfor Levanger

Resultatene for utslipp i 10-20-30 m dyp, gjennom en ledning som har et endehull med diameter 440 mm og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i **Figur 10-Figur 11**. Strålebanene (senterlinjen i ”skyen” med fortynnet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned. Ved dagens utslipp i 10 m dyp vil innblanding i overflatelaget være vanlig.

Ved dagens utslipp vil avløpsvannet ofte innblandes i overflatelaget. Flyttes utslippet til 20 m dyp vil avløpsvannet vanligvis innlagres mellom ca. 10 m og 15 m dyp (jfr. også **Figur 4**), men med stor vannmengde er det 3 situasjoner som viser innblanding i overflatelaget. Flyttes utslippet til 30 m dyp vil avløpsvannet vanligvis innlagres mellom ca. 15 m og 20 m dyp (jfr. også **Figur 4**), men med 2 situasjoner med innblanding i overflatelaget.

Vertikalprofilene som er brukt vises i **Figur 9** og der er to situasjoner med svak vertikal sjikting og som gir problemene med innlagring av avløpsvannet. **Figur 10-Figur 11** viser imidlertid resultat fra kombinasjoner av alle vertikalprofiler og alle vannmengder, selv om noen kombinasjoner er mindre sannsynlig enn andre. Med dagens avløpsnett er det sannsynlig at stor vannmengde skyldes regn eller snøsmelting som samtidig tilfører fjorden mye ferskvann og som dermed skaper en markert vertikal sjikting. Målt over tidsrommet 1.11.06-1.11.07 varierte døgnvannmengden mellom 25 l/s og 113 l/s (**Figur 13**) og det er tydelig at de høyeste vannmengdene (>80 l/s) skyldes nedbør (**Figur 14**). Det er derfor lite sannsynlig at beregningene med store vannmengder passer for vertikalprofiler med svak sjikting, og man bør kunne se bort fra de to kombinasjonene av svak sjikting og stor vannmengde som gir innblanding i overflatelaget med utslipp i 30 m dyp.

Merk at den vertikale utstrekningen av skyen med fortynnet avløpsvann kan være opp til 2-3 m på begge sider av senterlinjen.

Beregninger for utslipp av 80 l/s og 170 l/s gjennom en diffusor<sup>2</sup> i 15 m og 20 m dyp er vist i **Figur 12**. Strømhastigheten er 3 cm/s. Innlagringsdypet er hhv. ca. 10-13 m og ca. 15-17 m, uten risiko for gjennomslag til overflata.

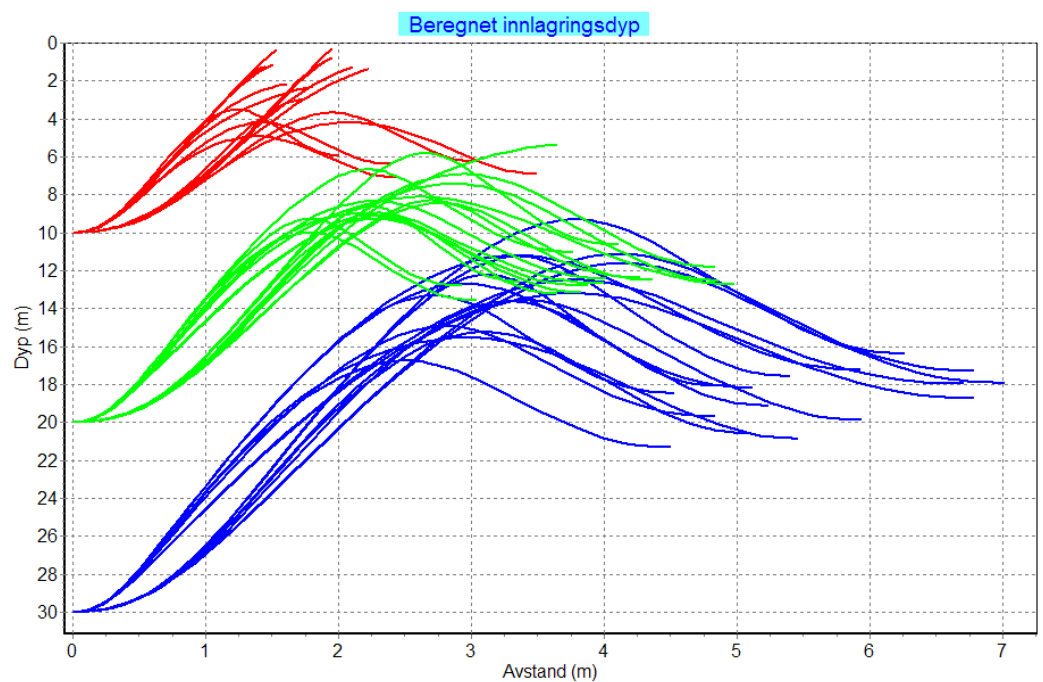
Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje dypere.

*Sett i forhold til*

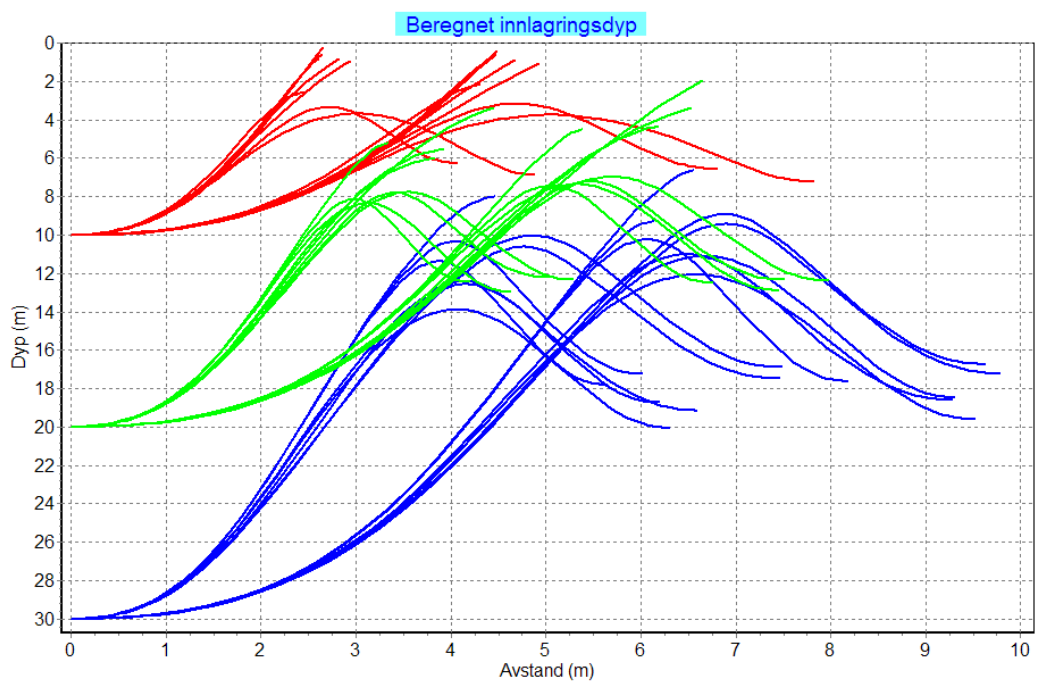
- vårt mål om at avløpsvannet ikke bør innlagres høyere enn ca.10 m dyp
  - at en må legge mest vekt på resultatet for liten strømhastighet
  - at datamaterialet er forholdsvis tynt og at man derfor legger inn en viss sikkerhetsmargin
- viser resultatene at utslipp i 28-30 m dyp bør være en god løsning. Alternativet kan være bruk av diffusor med utslipp i ca. 20 m dyp.*

<sup>2</sup> Valg av antall hull og hullenes diameter er gjort etter skjønn, i hovedsak for å illustrere hva som oppnås ved bruk av diffusor.

