

# Hydrologi

Flom- og vannlinjeberegning for Fv.885 ved Sandneskrysset, Sør-Varanger.

FV 885 hp 1, meter 2209, Sør-Varanger kommune

Ressursavdelingen

51005-HYDR-001





**Statens vegvesen**

**Region nord**

Ressursavdelingen

Geo og lab

Postadr. Postboks 1403

8002 BODØ

Telefon 22073000

**www.vegvesen.no**



# Oppdragsrapport

Nr. 51005-HYDR-001

Labsysnr.

## Hydrologi

Flom- og vannlinjeberegning for Fv.885 ved Sandneskrysset, Sør-Varanger.

Flom- og vannlinjeberegning for Fv.885 ved Sandneskrysset i forbindelse med kollaps av to kulverter, Sør-Varanger.

|                |                   |                                              |                         |
|----------------|-------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| UTM-sone       | Euref89 Ø-N       | Oppdragsgiver:                               | Antall sider:           |
| 33             | 1074832 - 7800114 | Sør-Varanger, Bjørn Erik Thorsen             | 8                       |
| Kommune nr.    | Kommune           | Dato:                                        | Antall vedlegg:         |
| 2030           | Sør-Varanger      | 2018-11-28                                   |                         |
|                |                   | Utarbeidet av (navn, sign.)                  | Antall tegninger:       |
|                |                   | Linda Therese Nilsen <i>Linda Th. Nilsen</i> |                         |
| Prosjektnummer | Oppdragsnummer    | Seksjonsleder (navn, sign.)                  | Kontrollert             |
| 504728         | 1263-2018         | Viggo Aronsen                                | Elisabeth Gundersen, VD |
| Sammendrag     |                   |                                              |                         |

Emneord

Hydrologi,



## Statens vegvesen

### Notat

Til: Bjørn Erik Thorsen  
Fra: Linda Nilsen  
Kopi til: Viggo Aronsen, Ole Andre Helgaas, Elisabeth Gundersen.

Saksbehandler/telefon:  
Linda Nilsen / 48126366  
Vår dato: 28.11.2018  
Vår referanse:

## Flom- og vannlinjeberegning Fv. 885 ved Sandneskrysset, Sør-Varanger

### Sammendrag

Det er utført flom- og vannlinjeberegning for Fv.885 ved Sandneskrysset i Sør-Varanger kommune på hasteoppdrag fra Drift og vedlikehold, Vegavdelingen i Finnmark. Flomberegningen er utført ved bruk av Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt og Den rasjonelle formel. Vannlinjeberegning er utført med Mannings formel.

En flom med returperiode på 200 år ( $Q_{dim200}$ ) med klimapåslag 1.3 og en sikkerhetsklasse på 1.2 er beregnet til 5,67 m<sup>3</sup>/s. For et glatt plastrør med diameter 200 cm gir Mannings formel en vannhastighet (V) på 10,9 m<sup>2</sup>/s og en strømningsrate (Q) på 17,1 m<sup>3</sup>/s. Den beregnede strømningsraten er øvre estimat for en kulvert med oppfyllingsgrad på 50 prosent. Denne raten er vesentlig høyere enn dimensjonerende flom ( $Q_{dim 200}$ ) og medfører at kapasiteten til kulverten er godt ivaretatt.

Siden Sør-Varanger kommune ikke kan fjerne gangtunnelen (Ø300cm) ved utskiftning av kulvert som først tenkt, er det pga plassmangel utført beregninger på 3 kulverter med en diameter på 80 cm. En enkel estimering med en oppfyllingsgrad med vann på 50 prosent vil Ø80 x 3 ikke ha god nok kapasitet da strømningsraten blir 1.49 m<sup>3</sup>/s (x3=4,47 m<sup>3</sup>/s). For å kunne ivareta kapasiteten må oppfyllingsgraden økes fra den konservative 50 prosent til 80 prosent. Dersom de nye rørene må plasseres i samme området som dagens stålrør (Ø80 cm x 2) bør de skiftes ut med Ø80 cm x 3 plastrør. Dette forutsetter at rørene holdes rene og at de legges med fall og rett nivå i forhold til elva. Dagens løsning med 2 x Ø80 cm vurderes som for dårlig kapasitet i beregningene.

