



RAPPORT

Vannledningsdalen, Longyearbyen

FORPROSJEKTERING AV SIKRINGSTILTAK FOR
BEBYGGELSE OG INFRASTRUKTUR NEDENFOR
VANNLEDNINGSDALEN

DOK.NR. 20120650-01-R
REV.NR. 0 / 2015-11-04

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel: Vannledningsdalen, Longyearbyen
Dokumenttittel: Forprosjektering av sikringstiltak for bebyggelse og infrastruktur nedenfor Vannledningsdalen, Longyearbyen
Dokumentnr.: 20120650-01-R
Dato: 2015-11-04
Rev.nr. / Rev.dato: 0 / -

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Longyearbyen Lokalstyre
Kontaktperson: Jørn Myrlund og Kjersti Holte
Kontraktreferanse: E-post fra Jørn Myrlund dato 26. sept. 2012

for NGI

Prosjektleder: Arni Jonsson
Utarbeidet av: Arni Jonsson, Ørjan Nerland, Peter Gauer, Dieter Issler, Erik Hestnes
Kontrollert av: Frode Sandersen

Sammendrag

Sommeren 2012 fikk NGI i oppdrag av Longyearbyen lokalstyre å forprosjektere sikringstiltak mot sørpeskred på viften (Haugen) nedenfor Vannledningsdalen. Forslag til sikring i form av ledevoller på viften med forsterket innsider ble levert sommeren 2013. Om høsten 2013 ønsket Longyearbyen lokalstyre og SNKS å utrede nærmere om det var det var billigere å lage flaterere vallsider som betyr at vollene tar mer plass og at det var nødvendig å fjerne en del av bygningene nærmest elveløpet. Det viste seg at vollbyggingen ble noe billigere, men det er usikkert hvor mye det koster å endre på infrastruktur og hvor mye fjerning av bygninger koster.

Oppdraget ble igjen igangsatt sommeren 2015. Da ønsket Longyearbyen lokalstyre å ferdigstille rapporten. I tillegg ønsket Longyearbyen lokalstyre at NGI skulle tegne faresoner før og etter bygging av sikringstiltak.

I 2013 ble tverrsnitt målt i Vannledningsdalen på åtte steder. Snøhøydemålinger ble utført våren 2014 og våren 2015. Resultat er presentert i rapporten.

Innhold

1	Innledning	5
2	Grunnlag for arbeidet	5
2.1	Forprosjektering	5
2.2	Tidligere arbeid i Vannledningsdalen	5
2.3	Sikkerhetsnivå	5
2.4	Begrensninger og forbehold	6
2.5	Kartgrunnlag	6
2.6	Grunnforhold	6
3	Forprosjektering	7
3.1	Design kriterium for sikringstiltakene	7
3.2	Infrastruktur	9
3.3	Mulige sikringsløsninger	11
4	Ledevoller og kanal på viften og forbygning på sletta	12
4.1	Innledning	12
4.2	Forbygning på plataet	13
4.3	Forbygninger i utløpsområdet	14
5	Mengde- og kostnadsvurdering	18
5.1	Mengder	18
5.2	Kostnadsvurdering	20
6	Kommunikasjon med LL og tilleggsinformasjon til foreløpig notat	22
6.1	Kommunikasjon med e-poster	22
6.2	Sikringsalternativ 2	24
7	Faregrenser	27
8	Snøhøydemåling i Vannledningsdalen	29
8.1	Innledning	29
8.2	Snøhøydemåling	31
9	Referanser	34

Tegninger

T001	Sikringstiltak mot sørpeskred; Ledevoller og kanal
T002	Sikringstiltak mot sørpeskred; Isolinjer viser høydeforskjell mellom tiltak og dagens terreng
T003	Sikringstiltak mot sørpeskred; Ledevoller og kanal. Kanal på østsiden uten forsterkningsmaterial

Vedlegg

- Vedlegg A Plangeometrisk informasjon av senterlinjen i Vannledningsdalen til Plataet
 Vedlegg B Snøhøydemåling Vannledningsdalen

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) utarbeidet rapport om sørpeskredfaren i Vannledningsdalen, faren for bebyggelsen på viften og mulige sikringstiltak; rapport 20120323-00-1-R, datert 31. mai 2012. Av rapporten framgår det at faren for sørpeskred trolig er økende pga. endringer i klima og at sørpeskred kan være hyppigere ned Vannledningsdalen i framtiden enn det har vært til nå.

Første foreløpige dokument ble sendt til Longyearbyen Lokalstyre Bydrift KF (LL) i mars 2013. Kommentarer og spørsmål kom inn fra LL og SNKS i april 2013. Det ble bestemt å inkludere disse kommentarer og spørsmålene i et nytt kapittel 6 bakerst i det opprinnelige dokumentet i stedet for å endre hele dokumentet.

I 2013 ble det bestemt å gjennomføre snøhøydemålinger i Vannledningsdalen. Foreløpig dokument ble utarbeidet, men etter diskusjon med LL i okt. 2015 ble det bestemt å legge dette dokumentet inn i foreliggende rapporten (kapittel 8).

Faresonekartlegging var ikke en del av oppdraget i 2013, men sommeren 2015 ønsket LL at NGI tegnet faresonegrenser før og etter at sikringstiltak er etablert (kapittel 7).

2 Grunnlag for arbeidet

2.1 Forprosjektering

I dette forprosjektet beskriver vi mulige sikringsløsninger. Det alternativet NGI anser som det mest hensiktsmessige er beskrevet mere i detalj.

2.2 Tidligere arbeid i Vannledningsdalen

NGI har tidligere utarbeidet rapporter for det omtalte området. I februar 2012 utarbeidet NGI Rapport 20120153-00-2-R som er et sammendrag av tidligere vurderinger av sikkerhet og tiltak. Det henvises til denne rapporten samt rapportene nevnt i kapittel 1.

2.3 Sikkerhetsnivå

Longyearbyen Lokalstyre Bydrift KF har ved e-post den 29. mai 2012 meddelt følgende om valg av sikkerhetsnivå:

”Vi har hatt møte i dag for å få avklart hvilket sikkerhetsnivå vi vil legge oss på. Det var enighet om at sikkerhetsnivået for utredningen må ta utgangspunkt i det nivået som kreves ved nybygg i henhold til PBL. Dette uavhengig av om denne delen av PBL er gjort gjeldende her oppe.”

Øverst i det potensielle fareområdet på vestsiden ligger Spitsbergen hotell (Funken), ellers består bebyggelsen vesentlig av rekkehus/leilighetsbygg og noen få en- og to-mannsboliger. En- og to-mannsboligene på vestsiden, nedenfor hotellet hører til sikkerhetsklasse S2, mens den øvrige bebyggelsen hører til sikkerhetsklasse S3.

Utgangspunktet for forprosjektering av sikringsalternativer har brukt disse to sikkerhetsklassene avhengig av hvilke bygninger som blir sikret. Det er klare begrensninger i sikringsareal pga. av bygninger og infrastruktur som gjør at det kan bli vanskelig å oppfylle disse kravene alle steder.

2.4 Begrensninger og forbehold

Denne rapporten egner seg ikke som byggedokument, men er ment som grunnlag for beslutning av sikringstiltak for Vannledningsdalen. Rapporten diskuterer bare mulig løsning for å sikre området mot sørpeskred ned Vannledningsdalen.

Sikringstiltaket er designet med utgangspunkt i dagens terreng og vegetasjonsforhold, og den nyeste kunnskapen innenfor design av sikringstiltak (Johannesson et al., 2009 og Margreth, 2007). Ved eventuell endring i disse forholdene bør effekten av sikringstiltaket revurderes.

2.5 Kartgrunnlag

LL har skaffet digitalt kart og flybilde av området. Kartdataene varierer mye i alder dvs. fra 1991 til 2009, men de anses for å være tilstrekkelige for dette arbeidet. Flybildene er noen år gamle, men de har tilstrekkelig nøyaktighet for prosjektområdet.