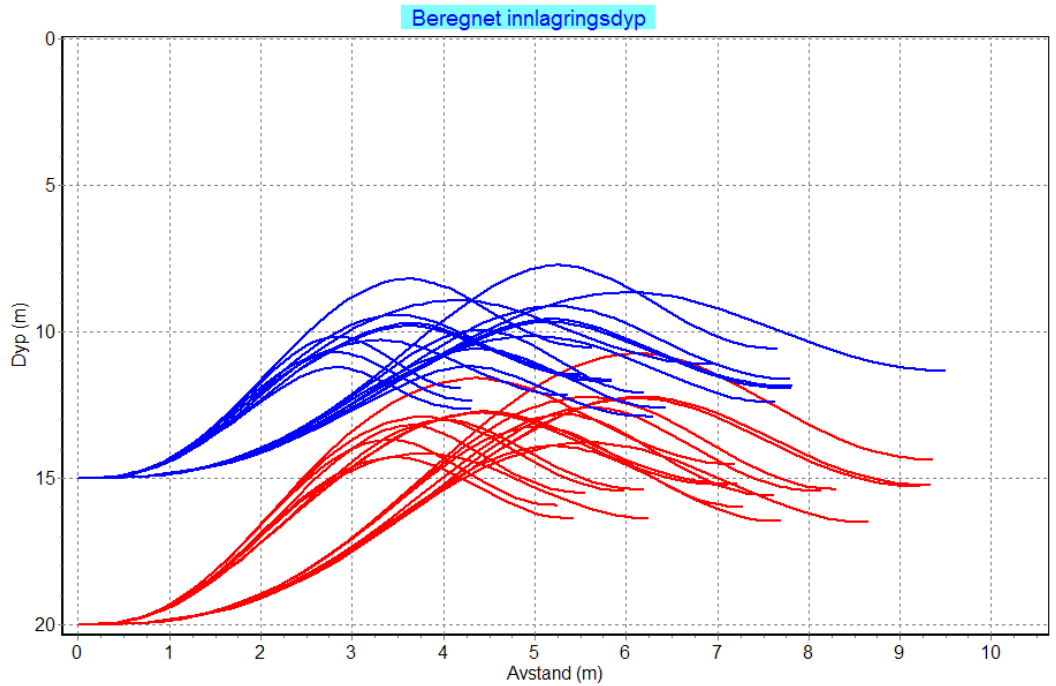




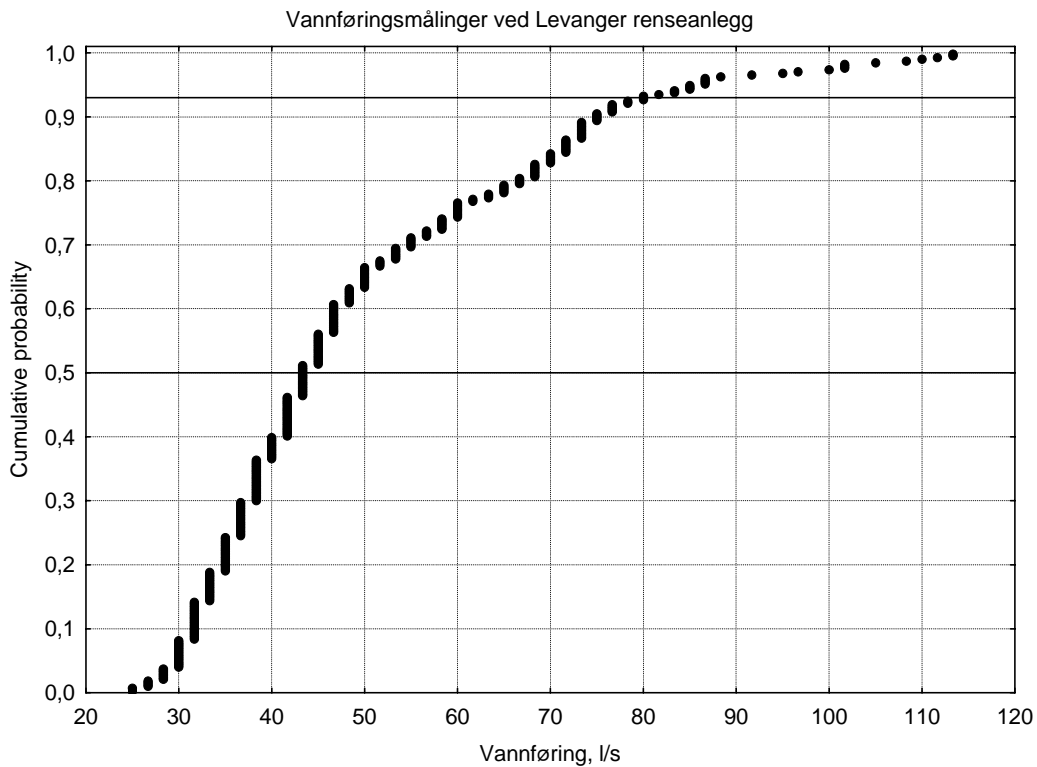
**Figur 10.** Levanger. Innlagringsdyp ved utlipp i 10 m (røde linjer), 20 m (grønne linjer) og 30 m dyp (blå linjer) for 27 l/s og 48 l/s (jfr. **Tabell 1**) og strømhastigheten 3 cm/s. Figuren viser "strålebanene" for 9 vertikallprofiler.



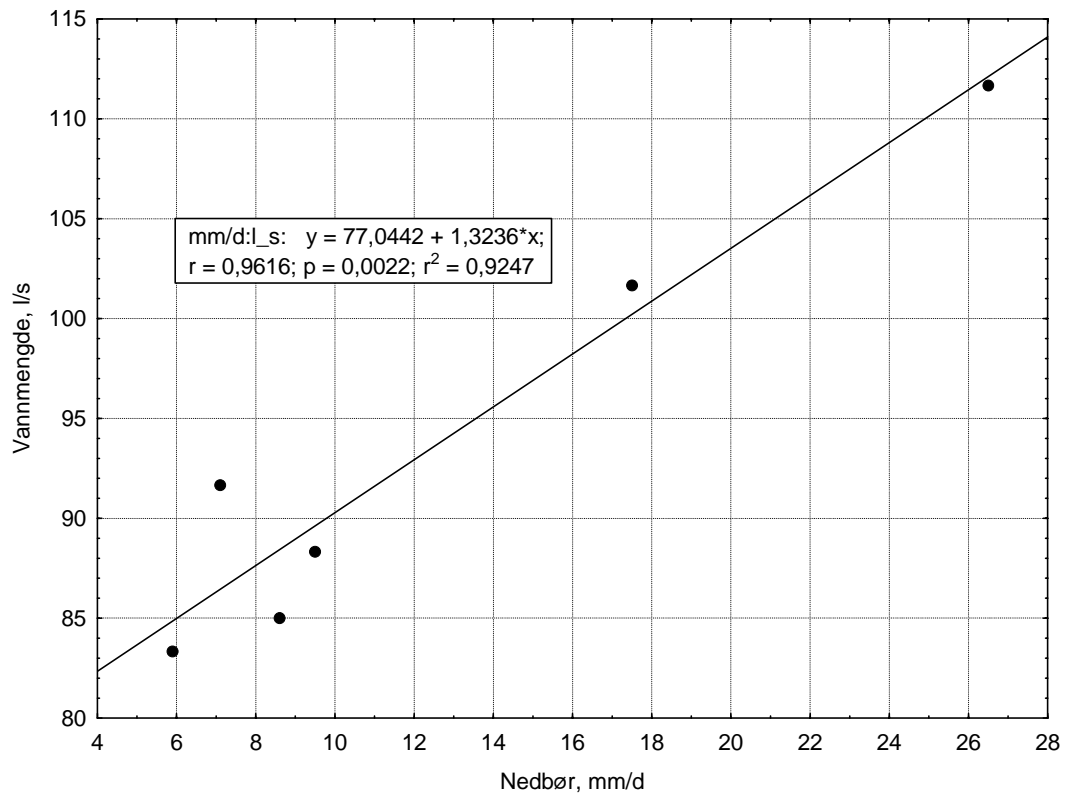
**Figur 11.** Levanger. Innlagringsdyp ved utlipp i 10 m (røde linjer), 20 m (grønne linjer) og 30 m dyp (blå linjer) for 80 l/s og 170 l/s (jfr. **Tabell 1**) og strømhastigheten 3 cm/s. Figuren viser "strålebanene" for 9 vertikallprofiler



**Figur 12.** Levanger. Innlagringsdyp ved utslipp i 15 m og 20 m dyp gjennom en diffusor med 15 hull med diameter 8 cm og innbyrdes avstand 2 m. Vannmengden er 80 l/s og 170 l/s. Strømhastigheten er 3 cm/s.



**Figur 13.** Kumulativ fordeling av vannmengder ut fra Levanger renseanlegg i tidsrommet 1.11.06-1.11.07 (opplysninger fra Levanger kommune). Medianen er 43 l/s og maksimum er 113 l/s. 7% av døgnverdiene er over 80l/s.