På grunn av prosjektets tidsbegrensningen er området ikke befart av hydrolog og vurdering er gjort ved hjelp av kart og bilder. Det vil derfor være en del usikkerheter i beregningene.

### Problemstilling

Fv.885 ved Sandneskrysset har adkomst til Bjørnevatn, Pasvikdalen og Syd Varanger gruver og har en ÅDT på ca. 5482. To dreneringsrør med diameter 80cm og lengde ca. 40 m har kollapset. Over dreneringsrørene ligger en undergang på Ø300cm. Stålrørene er rustet i stykker og tettes igjen av omliggende grusmasser. Dette medfører at vannet vasker ut massene rundt rørene og under undergangen samt ved utløpet. Dersom begge rørene under undergangen tettes vil vannstanden oppstrøms stige og renne gjennom undergangen. Dette kan få store konsekvenser for omgivelsene langs bekken oppstrøms og vegen.



*Figur 1. Innsunket masse rundt gangtunnel (Ø300) og Ø80 rør med høy vannstand.*

### Flomberegning

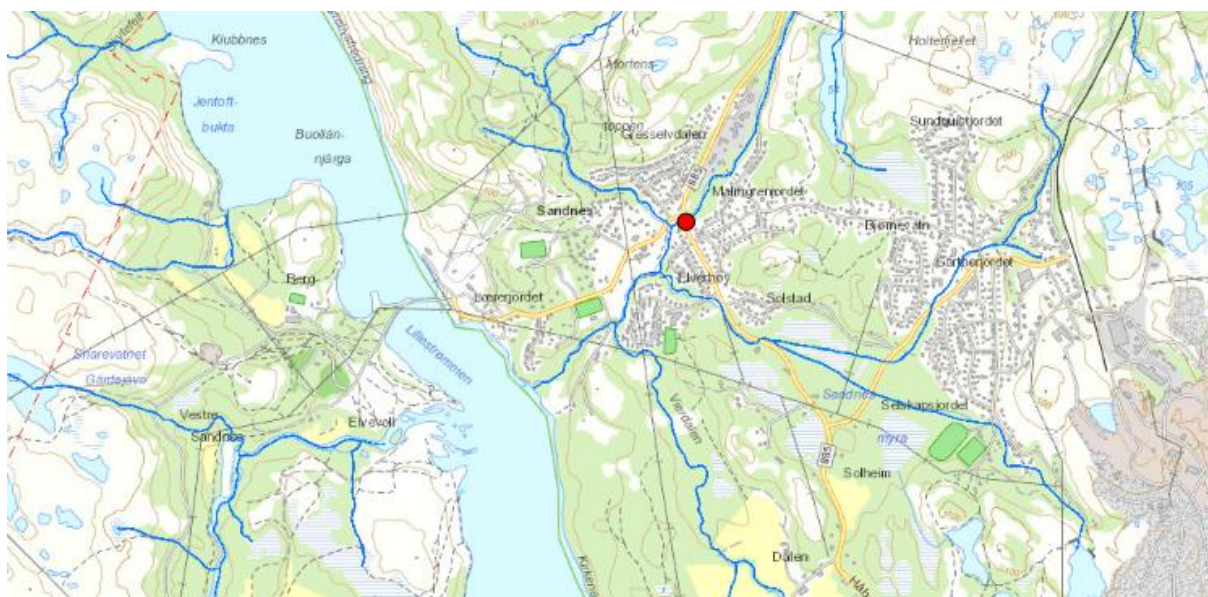
For å sikre kapasitet på ny kulvert er det utført flomberegninger med en returperiode på 200-år etter krav i håndbok N200 Vegbygging. Kravet er satt i forhold til ÅDT og omkjøringsmuligheter. Det er i tillegg krav til en klimafaktor ( $F_k$ ) og sikkerhetsfaktor ( $F_u$ ) for usikkerheter ved beregningsmetoder.

Hvert fylke har en anbefalt klimafaktor som er inndelt i små og store nedbørsfelt (N200, tab.404.2, tab.404.1).  $F_u$  er en sikkerhetsfaktor for usikkerheter ved beregningsmetodene og er delt inn i ulike sikkerhetsklasser (V1, V2 eller V3). Sikkerhetsklassene bestemmes ut fra ÅDT og omkjøringsmuligheter (N200, avsnitt 403.22/404.2). For Sandneskrysset er det benyttet anbefalt klimafaktor på 1.3 (små nedbørsfelt, Finnmark fylke) og en sikkerhetsfaktor på 1.2 med returperiode på 200 år (ÅDT: 5482, sikkerhetsklasse V3) i beregningene.