2.6 Grunnforhold

Haugen er en elvevifte dannet av avsetninger fra Vannledningsdalen, og er bygget opp etter at isen forsvant. Materialet ligger til dels oppå elveslettens løsmasser som er avsatt av Longyearelva. Det kan i dybden påtreffes underliggende marine avsetninger av leire/silt. Fordi bergartene i fjellsidene ovenfor Vannledningsdalen forvitrer lett og fjellsidene er bratte, føres stadig store mengder materiale ut med Vannledningselva. Materialtransporten foregår vesentlig i flomsituasjon om våren og forsommeren. Masser transporteres også ut på viften i forbindelse med skredsituasjoner (sørpeskred og flomskred). Grunnforholdene på Haugen ansees som relativt gode med overflatemasser dominert av friksjonsmateriale som stein, grus og sand. For øvrig antas løsmassene oppover i Vannledningsdalen å bestå av nedrast og korttransportert materiale fra omkringliggende fjellsider.

Det er ikke foretatt geotekniske undersøkelser på dette stadiet av prosjektet.

3 Forprosjektering

3.1 Design kriterium for sikringstiltakene

3.1.1 Standarder, veiledninger og håndbøker

Pr i dag finnes ikke standarder, regler eller veiledninger i Norge om bygging av sikringstiltak mot sørpeskred eller hvordan kost/nytte verdi av sikringstiltak versus verdiene av sikrede objekt skal defineres og/eller utarbeides. Aktuelle standarder er fulgt så vidt det er mulig for dette arbeid.

3.1.2 Restrisiko

Det finnes heller ikke informasjon om hvordan restrisiko skal håndteres dvs. hva kan være akseptabel sannsynlighet for at skred oversvømmer foreslått sikringstiltak. Det er for eksempel knyttet stor usikkerhet til evt. avlagring av sørpeskred i kanalen på viften som vil påvirke sikringseffekten for eventuelle skred senere på vinteren.

3.1.3 Avrenningsområder

Avrenningsområdet kan deles opp i to, dvs. området ved plataået og området langs bekkeløpet. Arealet for plataområdet er: 777 000 m², eller 77,7 ha, og arealet for bekkeløpsområdet er: 988 000 m², eller 98,8 ha. Total areal er på 1 765 000 m², eller 176,5 ha.

3.1.4 Beregningsmodeller/metoder

Det finnes flere dynamiske regnemodeller for tørre snøskred, og noen av disse er forsøkt tilpasset sørpeskred. Det finnes fortsatt liten erfaring med bruk av inngangsparametre i disse modellene for sørpeskred i Norge og utenlands. Etterregning av kjente sørpeskredhendelser for å finne inngangsparametre til modellene har ikke vært utført i detalj.

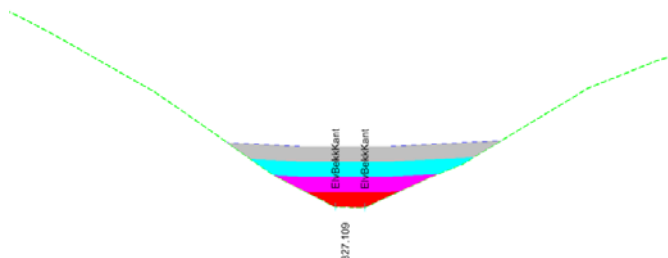
I tillegg til erfaring og vurdering av kjente sørpeskredhendelser er det derfor brukt en dynamisk modell, Christen (2010) for å estimerer generell bevegelse og utbredelse. To ulike interne regneskjemaer for å estimere klatringshøyder av flytende vesker på voller ut fra bl.a. hastigheter og helninger er benyttet. Det er også brukt en modell for vannstrøm i kanaler. Beslutning om tiltak og dimensjonering er basert på en samlet vurdering fra disse beregningsresultatene.

3.1.5 Skredhendelsen

Sørpeskred kan starte i gjelet fra viften og opp til plataået, og på plataået øverst i dalen. Det er mange faktorer som påvirker utløsning av sørpeskred bl.a. temperatur, mengde snø, snødekkets tekstur og struktur, nedbørsintensitet og snøsmelting for å nevne de

viktigste. Det er også vanskelig å anslå hvilke mengder snø som vil være involvert i et dimensjonerende sørpeskred.

Området er delt opp i to dvs. bekkeløpet/gjelet fra vifte-toppen til plataået, og plataået. Snømengde i bekkeløpet (ca. 1230 m langt) er estimert i fire høydeintervaller fra bunnen, dvs. 1 m, 2 m, 3 m og 4 m. Total volum for 4 m høyde er estimert til ca. 80 000 m³, dvs. 65 m² i gjennomsnittlig tverrsnitt for bekkeløpet.



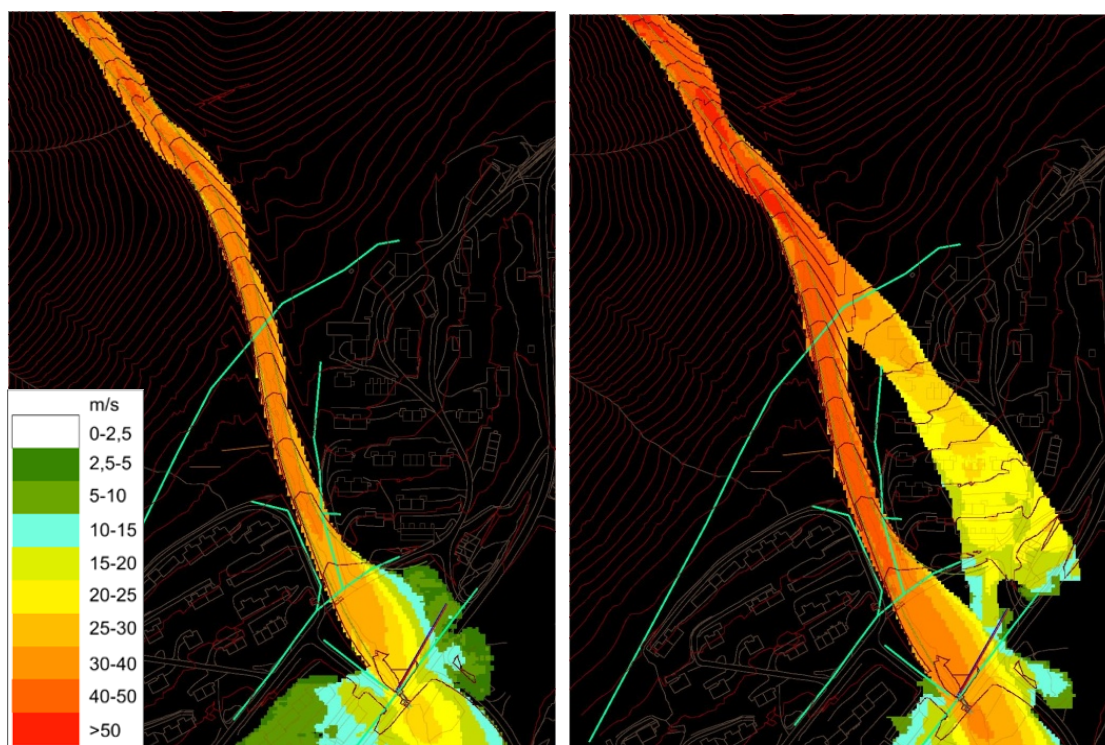
Figur 1. Figuren viser typisk tverrsnitt av bekkeløpet og snømengde angitt som fire lag, 1 m tykkelse. Grønn linje viser dagens terreng.



Figur 2. Bildet viser et sørpeskred rett etter utløsning. Skredet renner over sørpeskred som løstnet noen timer før. Fronten er høyere enn resten av sørpemassen, trolig 2 til 3 ganger. Toppen av fronten har lavere densitet enn nedre delen. Derfor har den trolig ikke like stor kraft/påvirkning når den treffer en hindring. Bildet er tatt av Rapbekken i Skardmodalen, Nordland (Breddegrad: 65 26.117399, Lengdegrad: 14 28.264200). Foto: L. Fontain.