**Figur 14.** Vannmengder over 80 l/s i Levanger rensanlegg plottet mot nedbør målt ved Buran.

### 3.2.2 Utslipp utenfor Hoplaffjorden

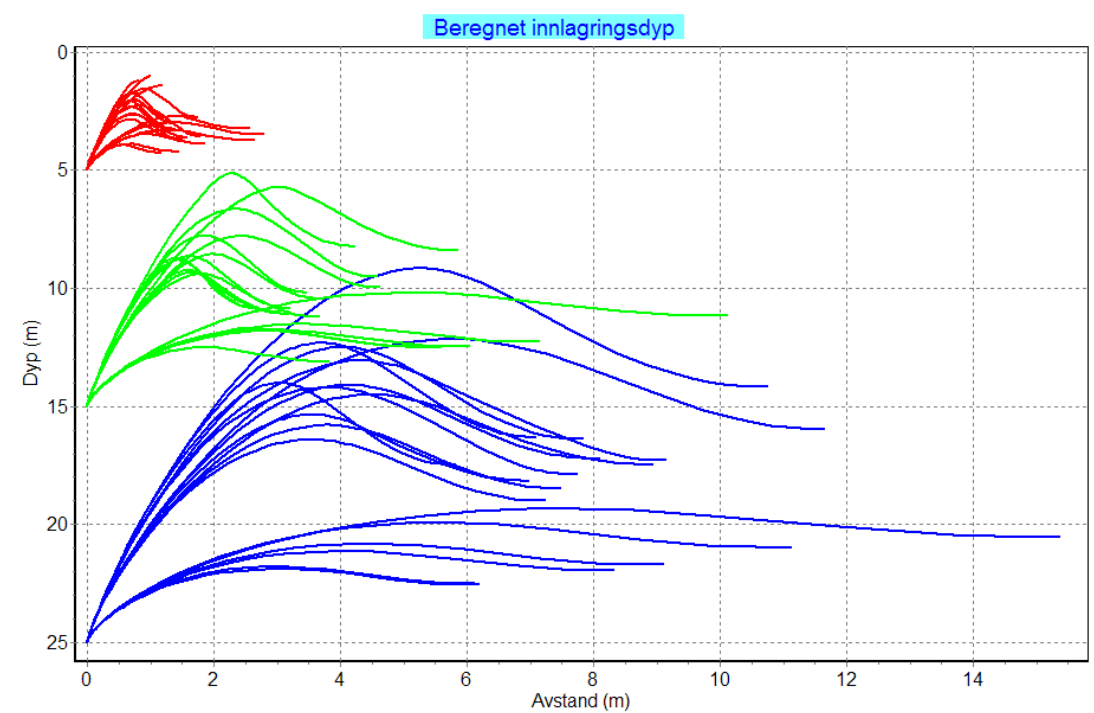
Resultatene for utslipp i 5 -15-25 m dyp, gjennom en ledning som har et endehull med diameter 160 mm og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i **Figur 15**. Strålebanene (senterlinjen i ”skyen” med fortennet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned. Ved dagens utslipp i 5 m dyp vil innblanding i overflatelaget være vanlig. Flyttes utslippet til 15 m dyp vil avløpsvannet vanligvis innlagres mellom ca. 8 m og 12 m dyp (jfr. også **Figur 4**), men med to situasjoner da man risikerer innblanding i overflatelaget. Flyttes utslippet til 25 m dyp vil avløpsvannet innlagres mellom ca. 15 m og 22 m dyp (jfr. også **Figur 4**).

Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje dypere.

Sett i forhold til

- vårt mål om at avløpsvannet ikke bør innlagres høyere enn ca.10 m dyp
- at en må legge mest vekt på resultatet for liten strømhastighet
- at datamaterialet er forholdsvis tynt og at man derfor legger inn en viss sikkerhetsmargin

viser resultatene at utslipp i 25 m dyp gjennom ledning med diameter 160 mm vil være en sikker løsning. Et slikt utslipp vil dertil ligge utenfor selve Hoplaffjorden.



**Figur 15.** Hoplaffjord. Innlagringsdyp ved utslipp i 5 m (røde linjer), 15 m (grønne linjer) og 25 m dyp (blå linjer) for liten-middels-stor vannmengde (jfr. **Tabell 1**) og strømhastigheten 3 cm/s. Figuren viser ”strålebanene” for 7 vertikale profiler.

### 3.2.3 Utslipp ved Skogn

Resultatene for utslipp i 24-28 m dyp, gjennom en ledning som har et endehull med diameter 220 mm og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i

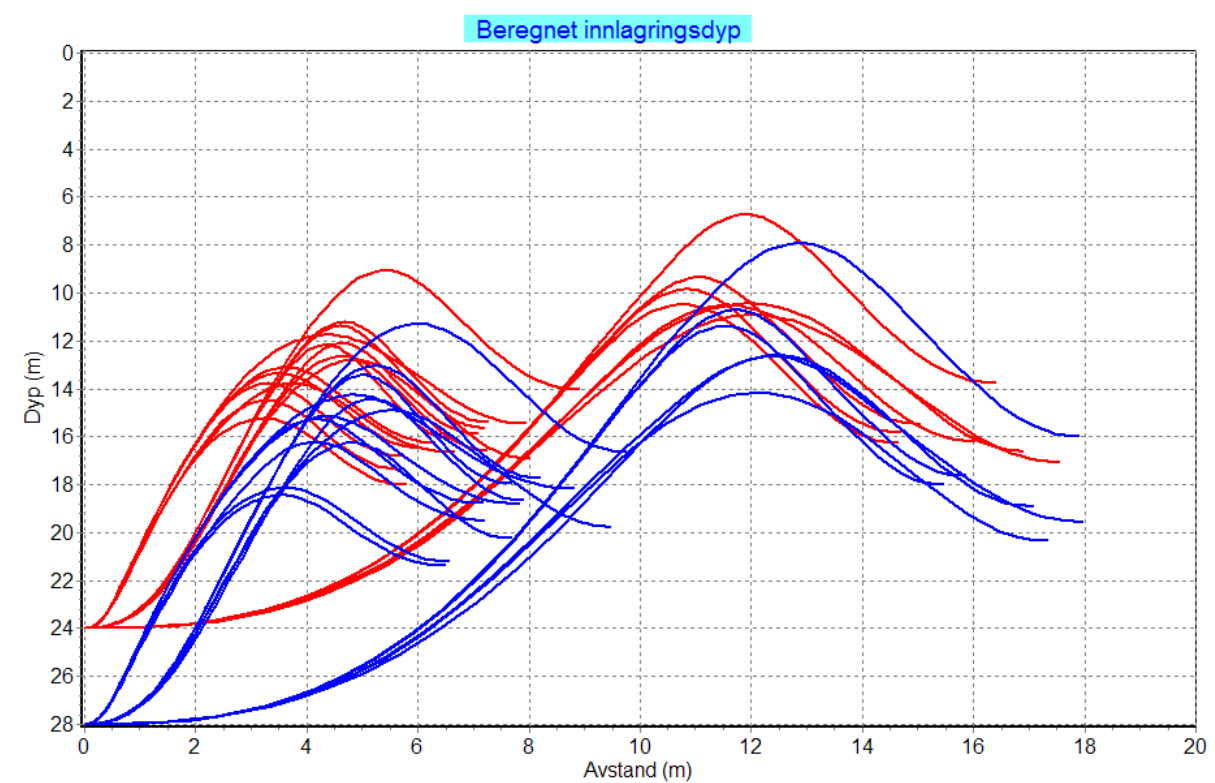
**Figur 16.** Strålebanene (senterlinjen i ”skyen” med fortynnet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned. Ved dagens utslipp i 24 m dyp vil innlagring i 14-18 m dyp være vanlig. Flyttes utslippet til 28 m dyp vil avløpsvannet innlagres mellom ca. 16 m og 22 m dyp.

Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje dypere.

Sett i forhold til

- vårt mål om at avløpsvannet ikke bør innlagres høyere enn ca.10 m dyp
- at en må legge mest vekt på resultatet for liten strømhastighet
- at datamaterialet er forholdsvis tynt og at man derfor legger inn en viss sikkerhetsmargin

viser resultatene at dagens utslipp i 24 m dyp fungerer rimelig bra. Hvis anledning byr seg – eller vannmengden øker - bør man likevel vurdere flytting til 26-28 m dyp.



**Figur 16.** Skogn. Innlagringsdyp ved utslipp i 24 m (røde linjer) og 28 m dyp (blå linjer) for liten- middels-stor vannmengde (jfr. **Tabell 1**) og strømhastigheten 3 cm/s.

### 3.2.4 Utslipp ved Skånes

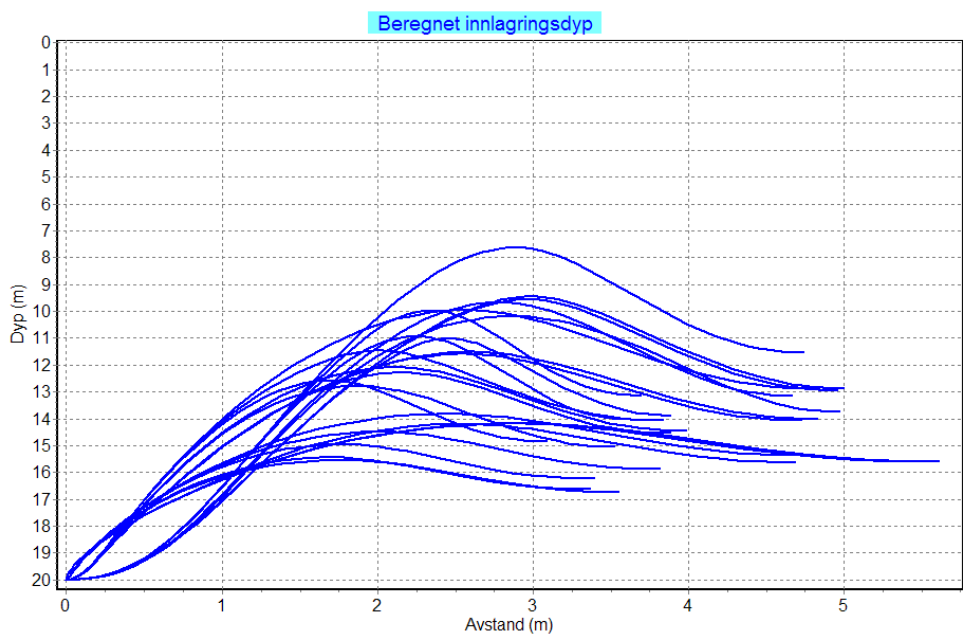
Fra dette utslippet finnes bare en vertikalprofil, men sammenligningene i kap. 2.2 tyder på at profilene her er ganske lik de som er målt ved Levanger. Beregningene for Skånes er derfor i hovedsak basert på Levangerprofilene.