Beregningene følger retningslinjene i NVEs «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» (Stenius m. fl., 2015) og N200 Vegbygging. Metodene som er benyttet er «Nasjonal formelverk» og «Den rasjonelle formel».

Siden den rasjonelle formel egner seg best til noe mindre nedbørsfelt (2–5 km<sup>2</sup>) enn Sandneskrysset (6,5 km<sup>2</sup>) er det valg å benytte resultatet fra Nasjonal formelverk.

På grunn av prosjektets tidsbegrensningen er området ikke befart av hydrolog og vurdering er gjort ved hjelp av kart og bilder. På grunn av at området ikke er befart vil det derfor være usikkerheter i beregningene. Som nevnt i sammendraget.



Figur 2. Oversiktskart over lokasjon. Rødt merke viser plasseringen av kulverter.

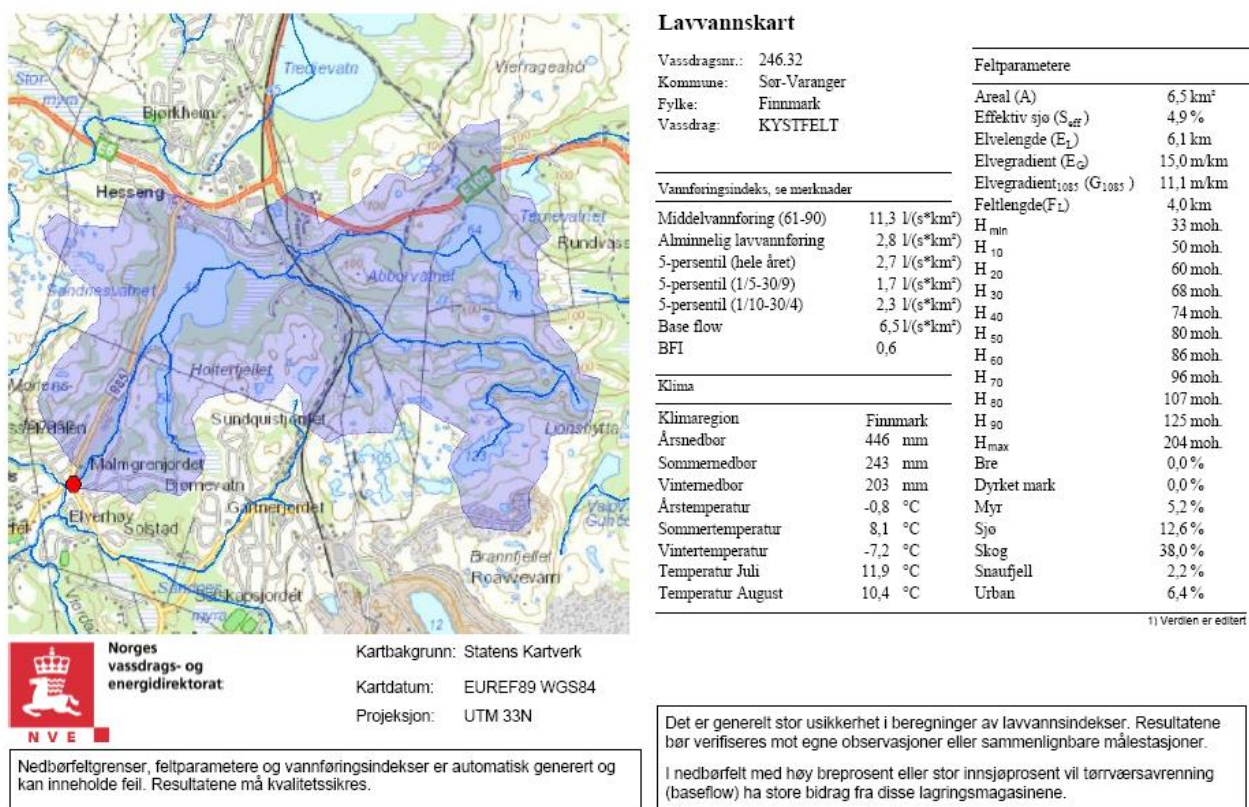
### Beskrivelse av nedbørsfelt

Nedbørsfeltet til elven som krysser Fv.885 ved Sandneskrysset har et areal på 6,5 km<sup>2</sup> (Tabell 1 og figur 3) og er å regne som et lite nedbørsfelt (lite nedbørsfelt < 10 km<sup>2</sup>, N200, 404.2). Vassdragsnummer er: 246.32. NVEs lavvannsapplikasjon NEVINA (Nedbørsfelt–Vannføring–Indeks–Analyse) benytter seg av GIS-analyse og gir feltkarakteristika for nedbørsfeltene som skal analyseres. NEVINA gir en spesifikk normalavrenning på QN 11,3 l/s\*km<sup>2</sup>. Nedbørsfeltet strekker seg fra 33 moh. til 204 moh. og har en feltlengde på 4 km. Ved studering av satellittfoto ser det ut til at avrenningskartet til Nevina underestimerer feltparameter for snaufjell noe som vil gi en høyere avrenning. Det er derfor valgt å justere feltparameterne i den rasjonale metode.

Tabell 1. Feltkarakteristika for området

| Sted         | Feltareal, A (km <sup>2</sup> ) | Eff.sjø, ASE (%) | QN (61–90)* (l/s/km <sup>2</sup> ) | Høydeintervall moh. (m) | Feltlengde, LF (km) |
|--------------|---------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Sør-Varanger | 6,5                             | 4,9              | 11,3*                              | 33–204                  | 4                   |

\*Avrenning beregnet fra NVEs lavvannsapplikasjon NEVINA for normalperioden 1961–1990.



Figur 3. Nedbørsfelt, vannføringsindeks og feltparametere for området er hentet fra NVEs karttjeneste NEVINA.