På plataået er det trolig bare området som er rundt 30 m bredt og omtrent 200 m langt (6 000 m², eller 0,6 ha) som anses for å kunne bli utløst som sørpeskred. Antatt mengde snø er omkring 6 000 m³, med ca. 1,5 m snødybde i bunnen ved bekken og avtagende til sidene.

Det betyr at estimert mengde snø som kan komme fra plataået er ca. 8% av antatt mengden snø nede i Vannledningsdalen.



Figur 3. Figurene viser test resultater fra RAMMS beregningene (for $\xi = 3\ 000$ til venstre og $\xi = 10\ 000$ til høyre). Disse og flere beregninger danner grunnlaget for framlagt design på tegning 001 (se vedlegg). Testvollen er for kort nede ved vei 500 i denne terrengmodellen og derfor strømmer sørpen inn mot bygningene ved vei 217.

Røde høydekurver har 5 m avstand. Blågrønne linjer viser kraftlinjer i området.

Ved munningen av gjelet er en hindring i modellen som bidrar til ondulasjon av skredmassene rett før de kommer ned på viften. På figuren til høyre strømmer sørpen over vollen øverst på viften, mest sannsynlig pga. hindringen og følgende ondulasjon.

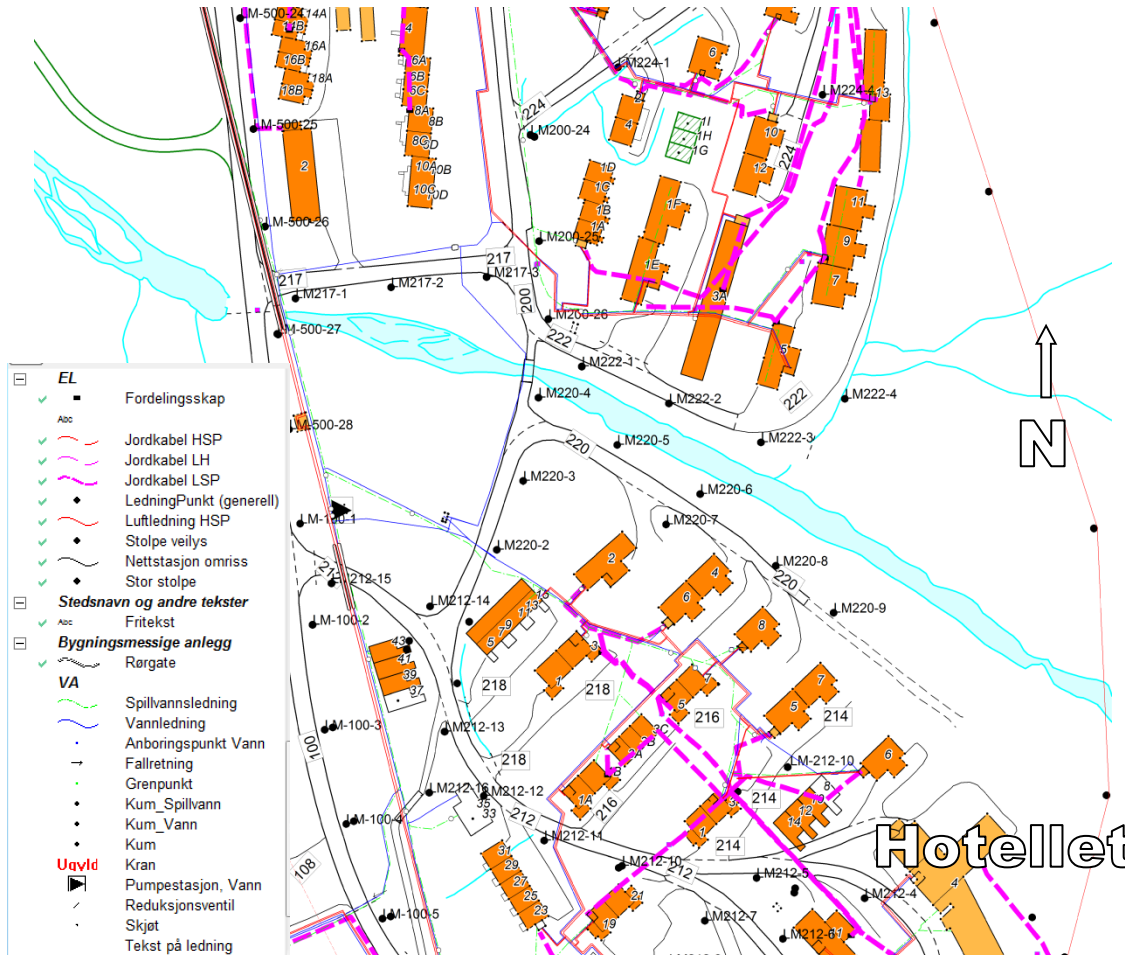
Som ett hjelpemiddel i arbeidet er RAMMS [4] brukt for å simulere mulig hendelsesforløp nede på viften. Forutsetningen for de viste resultatene (se figurer) er en foreløpig design av voll som har 12 m høyde øverst og avtagende høyde nedover. Også at det kommer en "puls" med skredmasse. For simuleringer av sørpeskred med RAMMS har følgende verdier vært benyttet: Coulomb friksjons parameter $\mu = 0,05$, friksjons parameter $\xi = 3\ 000$, $5\ 000$ og $10\ 000\ \text{m/s}^2$, bruddhøyde = 4 m og erosjonsdybde = 4 m. De to ξ -verdiene $5\ 000$ og $10\ 000$ anses å være veldig høye og neppe realistiske, men de gir en indikasjon på hva som evt. kan skje dersom et sørpeskred flyter over vollen.

3.2 Infrastruktur

3.2.1 Veier

De nærmeste veiene til planlagt sikringsområde er veier med nr. 500, 200, 217, 222 og 220, se Figur 4.

3.2.2 Ledninger



Figur 4. Figuren viser ledninger som er i og nært til planlagt anleggsområde. Kart: LL.

3.2.3 Strøm og lysmast

Ovenfor hotellet nær fjellskråningen spenner en strømledning tvers over nåværende kanal og voll. En del av stolpene står på toppen eller i skrenten på nåværende voll på vestsiden av kanalen. Disse vil komme i konflikt med sikringstiltakene. Det samme gjelder stolper ved vei 222 og delvis ved vei 217 og 220.

Sikringstiltaket kommer også til å påvirke strømledning og stolper langs vei 500.

3.2.4 Vann

En vannledning ligger langs vei 220 og i broen over bekkeløpet til vei 222. Ved terrengendring knyttet til endring av kanalen bør ledningen få en ny plassering, enten på

samme plass med senkning eller ved endring av trase. En vannledning går også langs vei 500.

3.2.5 Andre ledninger

Langs vei 500 ligger flere ledninger som kan være utsatte for skader ved evt. sørpeskred fra Vannledningsdalen. Disse ledningene bør sikres på en skikkelig måte (Figur 5).



Figur 5. Rørledninger og lysstolper langs vei 500; SV retning.

3.2.6 Kummer, rør og stikkrenner

Under vei 500 ligger en stikkrenne som det trolig ikke er nødvendig å gjøre noe med på dette stadiet.

3.3 Mulige sikringsløsninger

Nedenfor er en redegjort nærmere for de valg som oppdragsgiver står overfor når det gjelder sikring av eksisterende bebyggelse.

3.3.1 Alternativ-1: "Null"-løsningen

Null-løsningen betyr at dagens situasjon stort sett er uendret, dvs. ingen sikring bygget og ingen hus fjernet. Det bør vurderes å sette opp plan eller revidere eksisterende plan

eller arbeidsflyt for varsling og evakuering av området nedenfor Vannledningsdalen. Dette betyr også grundig gjennomgang av vær- og klimadata av fagfolk for å se hvilke snø- og værforhold som gir størst fare for skred og som kan nå fram til infrastruktur og bebyggelse. Det vil være en fordel å delegere et slikt arbeid til en eller to lokalkjente personer som er ansvarlige for innhenting av data fra området og som kan kommunisere med skredeksperter som kan gi råd til myndighetspersonal (LL) om snø- og værforhold, og mulig evakuering.