Diameteren på avløpsledningen er 295 mm og ved små vannmengder vil det meste av røret være fylt med sjøvann og utstrømming foregå bare i en del av ledningen. For bedre å simulere den situasjonen er diameteren redusert til 17 cm, som gir et densimetrisk Froudetall lik 1 for  $Q_{\text{middel}}$ .

Resultatene for utslipp i 20 m dyp og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i **Figur 17**. Strålebanene (senterlinjen "skyen" med fortynnet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned, og innlagres i ca. 10-17 m dyp (jfr. også **Figur 4**). Merk at den vertikale utstrekningen av skyen med fortynnet avløpsvann godt kan være 1-2 m på begge sider av senterlinjen.

Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje noe dypere.

*Med forbehold om en viss usikkerhet ved at det her er brukt vertikalprofiler fra Levanger, ser dette ut til å være et velfungerende utslipp.*



**Figur 17.** Skånes. Innlagringsdyp ved utslipp i 20 m dyp gjennom 295 mm ledning for vannmengdene  $Q_{\text{min}}$ ,  $Q_{\text{mid}}$  og  $Q_{\text{maks}}$  og strømhastighet 3 cm/s. Figuren viser "strålebanene" for avløpsvannet som innlagres i ca. 11-17 m dyp.

### 3.2.5 Utslipp ved Ekne

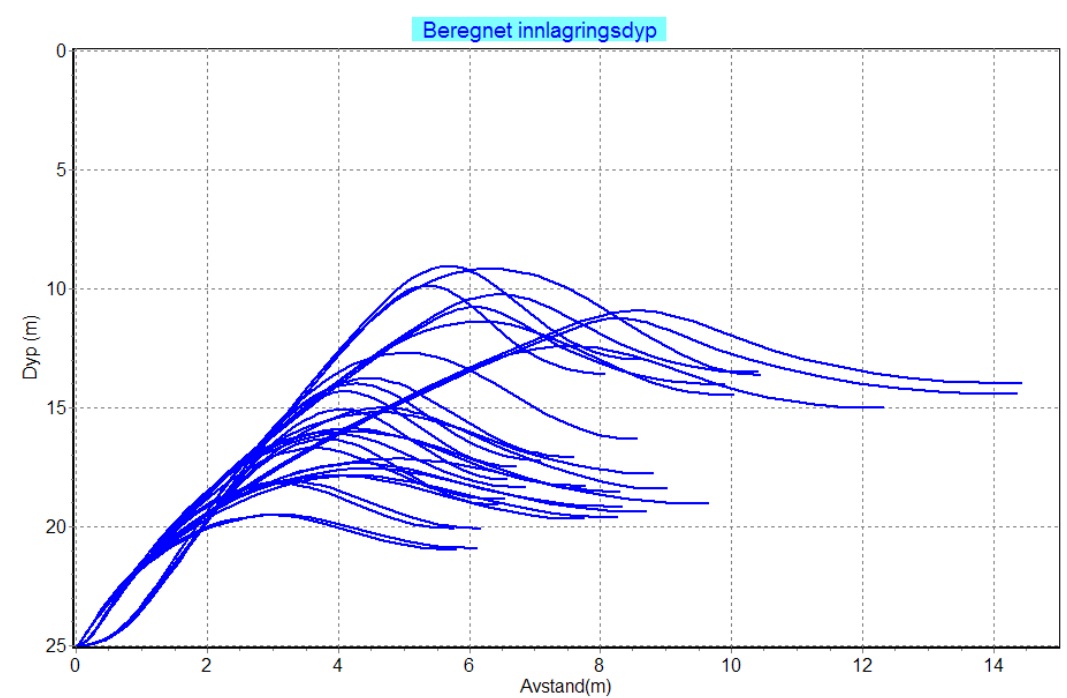
Fra dette utslippet finnes tre vertikale profiler, men sammenligningene i kap. 2.2 (for bl.a. Skogn og Ytterøy) kan tyde på at profilene her er ganske lik de som er målt ved Skogn. Vi har derfor supplert de tre profilene med data fra Skogn S1.

Diameteren på avløpsledningen er 140 mm og ved små vannmengder vil noe av røret være fylt med sjøvann og utstrømming foregå bare i en del av ledningen. For bedre å simulere den situasjonen er diameteren redusert til 14 cm, som gir et densimetrisk Froudetall lik 1 for  $Q_{\text{middel}}$ .

Resultatene for utslipp i 25 m dyp og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i **Figur 18**. Strålebanene (senterlinjen "skyen" med fortynnet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned, og innlagres i ca. 13-21 m dyp (jfr. også **Figur 4**). Merk at den vertikale utstrekningen av skyen med fortynnet avløpsvann godt kan være 1-2 m på begge sider av senterlinjen.

Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje noe dypere.

*Med forbehold om en viss usikkerhet fordi det foreløpig bare er brukt vertikale profiler fra Skogn, ser dette ut til å være et velfungerende utslipp.*



**Figur 18.** Ekne. Innlagingsdyp ved utslipp i 25 m dyp gjennom 140 mm ledning ved vannmengden er  $Q_{\text{min}}$ ,  $Q_{\text{mid}}$  og  $Q_{\text{maks}}$  og strømhastigheten 3 cm/s. Figuren viser "strålebanene" for avløpsvannet som innlagres i ca. 13-21 m dyp.

### 3.2.6 Utslipp ved Ytterøy

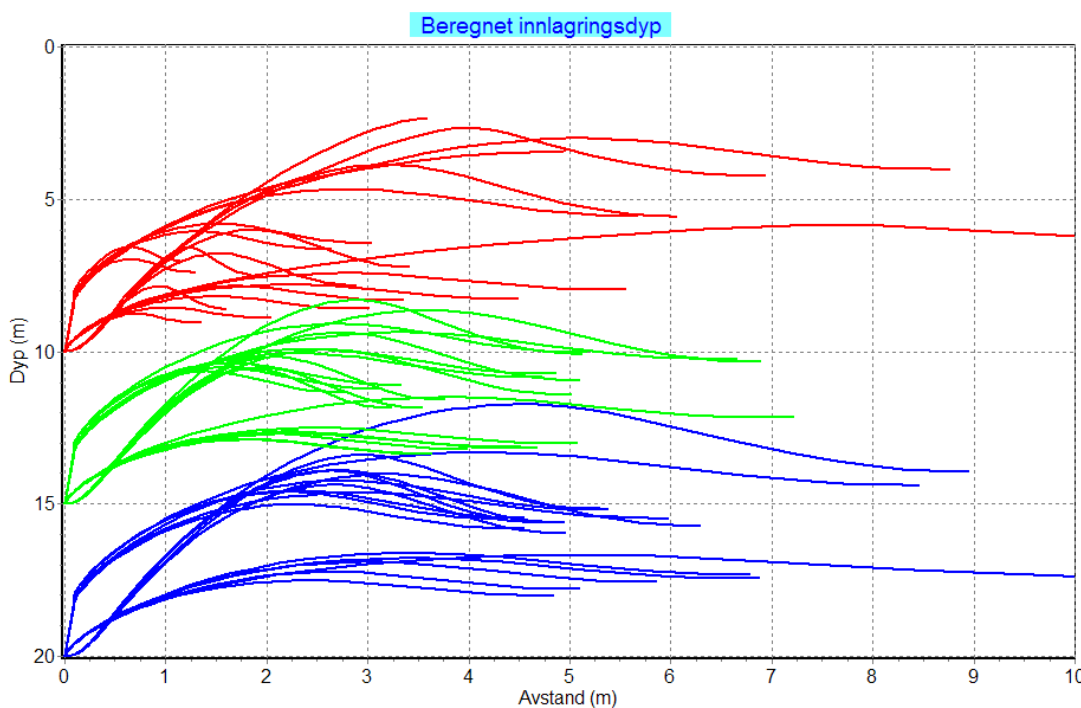
Fra dette utslippet finnes tre vertikalprofiler, men sammenligningene i kap. 2.2 viser at for dyp  $\geq 10$  m var profilene her er ganske lik de som er målt ved Skogn. Profilene for Ytterøy er derfor supplert med profiler fra Skogn S1.