## Målestasjoner

Nasjonalt formelverk benytter normalavrenningen  $Q_{N(61-90)}$  som grunnlag for å beregne flomvannføring med forskjellige gjentakintervall. Den største usikkerheten ved bruk av formelverket ligger i normalavrenning  $Q_{N(61-90)}$ , som er beregnet for tidsperioden 1961–1990. Denne verdien er hentet fra NVEs lavvannsapplikasjon NEVINA. For å redusere usikkerheten til denne parameteren er normalavrenning for elva vurdert mot observert normalavrenning ( $Q_{Nobs}$ ) fra vannføringsserier fra omkringliggende målestasjoner hentet fra NVEs database Hydra II. Der feltegenskaper og måleseriens lengde og kvalitet blir vurdert. Målestasjonene som er valgt ut til beregningene for Sandneskrysset er: Nordmannset, Båtsfjord, Smalfjord, Sametieltv og Lille Ropelvatn (se figur 4).



Figur 4. Oversikt over lokasjon til målestasjoner som er benyttet til vurdering av normalavrenning ved nasjonal formelverk.

| Stasjons-<br>nr.           | Målestasjon     | År | Areal<br>(km <sup>2</sup> ) | Eff.sjø<br>(%) | QN (61–90)<br>(l/s*km <sup>2</sup> ) | QN obs<br>(l/s*km <sup>2</sup> ) | Merknad                                                                          |
|----------------------------|-----------------|----|-----------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 230.1.0                    | Nordmannset     | 56 | 19.3                        | 4.02           | 25.11                                | 35.4                             | Ingen vannføring over 1,4 m (4m <sup>3</sup> /s). Usikre data.                   |
| 237.1.0                    | Båtsfjord       | 37 | 21.9                        | 1.43           | 36.19                                | 30.36                            | Ok data.                                                                         |
| 234.4                      | Smalfjord       | 57 | 30.1                        | 4.19           | 17.41                                | 17.01                            | Flomkart nedlagte stasjoner                                                      |
| 255.7<br>Hydra:<br>246.9.0 | Sametielv       | 57 | 255.7                       | 1.94           | 9.96                                 | 10.70                            | Nærliggende stasjon. Stort areal. Lik høyde. Vinterdata usikker pga isoppstuing. |
| 246.4.0                    | Lille Ropelvatn | 57 | 48.9                        | 17.97          | 13.24                                | 13.27                            | Høy Eff.sjø. Nærmeste stasjon.                                                   |
| Sandnes-<br>krysset        | –               | –  | 6.5                         | 4.9            | 11.3                                 | *10.1                            | Lite areal.                                                                      |

Figur 5. \* kalibrert verdi etter observasjonsstasjoner.