3.3.2 Alternativ-2: Fjerning av eksisterende bebyggelse

Denne løsningen er aktuell hvis man kommer fram til at det fysiske sikringstiltaket er så omfattende og kostbart at det overstiger verdien av sikrede byggverk. En eventuell beslutning bør baseres på en kost/nytte analyse. Det finnes ikke regler eller veiledninger i Norge om hvordan man utarbeider kost/nytte analyse i forbindelse med skredsikrings-tiltak. Det har ikke vært vurdert hvilke bygninger som evt. er utsatte og som bør fjernes. En plan for hvilke hus dette gjelder må utarbeides hvis dette alternativet er aktuelt.

3.3.3 Alternativ-3: Voller og kanal på viften og forbygninger oppe på plataået

Her er presentert en løsning som dekker både området på plataået og på viften ved bebyggelsen. Løsningen er diskutert i rapport [2] og den er trolig den mest hensiktsmessige løsningen. LL har anmodet NGI om å ta hensyn til eksisterende veier (217, 220 og 222). Derved blir det er mange fysiske begrensninger langs bekkeløpet ved bebyggelsen, og dette vil begrense antall sikringsmuligheter. Her er presentert ett alternativ som kan justeres litt i detaljeringsfasen. Nærmere beskrivelse av dette alternativet er gitt i kapittel 4 nedenfor.

4 Ledevoller og kanal på viften og forbygning på sletta

4.1 Innledning

Sørpeskred kan komme ned Vannledningsdalen i mildværsperioder, og disse kan true eksisterende bebyggelse på og ved viften ved utløpet av Vannledningsdalen. Sørpeskred er kjente og det finnes informasjon om rekkevidden til tidligere hendelser. For skredene i 1953 og 1989 finnes informasjon om forhold og snømengder som løsnet i bekkeløpet. Det mangler informasjon om oppskyllingshøyder i svingene langs bekkeløpet ovenfor viften, og om skredene har løsnet som ett skred eller ved gradvis forplantning oppover bekkeløpet mot plataået.

Det er omtalt at det ble skade på ett hus på den andre siden av elvesletten etter skred i 1911, men det finnes ikke informasjon om utbredelsen av skredet på viften. Rekkevidde ned til den andre siden av Longyearelven betyr mest sannsynlig at utbredelsen ikke var

stor på viften. Viften var i denne tiden stort sett ubebygget og bekkeløpet litt eller ikke endret.

Det er uklart hvor stor effekt terrengendringene på viften har hatt på dimensjonerende sørpeskred som går forbi bebyggelsen i dag. Sannsynligvis har kanalisering bidratt til lengre rekkevidde av sørpeskred slik at et dimensjonerende skred enkelt kan nå elvesletta. I dag er området vest for kanalen sikret ganske godt med en høy voll langs kanalen. På østsiden er det bare en grøft på ca. 2 til 4 m dybde som ikke er tilstrekkelig for å hindre at et dimensjonerende sørpeskred kan nå bygningene på østsiden.

4.2 Forbygning på plataået

For å hindre vannmettede snømassen i å drenere fra plataåområdet kan det etableres drenerende tiltak tvers over bekkeløpet ved utløpet fra plataået. To hovedtyper kan tenkes å være aktuelle dvs. voll av stedlige jord- og steinmasser eller forbygning av stål. Forbygning av stål brukes vanligvis som støtteforbygning i utløsningsområder for snøskred.

4.2.1 Forbygning av stedlige jordmasser

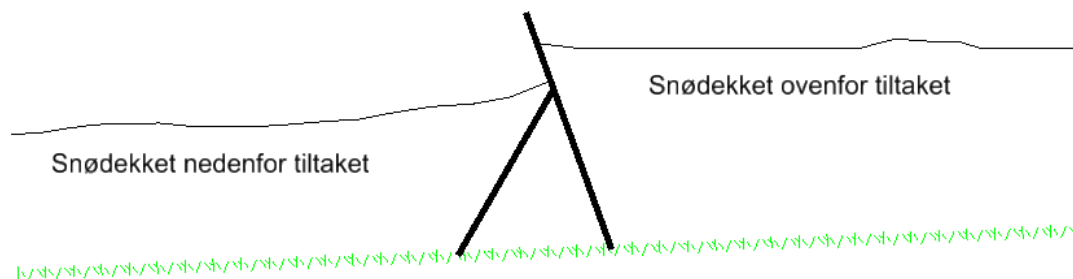
Tiltak av stedlige jordmasser anses for å være beste passende tiltak om man ønsker å forme i forhold til eksisterende terreng. På den annen siden vil et massetak medføre et synlig inngrep i terrenget.

En voll av stedlige masser bør være 1,5 til 2,0 m høy og av drenerende materiale på ca. 15 til 20 m lengde (dvs. ca. halve lengden av vollen). Det betyr at store steiner plasseres i vollen i midten og finere masser fraktes til vollendene. Estimert volum av en slik voll er omtrent $6 \times 30 = 180 \text{ m}^3$ og derav ca. 120 m^3 av stein. Det er ikke kjent om det er egnete masser tilgjengelig fra området på plataået.

En forbygning av stedlige masser vil medføre forholdsvis store inngrep i terrenget, også for å få opp de nødvendige maskiner.

4.2.2 Stive stålkonstruksjoner

Denne typen er lik den som er brukt i utløsningsområder for snøskred, men her er den tenkt plassert på tilnærmet flatt terreng ved utløpet fra plataået. I midten kan den tenkes å være 2 m høy med avtagende høyde til sidene, ned til minste høyde på 1 m. Stålkonstruksjonen er så åpen at det er enkelt for vann å renne igjennom uten at snøen følger med.



Figur 6. Figuren viser skjematisk hvordan stiv stålkonstruksjon kan se ut.

Estimert lengde er den samme som for vollen, dvs. ca. 30 m. Fundamenteringsforholdene er ikke kjent, men vi antar at forankring av konstruksjonen vil bli enkel.

4.3 Forbygninger i utløpsområdet

Utløpsområdet strekker seg fra toppen av viften nedenfor gjelet og til elvesletta. Vei 500 og vei 100 ligger over utløpsområdet. Bekkeløpet på viften er endret og forbedret. På vestsiden av bekkeløpet er det bygd en voll ut fra kartet er ca. 10 m nederst og ca. 15 m øverst. Langs østsiden er det bare kanalen, og den er ca. 2 m til 4 m djup og har ca. 10 m bredde. Det betyr at sørpeskred kan nå boligblokkene ved vei 222 og vei 217. Disse tiltakene tilfredsstiller ikke de krav som dagens sikkerhetsklasse S2 eller S3 krever for sørpeskred fra Vannledningsdalen.

Grunnforhold og dermed til dels strømningsforhold kan påvirke løsningen som her er presentert slik at det kan bli endringer i detaljprosjekteringsfase.