Diameteren på avløpsledningen er 160 mm og ved små vannmengder vil noe av røret være fylt med sjøvann og utstrømming foregå bare i en del av ledningen. For bedre å simulere den situasjonen er diameteren redusert til 14 cm, som gir et densimetrisk Froudetall lik 1 for  $Q_{\text{middel}}$ .

Resultatene for utslipp i 10-15-20 m dyp og ved strømhastighet 3 cm/s i resipienten er vist i **Figur 19**. Strålebanene (senterlinjen "skyen" med fortynnet avløpsvann) viser hvordan avløpsvannet først stiger og deretter synker noe ned før det innlagres (jfr. også **Figur 4**). Merk at den vertikale utstrekningen av skyen med fortynnet avløpsvann godt kan være 1-2 m på begge sider av senterlinjen.

Med økende strømhastighet blir strålebanene flatere og innlagringen vil skje noe dypere.

*Med forbehold om en viss usikkerhet fordi det foreløpig bare er brukt vertikalprofiler fra Skogn, viser beregningene at dagens utslipp i 10 m dyp iblant vil innblandes i overflatelaget. Vi anbefaler derfor at utslippet flyttes til 15-20 m dyp, noe som også vil øke avstanden til strandsonen.*



**Figur 19.** Ytterøy. Innlagringsdyp ved utslipp i 10 m, 15 m og 20 m dyp gjennom 140 mm ledning ved vannmengdene  $Q_{\text{min}}$ ,  $Q_{\text{mid}}$  og  $Q_{\text{maks}}$  og strømhastigheten 3 cm/s. Figuren viser "strålebanene" for avløpsvannet som innlagres i hhv. 0-ca. 9 m, ca. 10-13 m og ca. 13-17 m dyp.



## 4. Litteratur

Frick, W.E., Roberts, P.J.W., Davis, L.R., Keyes, J, Baumgartner, D.J. and George, K.P., 2001. Dilution Models for Effluent Discharges, 4<sup>th</sup> Edition (Visual Plumes). Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA.

Molvær, J., Velvin, R., Berg, I., Finnesand, T. og Bratli, J.L., 2002. EUs Avløpsdirektiv - Veileder i planlegging, gjennomføring og rapportering av resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. SFT-rapport. TA-nr.1890/2002. 47 sider.

Sandnes, O.K., 2003. Marin miljøundersøkelse ved kloakkutslipp fra Levanger Sentrum. Vurdering av endret utslippsplassering, Levanger kommune 02.10.02. Aqua Kompetanse rapport nr. 8-2-3. 29 sider.

## Vedlegg A. Loggbok hydrografisk målinger

LOGGBOK – LEVANGER

KOMMUNE -

RESIPIENTUNDERSØKELSE LEVANGER KOMMUNE RESIPIENTUNDERSØKELSE

Dato:	Målepkt.	Tid:	Dyp. meter	N-koordinat	E- koordinat
03.05.2006	H1	10.30	14	63°36.147'	10°55.247'
	H2	10.38	25	63°36.205'	10°54.917'
	L1	12.04	21	63°45.601'	11°17.907'
	L2	12.20	32	63°46.115'	11°17.458'
07.06.2007	L1	09.40	19		
	L2	09.50	29		
	S1	10.35	29		
	S2	10.40	20		
	H1	13.55	13		
	H2	13.45	25		
20.06.2007	L1	09.05	18		
	L2	09.20	27		
	Y1	10.15	35	63°45.290'	11°03.647'
	S1	11.00	29	63°42.982'	11°11.181'
	S2	11.05	19	63°42.786'	11°11.162'
	H1	13.30	14		
	"H2"	13.45	21	Litt mye ute av posisjon	
	H2	14.00	25		
06.07.2007	L1	09.35	18		
	L2	09.50	28		
	Y1	10.35	34		
	S1	11.20	30		
	S2	11.28	19		
17.07.2007	H1	10.00	14		
	H2	10.10	25		
05.08.2007	L1	16.45	18		
	L2	16.55	29		
	Y1	17.45	30		
	S1	19.05	28		
	S2	19.15	18		
07.08.2007	S2	11.10	20		
	S1	11.20	28		
	L1	12.05	21		
	L2	12.15	29		
11.09.2007	S2	08.55	19		
	S1	09.02	29,5		
	L1	09.48	20		
	L2	10.00	32		
29.09.2007	L1	16.00	18		
	L2	16.10	27		
	S1	16.50	31		

---

	S2	16.55	21		
16.10.2007	H1	12.57	15		
	H2	13.07	28		
	E1	14.10	15		
22.10.2007	H1	13.45	14		
	H2	13.55	25		
	E1	14.40	13	63°42.269	11°02.788'
24.10.2007	L1	10.40	20		
	L2	10.50	27		
	S1	11.30	29		
	S2	11.35	21		
	SK1	13.40	20	63°46.481	11°24.615'
26.10.2007	H1	13.45	15		
	H2	13.50	27		
	E1	14.45	13		

## Vedlegg B. Hydrografiske data

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Saltholdighet	Temperatur (°C)	Turbiditet (FTU)
L2	07.06.2007	1	23,3	17,014	0,94
L2	07.06.2007	2	24,47	15,461	0,67
L2	07.06.2007	3	25,92	13,802	0,57
L2	07.06.2007	4	27,05	12,198	0,45
L2	07.06.2007	5	27,91	10,999	0,51
L2	07.06.2007	6	28,39	10,155	0,67
L2	07.06.2007	7	29,31	9,453	0,74
L2	07.06.2007	8	30,05	8,93	0,67
L2	07.06.2007	9	30,3	8,688	0,47
L2	07.06.2007	10	30,75	8,413	0,37
L2	07.06.2007	12	31,53	8,134	0,42
L2	07.06.2007	14	32,33	7,939	0,37
L2	07.06.2007	16	32,49	7,9	0,41
L2	07.06.2007	18	32,69	7,838	0,4
L2	07.06.2007	20	32,75	7,836	0,46
L2	07.06.2007	22	32,8	7,82	0,47
L2	07.06.2007	24	33,01	7,816	0,39
L2	07.06.2007	26	33,17	7,825	0,41
L2	20.06.2007	1	24,11	14,11	0,08
L2	20.06.2007	2	24,18	14,073	0,07
L2	20.06.2007	3	24,42	14,016	0,07
L2	20.06.2007	4	24,77	13,877	0,08
L2	20.06.2007	5	25,38	13,54	0,08
L2	20.06.2007	6	26,43	12,831	0,08
L2	20.06.2007	7	28,09	11,647	0,07
L2	20.06.2007	8	29,27	10,783	0,08
L2	20.06.2007	9	30,61	9,559	0,08
L2	20.06.2007	10	31,5	8,883	0,07
L2	20.06.2007	12	32,35	8,199	0,08
L2	20.06.2007	14	32,5	8,094	0,08
L2	20.06.2007	16	32,72	7,997	0,07
L2	20.06.2007	18	32,8	7,953	0,08
L2	20.06.2007	20	33,04	7,91	0,07
L2	20.06.2007	22	33,17	7,914	0,08
L2	20.06.2007	24	33,28	7,92	0,08
L2	20.06.2007	26	33,43	7,955	0,07
L2	06.07.2007	1	27,85	15,538	0,08
L2	06.07.2007	2	27,9	15,25	0,08
L2	06.07.2007	3	28,47	14,334	0,08
L2	06.07.2007	4	29,34	13,065	0,08
L2	06.07.2007	5	30,27	11,747	0,08
L2	06.07.2007	6	30,85	10,918	0,08
L2	06.07.2007	7	31,56	10,151	0,08
L2	06.07.2007	8	32,09	9,549	0,08
L2	06.07.2007	9	32,32	9,221	0,08
L2	06.07.2007	10	32,65	8,789	0,08
L2	06.07.2007	12	33,13	8,255	0,08