I vurderingen av vannføringsserier fra omkringliggende målestasjoner samsvarer resultatene fra Nevina ( $Q_{N(61-90)}$ ) og observerte data fra Hydra II ( $Q_{Nobs}$ ) generelt godt. Målestasjonene Båtsfjord og Nordmannset gir de største avvikene (se figur 5). For de valgte observasjonsstasjonene er det beregnet et gjennomsnitt av  $Q_{Nobs}$  der resultatet gir noe lavere verdi enn  $Q_{N(61-90)}$ , fra Nevina (10.1 l/s\*km<sup>2</sup>). Alle omkringliggende målestasjonene har et nedbørsfelt som er større enn arealet til Sandneskrysset. På bakgrunn av at små nedbørsfelt ofte gir raske flomtopper og at det ser ut til at feltparameter for snaufjell er underestimert (noe som gir en høyere avrenning) er det valgt å være konservativ med å beholde  $Q_N$  på 11,3 (l/s\*km<sup>2</sup>).

#### Resultater fra nasjonal formelverk for små nedbørsfelt:

En flom med returperiode på 200 år ( $Q_{dim200}$ ) med klimapåslag 1.3 og en sikkerhetsklasse på 1.2 er beregnet til 5,67 m<sup>3</sup>/s.

#### Vannlinjeberegning

Vannlinjeberegningen er utført i henhold til Statens vegvesens håndbok «Drenering og håndtering av overvann nr.681» og utført med Mannings formel.

(Formel 1). Mannings formel gjelder for normalstrømning (dvs. vannoverflaten er parallelt med elvebunnen), og den vil følgelig være noe grov i enkelte situasjoner. Andre svakheter ved formelen er om det er valgt riktig helning og Manningstallet (ruheten er sjelden lik gjennom hele gjennomløpet).

$$Q = MAR^{2/3} I^{1/2} \quad (1)$$

Hvor M er Mannings tall, A er strømningsarealet, R er hydraulisk radius og I er helningen på vannoverflata.

Mannings tallet sier noe om ruheten til kulvertoverflaten, og er en empirisk avledet verdi som vanskelig lar seg bestemme. Det er benyttet et manningstall på 100 som er en typisk verdi for plastrør, noe som er en høy verdi. Et høyt manningstall tilsier lav ruhet og følgelig høy vannhastighet. I beregningene er det brukt 3 % helning. Det er ikke utført nye landinnmålinger langs elveprofilen, så helningen på vannoverflaten er bestemt ut i fra brutegninger og vil følgelig være svært usikker.

Det er valgt en kulvertdiameter (D) på 2m som gir ett tverrsnittareal på 3.1 m<sup>2</sup>.

Det er benyttet en oppfyllingsgrad på 50 prosent som er en konservativ antagelse.

Mannings formel gir en vannhastighet (V) på 10,9 m<sup>2</sup>/s og en strømningsrate (Q) på 17,1 m<sup>3</sup>/s. Den beregnede strømningsraten er øvre estimat for en kulvert med oppfyllingsgrad på 50 prosent. Denne raten er vesentlig høyere enn dimensjonerende flom (Q<sub>dim 200</sub>) og medfører at kapasiteten til kulverten er godt ivaretatt (tabell 2).

**Tabell 2. Vannlinjeberegning for Ø200 cm med 50 prosent oppfyllingsgrad.**

|                                              |       |         |                     |
|----------------------------------------------|-------|---------|---------------------|
| Q200 med klimapåslag 1.3 (m <sup>3</sup> /s) | Q     | 5.670   | m <sup>3</sup> /s   |
| Mannings tall                                | M     | 100.000 | m <sup>1</sup> /3/s |
| Innløpets høyde (m)                          | D     | 2.000   | m                   |
| Innløpets tverrsnittareal (m <sup>2</sup> )  | A     | 3.140   | m <sup>2</sup>      |
| Oppfyllingsgrad                              |       | 0.500   | –                   |
| Vanndybde ved innløp                         | y     | 1.000   | m                   |
| Kontaktvinkel vann                           | Theta | 3.142   | rad                 |
| Våt periferi                                 | P     | 3.142   | m                   |
| Strømningsareal                              | Av    | 1.571   | m <sup>2</sup>      |
| Hydraulisk radius                            | R     | 0.500   | m                   |
| Helning                                      | S     | 0.030   | –                   |
| Vannhastighet                                | V     | 10.911  | m/s                 |
| Strømningsrate                               | Q     | 17.139  | m <sup>3</sup> /s   |