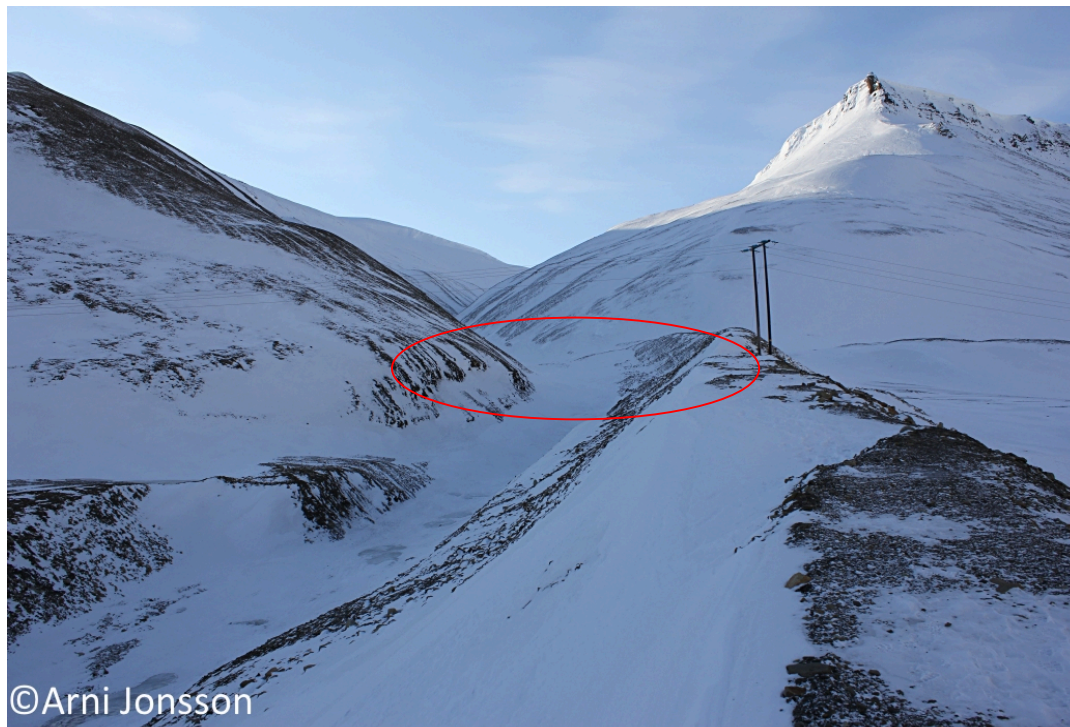
4.3.1 Voller og grøft

Forbedring av nåværende kanal og voll og etablering av ny voll langs østsiden av kanalen er trolig er den mest hensiktsmessige løsningen. Følgende tekst beskriver de tiltak som er foreslått og de er vist på tegning T001 og T002.

Kanalen

Kanalen på viften er designet med geometrisk plan og profil for å oppnå best mulig form for å lede sørpeskred forbi bebyggelsen og samtidig gjøre så lite inngrep i dagens terreng som mulig. I dette forslaget har kanalbunnen minimum bredde på 14 m, dvs. en liten økning i forhold til dagens bunnbredde. Bunnbredden varierer litt pga. vollene på begge sider som har egen definert trasé (som ikke er parallelle med kanaltraséen), profil og sidehelning ned til kanalbunnen. Det er foreslått utgraving/senkning og forflytting av kanalbunnen mot øst ved bergknausen øverst på viften. Dagens kanalbunn ligger for høyt i terrenget i forhold til vollen på vestsiden, den har for krapp sving rundt bergknausen og det er for stort høydesprang i bunnen. Senkning av bunnen og sideforflytting

av kanalen krever inngrep i bergknausen på østsiden over en strekning på ca. 100 m. Skjæringshøyden antas å bli ca. 10 til 15 m over kanalbunnen.



Figur 7. Ellipsen viser området som er kritisk for en skredstrøm ned mot viften. Øverst i området ligger kanalbunnen for høyt, bunnkurven til kanalen er for krapp og ledevollen må flyttes nærmere kanalen.

Voll på vestsiden

Nåværende voll på vestsiden, på motsatt side av bergknausen (se Figur 7), endres slik at den følger kurvaturen på "designet" kanal forbi bergknausen. Dagens form og høyde leder ikke sørpeskred gjennom kurven på en akseptabel måte, dvs. kanalen har delvis for smal og krapp kurve. Vollen forlenges opp over og tilpasses fjellsiden slik at det blir jevn og pen overgang fra naturlig terreng til vollskråningen.

Videre nedover justeres geometrien slik at den får bedre form for å lede sørpeskred. Nåværende vollskråning er ujevn og er delvis formet med en terrasse som bør fjernes. Vollhøyden justeres litt, men ikke store endringer. Baksiden mot bebyggelsen justeres. Alt materialet blir brukt i vollen.

Ved de nederste husene endres kanalen slik at skredmassene kan bre seg ut før de evt. treffer vei 500 og annen infrastruktur ved veien. Utvidelsen krever endring av vei 220. Det er mulig å bygge vei og voll i en konstruksjon, dvs. legge vei på toppen av vollen. Ved nederste husrad svinger veien inn mot husene mens vollen fortsetter oppover med økende høyde langs kanalen. Det er visse problemer knyttet til denne utformingen. Det

bør trolig plasseres rekkverk langs veien og det sammen med bratt kant kan medføre drivsnøproblemer. I tillegg vil vollen begrense utsikten fra de nærmeste leilighetene. Dette bør diskuteres nærmere før eller i detaljprosjekteringsfasen.

Innsiden av vollen er planlagt med helning på ca. 1:1,5 på strekningen fra veikurvens ende og oppover, dvs. dagens helning. Inn mot kanalen er veien planlagt med helning ca. 3:1. Nederste delen av veien, inn mot veikrysset kan ha slakere helning hvis ønskelig, for eksempel 1:3.

4.3.2 Voll på østsiden

Pr. i dag er det ikke voll på østsiden av kanalen. For å hindre sørpeskred i å nå fram til husene ved vei 222 er det nødvendig å bygge en voll med minst samme høyde som på vestsiden. Det er en del begrensninger som er viktig å ta hensyn til. NGI rapport [2] påpeker at mulig løsning kan være å bruke veiene for å få plass for voller med slak helning på begge sider, men det krever store arealer for vollen. LL har i e-post kommunikasjon påpekt at begrensning av fremkommelighet langs veier 217 og 222 ikke er ønskelige pga. samfunnssikkerhet (ambulans og brannvesen), og at omlegging av veier ikke er aktuell pga. for store kostnader.

Begrensninger i arealbruk tilsier at vollen må bygges med bratt innside dvs. den må bygges av forsterket materiale (for eksempel gabioner, steinkister, tørrmur, spuntvegg el. lign.) for å kunne minimere arealbruken. Baksiden/utsiden (mot bebyggelsen) er tenkt med helning 1:1,5 i hele vollhøyden eller deler av vollhøyden. Hvor mye areal som trengs for vollen bør drøftes med LL. Ulike forsterkningsmaterialer har/kan ha ulikt behov for areal.

Slakere innvendig helning på for eksempel 1:1,5 på vollen er mulig på strekningen fra bergknausen ned mot kurven på vei 222. Slik løsning har en overgang fra bratt helning til slakere helning ved kurven. Denne muligheten bør også diskuteres nærmere.

Vollen bør anlegges mot bergknausen (øverst) på en pen måte slik at det blir en naturlig overgang fra berg til forsterkningsmaterialet i innsiden. Vollen vil være ca. 14 m høy ved bergknausen og den avtar til ca. 12 m ned mot kurven på vei 222. Derfra avtar høyden ned til ca. 6 m ved mot veikryss 500.

Det er viktig at den bratte vollsiden blir fundamentert på sikker måte, dvs. den må graves ned 1,5 til 2,0 m for å ikke å risikere at evt. skred/flom undergraver veggen og truer stabiliteten.

Bakfyllingen på vollen vil strekke seg så langt mot øst at ca. 20 m av snøsamleskjermen nærmest bekkeløpet må fjernes. Det er grunn til å tro at dagens drivsnøproblem blir mindre pga. vollen i det vinden trolig vil blåse langs vollen ned bekkeløpet. Det blir imidlertid et leområde bak vollen der det forventes at snø kan samle seg, men ikke langt

ned mot husene. Dette gjelder trolig først og fremst langs øvre delen av vollen der den møter fjellsiden.

Tverrsnittsarealet til kanalen vil variere mellom ca. 170 m² nederst og ca. 400 m² øverst, rett ovenfor bergknausen.