---

L2	06.07.2007	14	33,38	8,157	0,08
L2	06.07.2007	16	33,41	8,12	0,08
L2	06.07.2007	18	33,58	8,1	0,08
L2	06.07.2007	20	33,64	8,12	0,08
L2	06.07.2007	22	33,68	8,122	0,08
L2	06.07.2007	24	33,73	8,15	0,08
L2	06.07.2007	26	33,88	8,202	0,08
L2	05.08.2007	1	28,5	16,379	0,07
L2	05.08.2007	2	28,68	16,095	0,07
L2	05.08.2007	3	28,79	15,838	0,07
L2	05.08.2007	4	28,83	15,783	0,07
L2	05.08.2007	5	28,87	15,739	0,08
L2	05.08.2007	6	29,26	15,186	0,08
L2	05.08.2007	7	29,9	14,3	0,07
L2	05.08.2007	8	30,56	13,352	0,07
L2	05.08.2007	9	31,6	11,634	0,07
L2	05.08.2007	10	32,64	9,916	0,07
L2	05.08.2007	12	32,97	9,217	0,07
L2	05.08.2007	14	33,14	8,939	0,07
L2	05.08.2007	16	33,31	8,763	0,07
L2	05.08.2007	18	33,42	8,626	0,07
L2	05.08.2007	20	33,51	8,528	0,07
L2	05.08.2007	22	33,61	8,452	0,07
L2	05.08.2007	24	33,64	8,412	0,07
L2	05.08.2007	26	33,75	8,362	0,07
L2	05.08.2007	28	33,79	8,345	0,07
L2	07.08.2007	1	27,72	17,527	0,08
L2	07.08.2007	2	28,03	17,05	0,08
L2	07.08.2007	3	28,32	16,597	0,08
L2	07.08.2007	4	28,61	16,145	0,08
L2	07.08.2007	5	29,05	15,433	0,08
L2	07.08.2007	6	29,51	14,669	0,07
L2	07.08.2007	7	29,94	13,882	0,07
L2	07.08.2007	8	30,32	13,06	0,08
L2	07.08.2007	9	30,84	12,237	0,08
L2	07.08.2007	10	31,55	11,414	0,08
L2	07.08.2007	12	32,35	10,377	0,08
L2	07.08.2007	14	32,82	9,619	0,08
L2	07.08.2007	16	32,96	9,275	0,08
L2	07.08.2007	18	33,19	8,924	0,08
L2	07.08.2007	20	33,31	8,773	0,08
L2	07.08.2007	22	33,45	8,645	0,08
L2	07.08.2007	24	33,56	8,536	0,08
L2	07.08.2007	26	33,65	8,444	0,08
L2	11.09.2007	1	25,7	11,925	0,07
L2	11.09.2007	2	27,09	12,085	0,07
L2	11.09.2007	3	28,03	12,186	0,07
L2	11.09.2007	4	28,25	12,215	0,07
L2	11.09.2007	5	28,68	12,252	0,07
L2	11.09.2007	6	28,98	12,273	0,07
L2	11.09.2007	7	29,03	12,29	0,07
L2	11.09.2007	8	29,16	12,332	0,07

---

---

L2	11.09.2007	9	29,2	12,349	0,07
L2	11.09.2007	10	29,27	12,368	0,07
L2	11.09.2007	12	29,35	12,371	0,07
L2	11.09.2007	14	29,51	12,378	0,07
L2	11.09.2007	16	29,78	12,403	0,07
L2	11.09.2007	18	29,91	12,404	0,07
L2	11.09.2007	20	30,02	12,397	0,07
L2	11.09.2007	22	30,83	12,21	0,07
L2	11.09.2007	24	31,28	12,128	0,07
L2	11.09.2007	26	31,51	12,089	0,07
L2	11.09.2007	28	31,58	12,055	0,07
L2	11.09.2007	30	31,97	11,861	0,07
L2	29.09.2007	1	12,43	11,156	0,07
L2	29.09.2007	2	28,88	11,152	0,07
L2	29.09.2007	3	28,87	11,151	0,07
L2	29.09.2007	4	28,88	11,151	0,07
L2	29.09.2007	5	28,9	11,152	0,07
L2	29.09.2007	6	28,89	11,153	0,07
L2	29.09.2007	7	28,88	11,156	0,07
L2	29.09.2007	8	28,92	11,163	0,07
L2	29.09.2007	9	28,94	11,17	0,07
L2	29.09.2007	10	28,95	11,177	0,07
L2	29.09.2007	12	29,01	11,312	0,07
L2	29.09.2007	14	29,64	11,437	0,07
L2	29.09.2007	16	30,42	11,467	0,07
L2	29.09.2007	18	30,9	11,458	0,07
L2	29.09.2007	20	31,05	11,446	0,07
L2	29.09.2007	22	31,47	11,382	0,07
L2	29.09.2007	24	31,86	11,329	0,07
L2	29.09.2007	26	31,9	11,31	0,07
L2	24.10.2007	1	24,62	8,191	0,07
L2	24.10.2007	2	26,01	8,513	0,07
L2	24.10.2007	3	27,18	8,786	0,07
L2	24.10.2007	4	27,77	8,92	0,07
L2	24.10.2007	5	28,35	9,053	0,07
L2	24.10.2007	6	28,53	9,174	0,07
L2	24.10.2007	7	28,64	9,293	0,07
L2	24.10.2007	8	28,9	9,437	0,07
L2	24.10.2007	9	29,25	9,595	0,07
L2	24.10.2007	10	29,48	9,718	0,07
L2	24.10.2007	12	30,04	9,869	0,07
L2	24.10.2007	14	30,48	10,039	0,07
L2	24.10.2007	16	31,22	10,198	0,07
L2	24.10.2007	18	31,43	10,229	0,07
L2	24.10.2007	20	31,63	10,241	0,07
L2	24.10.2007	22	31,85	10,246	0,07
L2	24.10.2007	24	32,17	10,245	0,07
L2	24.10.2007	26	32,45	10,238	0,07
H2	07.06.2007	1	20,02	20,013	0,71
H2	07.06.2007	2	20,59	18,763	0,78
H2	07.06.2007	3	21,57	17,185	0,81

---

---

H2	07.06.2007	4	23,05	15,291	0,83
H2	07.06.2007	5	24,58	13,154	0,6
H2	07.06.2007	6	26,12	11,118	0,63
H2	07.06.2007	7	27,95	9,288	0,57
H2	07.06.2007	8	29,96	8,061	0,51
H2	07.06.2007	9	31,49	7,496	0,66
H2	07.06.2007	10	31,98	7,33	1,07
H2	07.06.2007	12	32,46	7,224	0,93
H2	07.06.2007	14	32,73	7,235	1,12
H2	07.06.2007	16	32,91	7,267	1,19
H2	07.06.2007	18	33,02	7,287	1,47
H2	07.06.2007	20	33,12	7,284	1,41
H2	07.06.2007	22	33,21	7,296	1,43
H2	07.06.2007	24	33,24	7,3	2,35
H2	20.06.2007	1	22,48	15,726	0,07
H2	20.06.2007	2	24,42	14,334	0,07
H2	20.06.2007	3	27,13	11,858	0,07
H2	20.06.2007	4	28,25	10,766	0,07
H2	20.06.2007	5	29	10,212	0,07
H2	20.06.2007	6	29,57	9,815	0,07
H2	20.06.2007	7	29,91	9,605	0,07
H2	20.06.2007	8	30,33	9,413	0,07
H2	20.06.2007	9	30,88	8,751	0,07
H2	20.06.2007	10	31,33	8,288	0,07
H2	20.06.2007	12	31,77	7,951	0,07
H2	20.06.2007	14	32,35	7,595	0,07
H2	20.06.2007	16	32,73	7,509	0,07
H2	20.06.2007	18	32,88	7,436	0,07
H2	20.06.2007	20	33,01	7,402	0,07
H2	20.06.2007	22	33,12	7,401	0,07
H2	20.06.2007	24	33,25	7,408	0,07
H2	17.07.2007	1	27,5	17,381	0,07
H2	17.07.2007	2	27,98	17,31	0,07
H2	17.07.2007	3	28,21	17,292	0,08
H2	17.07.2007	4	28,99	16,094	0,08
H2	17.07.2007	5	31,71	11,435	0,08
H2	17.07.2007	6	32,88	8,625	0,08
H2	17.07.2007	7	33,03	8,132	0,08
H2	17.07.2007	8	33,07	8,014	0,07
H2	17.07.2007	9	33,15	7,913	0,08
H2	17.07.2007	10	33,24	7,835	0,07
H2	17.07.2007	12	33,32	7,755	0,08
H2	17.07.2007	14	33,37	7,731	0,07
H2	17.07.2007	16	33,45	7,695	0,07
H2	17.07.2007	18	33,53	7,684	0,07
H2	17.07.2007	20	33,59	7,701	0,08
H2	17.07.2007	22	33,62	7,701	0,08
H2	17.07.2007	24	33,69	7,71	0,08
H2	16.10.2007	1	22,41	8,433	0,07
H2	16.10.2007	2	23,29	8,426	0,07
H2	16.10.2007	3	23,7	8,462	0,07
H2	16.10.2007	4	24,36	8,535	0,07