**Tabell 3. Vannlinjeberegning for Ø80 cm med 80 prosent oppfyllingsgrad.**

|                                              |       |         |                     |
|----------------------------------------------|-------|---------|---------------------|
| Q200 med klimapåslag 1.3 (m <sup>3</sup> /s) | Q     | 5.670   | m <sup>3</sup> /s   |
| Mannings tall                                | M     | 100.000 | m <sup>1</sup> /3/s |
| Innløpets høyde (m)                          | D     | 0.800   | m                   |
| Innløpets tverrsnittareal (m <sup>2</sup> )  | A     | 0.502   | m <sup>2</sup>      |
| Oppfyllingsgrad                              |       | 0.800   | –                   |
| Vanndybde ved innløp                         | y     | 0.640   | m                   |
| Kontaktvinkel vann                           | Theta | 4.429   | rad                 |
| Våt periferi                                 | P     | 1.771   | m                   |
| Strømningsareal                              | Av    | 0.431   | m <sup>2</sup>      |
| Hydraulisk radius                            | R     | 0.243   | m                   |
| Helning                                      | S     | 0.030   | –                   |
| Vannhastighet                                | V     | 6.751   | m/s                 |
| Strømningsrate                               | Q     | 2.910   | m <sup>3</sup> /s   |

### Hydrologisk anbefaling

Siden Sør-Varanger kommune ikke kan fjerne gangtunnelen (Ø300cm) ved utskiftning av kulvert som først tenkt er det ikke mulig å legge anbefalt løsning (Ø200 cm plastrør) på grunn av plassmangel.

Dersom de nye rørene må plasseres i samme området som dagens stålrør (Ø80cm x 2) bør de skiftes ut med Ø80cm x 3 plastrør. Dette forutsetter at rørene holdes rene og at de legges med fall og rett nivå i forhold til elva. Dagens løsning med 2 x Ø80 vurderes som for dårlig kapasitet i beregningene.

En fylling med flere gjennomløp får et komplisert strømningsbilde, som vil være vanskelig å beregne direkte. I kapasitetsberegningen for kulvert Ø200cm har den en strømningsrate som er vesentlig høyere enn dimensjonerende flom ( $Q_{dim200}$ ) og medfører at kapasiteten til kulverten er godt ivaretatt (se tabell 2).

Med en noe forenklet estimering vil en kapasitetsberegning for en kulvert Ø80cm med en oppfyllingsgrad med vann på 50 prosent (som er en meget konservativ verdi) vil Ø80 x 3 ikke ha god nok kapasitet da strømningsraten blir 1.49 m<sup>3</sup>/s (x3=4,47 m<sup>3</sup>/s). For å kunne ivareta kapasiteten må oppfyllingsgraden økes fra den konservative 50 prosent til 80 prosent. Ideelt sett burde en oppfyllingsgrad ikke overstige 70 prosent da det gir en bedre sikkerhet i en flomsituasjon. På grunn av begrenset plass til nye rør er saken diskutert med vegdirektoratet som også har utført kapasitetsberegning.

Vi har kommet frem til at 80 prosent oppfyllingsgrad er forsvarlig å bruke i beregningen. En diameter på 80cm får da en strømningsrate på 2.91 m<sup>3</sup>/s. Multipliserer vi det med 3 får vi en strømningsrate på 8,73 m<sup>3</sup>/s noe som viser en kapasitet som er tilstrekkelig mot  $Q_{dim200}$  5,67 m<sup>3</sup>/s (se tabell 3).

På bakgrunn av utførte beregninger der  $Q_{dim200}$  er beregnet med en klimafaktor på 1.3 og en sikkerhetsfaktor på 1.2 samt en oppfyllingsgrad på 80 prosent vil det gi en kapasitet på rørene som bør være tilstrekkelig.



Statens vegvesen  
Region nord  
Ressursavdelingen  
Postboks 1403, 8002 BODØ  
Tlf: 22073000  
[firmapost-nord@vegvesen.no](mailto:firmapost-nord@vegvesen.no)

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Trygt fram sammen**