4.3.3 Ledninger m.m. ovenfor vei 500

Ovenfor veien er det mange og viktige ledninger (Figur 5) som bør sikres. Det kan gjøres på flere enn en måte, bl.a. ved å grave ledningene ned eller å støpe en betongplate som leder evt. sørpeskred over. Det er viktig at utforming av sikringen for ledningene blir slik at skredmasser har mulighet for å skli over veien uten oppdemning. Aktuelle løsninger bør diskuteres med LL før detaljprosjektering starter.

4.3.4 Holdbarhet av materiale og vedlikehold/forvaltning

Holdbarhet av materiale bør diskuteres før detaljprosjektering. Foreløpig går vi ut fra at holdbarhet på forsterkningsmateriale ikke skal være mindre enn ca. 80 til 100 år. En del leverandører oppgir i sine dokumenter at deres material tilfredsstiller dette kravet.

Det er viktig å påpeke at vedlikehold bør tas med når kostnaden skal beregnes. Dessverre er det lite informasjon om vedlikeholdskostnader for slike sikringstiltak i Norge, men vi har brukt erfaringstall fra Alpelandene og justert disse etter det som vi mener er fornuftig for Norge. Trolig ligger årlig vedlikeholdskostnad i Norge på ca. 0,05% til ca. 0,5% av byggekostnad. Erfaring etter bygging vil vise hvor stor kostnaden vil bli. Det er viktig at kontrollere sikringstiltakene med jevne mellomrom for eksempel hvert femte år. Kontroll bør utføres av personer med kompetanse innenfor skred og geoteknikk og/eller materialteknikk.

4.3.5 Sikkerhet etter utbygging

Det er knyttet en del usikkerhet til hvor "sikkert" sikringstiltaket er. I tillegg til modellene som er diskutert i kapittel 3.1.5 har bilder og annen informasjon fra andre sørpeskredshendelser blitt vurdert, de har blitt sammenlignet med terrengforholdene i Vannledningsdalen og på viften. Det finnes eksempler på oppskylningshøyder over høyden på sikringstiltaket som er presentert her. Problemet med denne informasjonen er at det er lite eller ingen informasjon om hendelsesforløp eller terrengforhold som kan forklare dette.

Det som gjør sammenligning mellom sikringstiltaket og "naturlige" skredbaner vanskelig er at foreslått endring på kanal og voller har som formål å lede sørpeskred med minst mulig hindring (og uønskede sidebevegelser) forbi bebyggelsen. Hindringer i terrenget kan føre til at skredene beveger seg i uønskede retninger.

Det finnes lite informasjon om hendelsesforløp for sørpeskred i kontrollerte skredbaner, men det finnes informasjon om vannstrømning som vi kan nyttiggjøre.

Det er vanskelig å vurdere hvordan snødekket vil være i kanalen dvs. hvordan evt. skavler formes og hvilken effekt de har på sørpeskred. Det er påpekt i kapittel 4.3.2 at drivsnø ned Vannledningsdalen trolig ikke blir noe problem for bebyggelsen. Her er antatt at snømengder eller skavler i kanalbunnen ikke skaper problemer for effekten av sikringstiltaket. Det kan forventes at det dannes skavler i lesider av volltoppene, men de anses ikke å være problem for effekten av kanalen.

Etter sørpeskred hendelser er det viktig å fjerne skredmasser som evt. lagres i kanalen ved husene.

Foreslått sikringstiltak er antatt å være tilstrekkelig i henhold til sikkerhetsklasse S3 for den øvre delen av tiltaket dvs. ned mot svingen på vei 222, med 4 m snø i kanalbunnen. Nedre delen anses å være tilstrekkelig i henhold til sikkerhetsklasse S2 med 4 m snø i kanalbunnen.

Kostnad ved høyere sikringstiltak (og høyere sikkerhetsklasse) for nedre delen bør veies opp mot muligheten for å evakuere folk i de sannsynligvis svært få tilfellene at dimensjonerende skred forventes i Vannledningsdalen.

Generelt bør det gjøres oppmerksom om sikkerheten for de som går på vollene. Vollene har bratte sider og de er høye slik at ferdsel for folk kan være farlig. Det bør vurderes å plassere skilt som varsler om dette.

5 Mengde- og kostnadsvurdering

5.1 Mengder

5.1.1 Tiltak på plataået

Her går vi ut fra at det brukes stive stålkonstruksjoner på plataået. Det er estimert at tilstrekkelig lengde på forbygningen på plataået er 30 m, derav ca. 15 m med 2 m høyde og ca. 15 m med 1,5 m høyde.

5.1.2 Tiltak på viften

Mengdene er beregnet ut fra terrengmodeller dvs. volum mellom design modell og dagens¹ terrengmodell. Det er ikke tatt hensyn til evt. fjerning av dårlig materiale under vollen eller evt. tilbakefylling. Materialet i skjæringen betraktes som "homogent"

¹ Her betyr dagens terreng det terreng som levert data fra LL representerer.

materiale dvs. ikke lagdelt med ulik kvalitet. Foreløpig har vi lite kunnskap om berg-overflaten eller kvalitet av berg.

Kanal

Kanalbunnens øst- og vestgrense er brukt som referansegrense (vertikal) for skjærings- og fyllingsmateriale.

Tabell 1

	Mengder
Skjæring (estimert)	14 500 m ³
Fylling (estimert)	1 500 m ³

Voll på østsiden

Skjæringsmaterialet er alt materialet som ligger på østsiden av kanalbunnen. Det samme gjelder for fylling. Hele innsiden av vollen er bratt og det er også bratt utside over en strekning på ca. 100 m mot vei 222. Her er antatt at den bratte siden bør ha 1 m tykkelse.

Det er mulig å endre helningen på vollen fra svingen på vei 222 opp mot fjellsiden. Det sparer behov for forsterkningsmaterial over ca. 200 m strekning, men mengde fyllingsmaterialet øker. Det krever også overgang fra slak helning til bratt vegg på lik måte som er vist på vestsiden. Dette bør diskuteres nærmere med LL.

Tabell 2

	Mengder
Skjæring (estimert)	2 500 m ³
Fylling (estimert)	25 500 m ³
Forsterkningsmaterial – volum	5 500 m ³
Tunnel	13 m

Voll på vestsiden

Skjæringsmaterialet er alt materiale som ligger på vestsiden av kanalbunnen. Nedre delen (ved bebyggelsen) av innsiden av vollen har bratt side. Her er antatt at den bør ha 1 m tykkelse (inn i vollen). Øvre delen har en slak helning på 1:1,5.

Tabell 3

	Mengder
Skjæring (estimert)	7 500 m ³
Fylling (estimert)	11 000 m ³
Forsterkningsmateriale – areal	900 m ²
Forsterkningsmateriale – volum ²	900 m ³

² Volumet er vist her og i tabellen ovenfor for å vise mengder som trengs per kvadratmeter bratt vollside. Dette volum er allerede inne i fyllingstallene.

Tabell 4 viser summerte masser og massebalanse.

Tabell 4

	<i>Mengder</i>
Skjæring (estimert sum)	24 500 m ³
Fylling (estimert sum)	38 000 m ³
Massebalanse (+overskudd/-mangel)	-13 500 m ³

Det framgår av tabellene at det er et underskudd på fyllingsmateriale på ca. 13 000 m³. Det er antatt at materiale kan hentes fra Longyearelven for å bygge vollene. Det er ikke tatt hensyn til evt. mengdeøkning ved sprenging av berg.

5.2 Kostnadsvurdering

Kostnadsvurderingen er basert på de priser vi har erfaring med fra fastlandet i ulike prosjekter de siste årene. Det vil alltid være stor usikkerhet i enhetsprisene spesielt der anleggsområdet er vanskelig. Det kan også være lokale forhold som gjør at prisene er for lave eller for høye i kostnadsestimater.

Kostnad ved endring og sikring av ulike typer infrastruktur bortsett fra endring av vei 220 (vei fundament) er ikke tatt med i kostnadsvurderingen.