---

---

H2	16.10.2007	5	25,09	8,746	0,07
H2	16.10.2007	6	26,79	9,326	0,07
H2	16.10.2007	7	27,62	9,875	0,07
H2	16.10.2007	8	28,15	10,824	0,07
H2	16.10.2007	9	29,68	11,743	0,07
H2	16.10.2007	10	30,57	12,084	0,07
H2	16.10.2007	12	31,15	12,227	0,07
H2	16.10.2007	14	31,39	12,202	0,07
H2	16.10.2007	16	31,5	12,212	0,07
H2	16.10.2007	18	31,68	12,202	0,07
H2	16.10.2007	20	31,83	12,153	0,07
H2	16.10.2007	22	32,01	12,051	0,07
H2	16.10.2007	24	32,22	11,896	0,07
H2	16.10.2007	26	32,32	11,791	0,07
H2	22.10.2007	1	22,55	8,194	0,08
H2	22.10.2007	2	27,01	10,037	0,07
H2	22.10.2007	3	28,29	10,359	0,07
H2	22.10.2007	4	28,84	10,283	0,07
H2	22.10.2007	5	29,03	10,28	0,07
H2	22.10.2007	6	29,24	10,307	0,07
H2	22.10.2007	7	29,29	10,492	0,07
H2	22.10.2007	8	29,75	11,06	0,07
H2	22.10.2007	9	30,43	11,515	0,07
H2	22.10.2007	10	30,82	11,704	0,07
H2	22.10.2007	12	31,1	11,9	0,08
H2	22.10.2007	14	31,36	11,848	0,07
H2	22.10.2007	16	31,42	11,991	0,08
H2	22.10.2007	18	31,61	12,083	0,07
H2	22.10.2007	20	31,74	12,042	0,07
H2	22.10.2007	22	31,82	12,029	0,08
H2	26.10.2007	1	25,84	9,3	0,07
H2	26.10.2007	2	28,36	9,799	0,08
H2	26.10.2007	3	29,07	10,105	0,07
H2	26.10.2007	4	29,34	10,094	0,07
H2	26.10.2007	5	29,41	10,348	0,08
H2	26.10.2007	6	29,73	10,516	0,07
H2	26.10.2007	7	29,84	10,718	0,07
H2	26.10.2007	8	30,3	11,071	0,07
H2	26.10.2007	9	30,6	11,074	0,07
H2	26.10.2007	10	30,81	11,17	0,07
H2	26.10.2007	12	31,09	11,629	0,07
H2	26.10.2007	14	31,31	11,739	0,07
H2	26.10.2007	16	31,46	11,781	0,07
H2	26.10.2007	18	31,57	11,822	0,08
H2	26.10.2007	20	31,65	11,834	0,07
H2	26.10.2007	22	31,79	11,905	0,07
H2	26.10.2007	24	31,94	11,909	0,07
S1	07.06.2007	1	24,39	18,338	0,68
S1	07.06.2007	2	24,46	17,657	0,69
S1	07.06.2007	3	24,75	16,619	0,71
S1	07.06.2007	4	25,96	14,371	0,62

---



S1	07.06.2007	5	27,16	12,291	0,61
S1	07.06.2007	6	28,43	10,773	0,69
S1	07.06.2007	7	29,21	10,004	0,82
S1	07.06.2007	8	29,8	9,453	0,77
S1	07.06.2007	9	30,41	9,025	0,58
S1	07.06.2007	10	30,99	8,598	0,61
S1	07.06.2007	12	32,05	8,102	0,57
S1	07.06.2007	14	32,37	7,929	0,47
S1	07.06.2007	16	32,69	7,848	0,4
S1	07.06.2007	18	32,93	7,84	0,57
S1	07.06.2007	20	33,18	7,835	0,65
S1	07.06.2007	22	33,28	7,847	1,06
S1	07.06.2007	24	33,31	7,871	1,27
S1	07.06.2007	26	33,42	7,896	0,83
S1	07.06.2007	28	33,51	7,917	1,27
S1	20.06.2007	1	25,22	14,363	0,07
S1	20.06.2007	2	25,31	14,223	0,07
S1	20.06.2007	3	25,52	13,999	0,07
S1	20.06.2007	4	25,79	13,808	0,07
S1	20.06.2007	5	26,08	13,669	0,07
S1	20.06.2007	6	26,85	12,997	0,07
S1	20.06.2007	7	28,09	11,938	0,07
S1	20.06.2007	8	29,67	10,3	0,07
S1	20.06.2007	9	31,28	9,159	0,07
S1	20.06.2007	10	31,8	8,747	0,07
S1	20.06.2007	12	32,32	8,286	0,07
S1	20.06.2007	14	32,76	8,04	0,07
S1	20.06.2007	16	33,07	7,941	0,07
S1	20.06.2007	18	33,21	7,921	0,07
S1	20.06.2007	20	33,38	7,936	0,07
S1	20.06.2007	22	33,52	7,947	0,07
S1	20.06.2007	24	33,55	7,971	0,07
S1	20.06.2007	26	33,58	7,985	0,07
S1	20.06.2007	28	33,64	8,008	0,07
S1	06.07.2007	1	27,82	15,569	0,07
S1	06.07.2007	2	28,14	15,081	0,08
S1	06.07.2007	3	28,68	14,116	0,08
S1	06.07.2007	4	29,5	12,548	0,08
S1	06.07.2007	5	30,69	11,019	0,07
S1	06.07.2007	6	31,49	10,032	0,07
S1	06.07.2007	7	31,92	9,516	0,07
S1	06.07.2007	8	32,44	8,951	0,08
S1	06.07.2007	9	32,68	8,696	0,08
S1	06.07.2007	10	32,8	8,564	0,08
S1	06.07.2007	12	33	8,346	0,08
S1	06.07.2007	14	33,13	8,145	0,07
S1	06.07.2007	16	33,35	8,1	0,08
S1	06.07.2007	18	33,46	8,08	0,08
S1	06.07.2007	20	33,56	8,08	0,08
S1	06.07.2007	22	33,65	8,091	0,08
S1	06.07.2007	24	33,76	8,127	0,07

---

S1	06.07.2007	26	33,82	8,157	0,07
S1	06.07.2007	28	33,87	8,173	0,08
S1	05.08.2007	1	29,09	16,314	0,07
S1	05.08.2007	2	28,94	16,033	0,07
S1	05.08.2007	3	28,92	15,947	0,07
S1	05.08.2007	4	28,94	15,842	0,07
S1	05.08.2007	5	29,04	15,696	0,07
S1	05.08.2007	6	29,3	15,316	0,07
S1	05.08.2007	7	29,82	14,529	0,07
S1	05.08.2007	8	30,45	13,618	0,07
S1	05.08.2007	9	31,16	12,589	0,07
S1	05.08.2007	10	31,83	11,557	0,07
S1	05.08.2007	12	32,75	9,792	0,08
S1	05.08.2007	14	32,97	9,195	0,07
S1	05.08.2007	16	33,29	8,73	0,07
S1	05.08.2007	18	33,44	8,531	0,07
S1	05.08.2007	20	33,54	8,431	0,07
S1	05.08.2007	22	33,64	8,369	0,07
S1	05.08.2007	24	33,74	8,313	0,07
S1	05.08.2007	26	33,79	8,291	0,07
S1	07.08.2007	1	28,82	16,926	0,08
S1	07.08.2007	2	29,03	16,518	0,08
S1	07.08.2007	3	29,21	15,928	0,08
S1	07.08.2007	4	29,41	15,345	0,08
S1	07.08.2007	5	29,73	14,796	0,08
S1	07.08.2007	6	30,05	14,248	0,08
S1	07.08.2007	7	30,41	13,66	0,08
S1	07.08.2007	8	30,78	13,049	0,08
S1	07.08.2007	9	31,16	12,45	0,08
S1	07.08.2007	10	31,54	11,883	0,08
S1	07.08.2007	12	32,25	10,698	0,08
S1	07.08.2007	14	32,76	9,697	0,08
S1	07.08.2007	16	33,09	9,056	0,08
S1	07.08.2007	18	33,32	8,721	0,08
S1	07.08.2007	20	33,4	8,601	0,08
S1	07.08.2007	22	33,47	8,52	0,08
S1	07.08.2007	24	33,54	8,439	0,08
S1	07.08.2007	26	33,58	8,397	0,08
S1	11.09.2007	1	27,77	11,959	0,07
S1	11.09.2007	2	28,27	12,093	0,07
S1	11.09.2007	3	28,44	12,131	0,08
S1	11.09.2007	4	28,53	12,145	0,07
S1	11.09.2007	5	28,54	12,17	0,08
S1	11.09.2007	6	28,7	12,2	0,07
S1	11.09.2007	7	28,71	12,209	0,07
S1	11.09.2007	8	28,72	12,218	0,07
S1	11.09.2007	9	28,87	12,246	0,07
S1	11.09.2007	10	28,95	12,238	0,07
S1	11.09.2007	12	29,15	12,23	0,07
S1	11.09.2007	14	29,58	12,244	0,07
S1	11.09.2007	16	30,05	12,236	0,08
S1	11.09.2007	18	30,45	12,221	0,08