5.2.1 Tiltak på plataået

Her er anslått kostnad for stålkonstruksjoner som sikringstiltak. Usikkerhet i denne prisvurderingen er at vi vet lite om grunnforhold, men antar at det ikke er mer enn ca. 2 m ned på bergoverflate på plataået.

Erfaringsmessig er det ofte liten eller ingen forskjell i priser på forskjellige høyder på forbygninger i utløsningsområder. Derfor antar vi at det er samme pris for 1,5 m høy og 2,0 m høy forbygning. Prisene kan ligge på ca. kr. 15 000 til ca. kr. 20 000 pr. m forbygning uten mva. For 30 m lang forbygning kan kostnaden for tiltak på plataået derfor være mellom kr. 450 000 og kr. 600 000 uten MVA.

Det er påpekt i kapittel 3.1.5 at tiltak på viften sikrer (holder på plass) bare en liten del av den snø som er antatt å kunne komme ned. Uansett er her foreslått at dette kun blir en del av sikringsløsningen.

5.2.2 Tiltak på viften

Tabellen nedenfor viser prisgrunnlaget som er brukt. Alle priser er uten MVA.

Tabell 5. Enhetsprisgrunnlag brukt i denne rapporten.

Material	Estimert kostnad: nedre grense	Estimert kostnad: øvre grense	Kommentarer
Forsterknings-Materiale	1 200 kr/m ²	2 600 kr/m ²	Dette material er dyrt, kostnaden er avhengig av type materiale. Erfaring tilsier at prisen kan variere mye. Dyrest er tørrmur av utsorterte og pene store steinblokker. Inkludert skal være material kostnad, alt arbeid og nødvendig tilleggsmateriale (f.eks. grus) for å ferdigstille arbeidet.
Grus/stedlige masser	100 kr/m ³	300 kr/m ³	Bakfyllingen er materialet hentet fra skjæringsområder. Inkludert i enhetsprisen skal være alt fra å hente materialet til ferdigstilling for voll/fylling.
Sprengnings-arbeid	250 kr/m ³	350 kr/m ³	Inkluderer bare frigjøring av bergmasser.
Gangtunnel	20 000 kr/m	30 000 kr/m	Pris på gangtunnel i gjennom østre vollen er hentet fra prosjekt i nord Norge som NGI har detaljprosjekt-ert.

Total kostnad for tiltaket regnet ut fra den nedre- og øvre prisgrense anslås å være mellom 14 mill. kr og 30 mill. kr. Uforutsett kostnad anses å være 4 - 5 mill. kr.

Foreløpig er det ikke kjent hvilke materielle verdier tiltakene sikrer og derfor er ikke mulig å si noe om "kost/nytte" verdien. Det vil være naturlig å gjøre en enkel utredning av kost/nytte verdi av prosjektet.

5.2.3 Vedlikehold/forvaltningskostnad

Den årlige vedlikeholdskostnaden kan være mellom kr 7 000 og kr 70 000 for den lavere kostnadsvurderingen og kr 15 000 og kr 150 000 for den høyere kostnadsvurderingen.

6 Kommunikasjon med LL og tilleggsinformasjon til foreløpig notat

Etter framlegging av foreløpig notat i midten av mars 2013 har LL og SNKS lest notatet og kommet med kommentarer og forslag som blir gjennomgått her nedenfor. E-poster og svar blir inkludert og diskutert.

6.1 Kommunikasjon med e-poster

E-post fra LL ved Jørn Myrlund dato 19. april 2013 og svar fra NGI 22. april 2013.

1. *Hvorfor kan ikke vei 217 og vei 222 legges om? 217 kan for så vidt stenges uten problem (tilgang fra vei 219), vei 222 kan få tilgangspunkt fra vei 224.*

Svar: For min del er slike endringer ikke noe problem. Jeg tolket e-postene vi sendte mellom oss fra 28. jan til 4. feb. 2013 slik at det var en fordel at man kunne holde veier 217 og 222, bl.a. pga. samfunnssikkerhet ...og at man vurderte kostnaden ved bygging av nye veier bl.a. fra 219 og 224 for høy.

Vi sparer penger ved å lage flatere utside/skråning langs vei 222, den kommer nesten helt inn til hus nr. 3A. Besparingen kan være mellom kr. 500 000 og kr. 1 000 000 og det er først og fremst forsterkningsmaterialet som utgjør denne kostnaden. På den andre siden kommer utlegg ved å bygge vei fra vei 224.

Stenging av vei 217 (og veikrysset) gir muligheter for en voll med slakere helning på begge sider, og mindre sving/kurve på traséen. Jeg har ikke tegnet dette, men ut fra grov studie på kart tror jeg at dette er mulig. Trolig bør vollen være litt høyere pga. flate sider (0,5 til 1,0 m). Brattveggen langs vei 222 bør avsluttes med en kurve inn mot vei 200, og så tar voll med flate sider over langs vei 217 (omvendt det som er på vestsiden).

Vei 220 trenger ikke å være på vollen, husene kan evt. kobles til veier 216 og 218. Det endrer ikke vollen eller oppbyggingen uten forsterkningslag og asfalt for vei blir ikke med.

2. *Hvilket vedlikehold krever vollen? Vi utfører ikke vedlikehold på vollen i dag. (4.3.4).*

Svar: Det er avhengig av type byggematerial og størrelsen på evt. skredhendelse. Bratt vollside er bygget av material som bør fundamenteres grundig. Det kan skje ved skredhendelse at vi får så pass kraftig erosjon at forsterkningsmaterialet eller at fundamentet blir skadet. Forsterkningsmaterialet har også varierende egenskaper.

Generelt sagt kan det også oppstå setninger eller utglidning i bratte skråninger, det er kanskje ikke sannsynlig på Svalbard, trolig ganske bra material for denne type tiltak!? Det har vært skader på bratte voller i Norge,

men så vidt jeg vet har ingen oversikt over hvor store reparasjonskostnadene er av byggekostnad.

Inspisering hvert femte år er utgangspunktet, men også etter hver stor skredhendelse.

Jeg tror at om ikke alt for lang tid kommer forslag om regler for kontroll av sikringstiltak, trolig via ett prosjekt vi har med NVE.

3. I de estimerte kostnadene, er frakt til Longyearbyen inkludert i prisen?

Svar: Alle priser jeg har tilgjengelige i dag er fastlandspriser, fra ulike prosjekter. Opp mot 50% av total kostnad er forsterkningsmaterialet og tunnelen; materialet er hentet fra fastlandet.

Det er stor variasjon i priser på forsterkningsmateriale, jeg satte øvre grensen på 2600 kr/m², men jeg vet at tørrmur, pent laget av sortert stein koster trolig opp mot 3000 kr/m² (jeg regnet ikke med at vi hadde tilgjengelig slikt materiale på Svalbard!).

Dessverre har jeg ikke kunnskap om hvor stor transportkostnaden blir, den avhenger av type materiale, ...og jeg har ikke kunnskap om kostnadsnivået for grunn/anleggsarbeider på Svalbard. Fint om dere kan gi meg tilbake melding om priser.

Jeg håper at dette svarer på spørsmålene.

E-post fra SNKS ved Per Chr. Frøislie, dato 25. april 2013.

...

Når det gjelder svarene fra NGI har vi følgende kommentarer:

Vi har ikke fått et godt svar på om det vil bli billigere med sikringstiltakene hvis bebyggelsen fjernes.

Selv om det mangler regelverk/veiledning for kost/nytt vurdering kan man vurdere pris på sikringstiltak når en god del av den utsatte bebyggelsen er fjernet. Kost/nytte vurdering er ikke så viktig så lenge vi får avklart om det blir mye billigere sikringstiltak uten bebyggelse. Den utsatte bebyggelsen eies i stor grad av Store Norske Boliger og Longyearbyen lokalstyre, så hvis sikringstiltaket blir mye billigere ved å fjerne bebyggelsen bør dette sees på i større grad. Det er under utarbeidelse ny delplan for Gruvedalen som muliggjør etablering av nye boliger.