---

---

S1	11.09.2007	20	30,59	12,215	0,07
S1	11.09.2007	22	30,7	12,203	0,08
S1	11.09.2007	24	30,73	12,199	0,08
S1	11.09.2007	26	30,82	12,181	0,08
S1	11.09.2007	28	31,38	12,062	0,08
S1	29.09.2007	2	28,74	10,886	0,07
S1	29.09.2007	3	28,75	10,863	0,07
S1	29.09.2007	4	28,73	10,86	0,07
S1	29.09.2007	5	28,71	10,958	0,07
S1	29.09.2007	6	28,69	11,069	0,07
S1	29.09.2007	7	28,87	11,162	0,07
S1	29.09.2007	8	29,1	11,251	0,07
S1	29.09.2007	9	29,36	11,309	0,07
S1	29.09.2007	10	29,64	11,351	0,07
S1	29.09.2007	12	30,05	11,4	0,07
S1	29.09.2007	14	30,42	11,423	0,07
S1	29.09.2007	16	30,68	11,453	0,07
S1	29.09.2007	18	31,1	11,457	0,07
S1	29.09.2007	20	31,44	11,42	0,07
S1	29.09.2007	22	31,66	11,369	0,07
S1	29.09.2007	24	31,92	11,239	0,07
S1	29.09.2007	26	32,18	11,114	0,07
S1	29.09.2007	28	32,33	11,044	0,07
S1	29.09.2007	30	32,5	10,9	0,07
S1	24.10.2007	1	26,04	8,015	0,07
S1	24.10.2007	2	27,76	8,476	0,07
S1	24.10.2007	3	28,13	8,605	0,07
S1	24.10.2007	4	28,45	8,739	0,07
S1	24.10.2007	5	28,62	8,893	0,07
S1	24.10.2007	6	28,79	9,052	0,07
S1	24.10.2007	7	28,98	9,234	0,07
S1	24.10.2007	8	29,17	9,389	0,07
S1	24.10.2007	9	29,33	9,455	0,07
S1	24.10.2007	10	29,5	9,536	0,07
S1	24.10.2007	12	29,98	9,883	0,07
S1	24.10.2007	14	30,75	10,07	0,07
S1	24.10.2007	16	31,11	10,132	0,07
S1	24.10.2007	18	31,19	10,177	0,07
S1	24.10.2007	20	31,49	10,274	0,07
S1	24.10.2007	22	31,8	10,312	0,07
S1	24.10.2007	24	32	10,303	0,07
S1	24.10.2007	26	32,22	10,285	0,07
S1	24.10.2007	28	32,42	10,252	0,07
E1	16.10.2007	1	28,53	9,468	0,07
E1	16.10.2007	2	28,71	9,524	0,07
E1	16.10.2007	3	28,86	9,565	0,07
E1	16.10.2007	4	28,95	9,603	0,07
E1	16.10.2007	5	29,07	9,68	0,07
E1	16.10.2007	6	29,27	9,755	0,07
E1	16.10.2007	7	29,76	10,016	0,07
E1	16.10.2007	8	30,03	10,095	0,07

---

---

E1	16.10.2007	9	30,06	10,101	0,07
E1	16.10.2007	10	30,08	10,121	0,07
E1	16.10.2007	12	30,24	10,187	0,07
E1	16.10.2007	14	30,44	10,252	0,07
E1	22.10.2007	1	28,23	8,806	0,07
E1	22.10.2007	2	28,3	8,798	0,07
E1	22.10.2007	3	28,45	8,75	0,07
E1	22.10.2007	4	28,46	8,737	0,07
E1	22.10.2007	5	28,56	8,735	0,07
E1	22.10.2007	6	28,64	8,71	0,07
E1	22.10.2007	7	28,67	8,694	0,07
E1	22.10.2007	8	28,71	8,697	0,07
E1	22.10.2007	9	28,78	8,711	0,07
E1	22.10.2007	10	28,84	8,776	0,07
E1	22.10.2007	12	29,33	9,142	0,07
E1	26.10.2007	1	26,05	8,34	0,07
E1	26.10.2007	2	26,39	8,448	0,07
E1	26.10.2007	3	26,98	9,17	0,07
E1	26.10.2007	4	28,32	9,668	0,07
E1	26.10.2007	5	28,88	9,79	0,07
E1	26.10.2007	6	29,23	9,926	0,07
E1	26.10.2007	7	29,61	10,02	0,07
E1	26.10.2007	8	29,78	10,059	0,07
E1	26.10.2007	9	29,97	10,097	0,07
E1	26.10.2007	10	30,27	10,156	0,07
E1	26.10.2007	12	30,62	10,215	0,07
SK1	24.10.2007	1	25,99	8,531	0,07
SK1	24.10.2007	2	28,29	9,268	0,07
SK1	24.10.2007	3	28,54	9,372	0,07
SK1	24.10.2007	4	28,74	9,511	0,07
SK1	24.10.2007	5	29,21	9,682	0,07
SK1	24.10.2007	6	29,44	9,734	0,07
SK1	24.10.2007	7	29,76	10,053	0,07
SK1	24.10.2007	8	30	10,234	0,07
SK1	24.10.2007	9	30,33	10,416	0,07
SK1	24.10.2007	10	30,7	10,526	0,07
SK1	24.10.2007	12	31,34	10,715	0,07
SK1	24.10.2007	14	31,56	10,753	0,07
SK1	24.10.2007	16	31,82	10,82	0,07
SK1	24.10.2007	18	32,04	10,803	0,07
Y1	20.06.2007	1	24,22	14,342	0,07
Y1	20.06.2007	2	24,23	14,332	0,07
Y1	20.06.2007	3	24,23	14,322	0,07
Y1	20.06.2007	4	24,23	14,31	0,07
Y1	20.06.2007	5	24,23	14,298	0,07
Y1	20.06.2007	6	24,24	14,278	0,07
Y1	20.06.2007	7	24,58	13,897	0,07
Y1	20.06.2007	8	26,99	11,968	0,07
Y1	20.06.2007	9	29,84	10,031	0,07
Y1	20.06.2007	10	30,97	9,298	0,07

---

---

Y1	20.06.2007	12	32,06	8,425	0,07
Y1	20.06.2007	14	32,59	8,095	0,07
Y1	20.06.2007	16	32,75	7,958	0,07
Y1	20.06.2007	18	32,96	7,907	0,07
Y1	20.06.2007	20	33,12	7,917	0,07
Y1	20.06.2007	22	33,22	7,951	0,07
Y1	20.06.2007	24	33,29	7,96	0,07
Y1	20.06.2007	26	33,4	8	0,07
Y1	20.06.2007	28	33,54	8,046	0,07
Y1	20.06.2007	30	33,79	8,136	0,07
Y1	06.07.2007	1	26,83	16,688	0,08
Y1	06.07.2007	2	26,83	16,658	0,07
Y1	06.07.2007	3	26,9	16,569	0,07
Y1	06.07.2007	4	27,03	16,424	0,08
Y1	06.07.2007	5	27,33	15,881	0,08
Y1	06.07.2007	6	28,73	13,908	0,08
Y1	06.07.2007	7	31,87	9,756	0,08
Y1	06.07.2007	8	32,47	8,928	0,08
Y1	06.07.2007	9	32,75	8,614	0,08
Y1	06.07.2007	10	32,93	8,521	0,08
Y1	06.07.2007	12	33,11	8,268	0,08
Y1	06.07.2007	14	33,2	8,135	0,08
Y1	06.07.2007	16	33,34	8,094	0,08
Y1	06.07.2007	18	33,55	8,063	0,07
Y1	06.07.2007	20	33,59	8,097	0,08
Y1	06.07.2007	22	33,78	8,145	0,08
Y1	06.07.2007	24	33,94	8,212	0,08
Y1	06.07.2007	26	33,97	8,231	0,08
Y1	06.07.2007	28	34,01	8,268	0,07
Y1	06.07.2007	30	34,08	8,296	0,08
Y1	05.08.2007	1	28,03	16,586	0,08
Y1	05.08.2007	2	28,1	16,325	0,08
Y1	05.08.2007	3	28,18	16,064	0,08
Y1	05.08.2007	4	28,39	15,78	0,08
Y1	05.08.2007	5	28,7	15,479	0,07
Y1	05.08.2007	6	29,09	15,086	0,07
Y1	05.08.2007	7	29,62	14,488	0,07
Y1	05.08.2007	8	30,18	13,842	0,07
Y1	05.08.2007	9	30,99	12,624	0,07
Y1	05.08.2007	10	31,74	11,474	0,07
Y1	05.08.2007	12	32,37	10,405	0,07
Y1	05.08.2007	14	32,7	9,826	0,07
Y1	05.08.2007	16	33,12	9,177	0,07
Y1	05.08.2007	18	33,27	8,904	0,07
Y1	05.08.2007	20	33,37	8,744	0,07
Y1	05.08.2007	22	33,52	8,563	0,07
Y1	05.08.2007	24	33,63	8,487	0,07
Y1	05.08.2007	26	33,65	8,467	0,07
Y1	05.08.2007	28	33,7	8,425	0,08

---