Er det andre tiltak som kan gjøres for å få ned prisen på sikringstiltaket? Med tiltak tenker vi på endring av veier, fjerne bebyggelsen etc. Vi synes det er viktig å få et godt sikringstiltak til lavest mulig pris og det er derfor viktig at alle tiltak som medfører lavere kostnad er blitt vektlagt i prosessen.

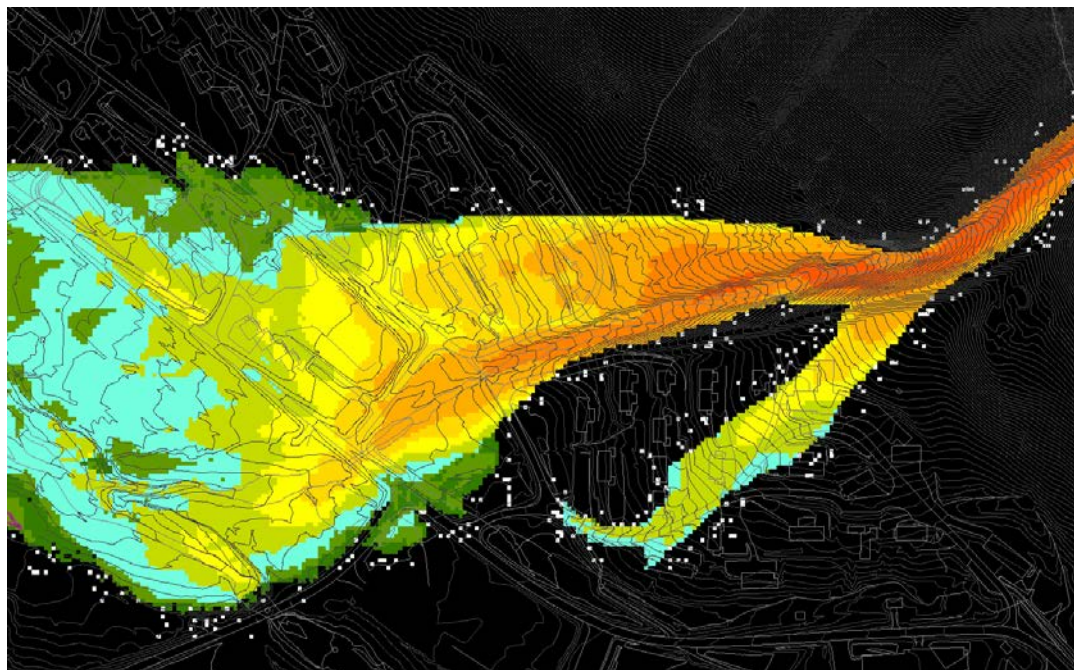
Svar fra NGI er å finne i kapittel 6.2.

6.2 Sikringsalternativ 2

Etter diskusjon med LL ved Jørn Myrlund ble det bestemt å se nærmere på disse spørsmålene og utarbeide flere alternativer. Beregning med RAMMS var utført med dagens terreng og terreng etter endring av voll på østsiden. Det har ikke blitt gjort endring på voll eller kanal på vestsiden.

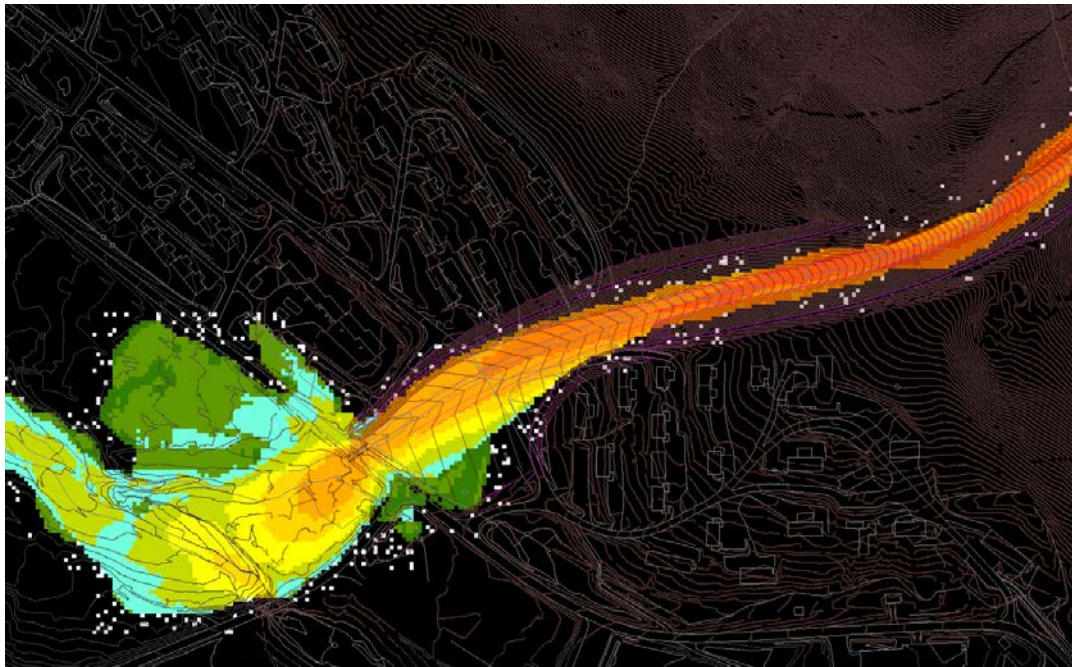
6.2.1 Modellberegning med dagens terreng og med endret voll på østsiden

Et av spørsmålene i e-posten ovenfor er hvor stort område evt. kan bli berørt av sørpeskred som kommer ned Vannledningsdalen. RAMMS ble brukt til å beregne mulig hendelsesforløp med dagens terreng uten hus. Det er ikke mulig å gi eksakt utbredelse men resultatet indikerer hva som kan skje.



Figur 8. Figuren viser resultat fra RAMMS beregningene (for $\xi = 5\,000$, andre verdier er de samme som før) for dagens terreng. Fargekoder er beskrevet i kapittel **Error! Reference source not found.** Lengst til høyre på figuren er krapp sving på skredmassene og en del går over dagens voll og ned mot hotellet. Dette er området som i dag har lavest voll og utflating/høydesprang i bekkeløpet. Bergknausen hjelper til og kaster skredmassene mot vest. Kraftig baksving/ondulasjon fra dagens terreng/voll fører til at skredmassene kastes mot øst og opp over kanten av bekkeløpet og de sprer seg over bebygget område. Det er rett å påpeke at beregningene IKKE gir eksakt spredning, men figuren INDIKERER det som kan skje dvs. at sørpeskred går over dagens tiltak og kan true bebyggelsen.

Hvite pixler har ikke noen betydning i figuren.



Figur 9. Figuren viser resultat fra RAMMS beregningene (for $\xi = 5\,000$, andre verdier er de samme som før) for voll på østsiden med slak helning. Beregningene indikerer at planlagte voller fungerer, men de viser også at overgangen for skredmassene over vei 500 kan være en utfordring, og det er viktig at veien eller infrastrukturen/ledninger som ligger langs veien ikke blir for stor hindring for skredmassene.

6.2.2 Voll på østsiden uten forsterkningsmateriale

Utgangspunktet for plasseringen av vollen er at vollfoten på innsiden er tilnærmet på samme plass som vollfoten som er presentert i kapittel 4. Vollen er planlagt uten forsterkningsmateriale og derfor er sidehelningen satt til ca. 1:1,5 på begge sider. Det betyr at den tar mye plass inn mot bebyggelsen. Vollhøyden er den samme som vist i kapittel 4.3.2, se tegning nr. T003.

I dette alternativet er volltoppen parallell med kanalens senterlinje ned til vei 217 der volltoppen svinger til vest og vollen slutter ved veikrysset 217/500. Pga. av vollhøyden minsker langs vei 222 øker bredden på kanalbunnen mot øst. Det er mulig å minke bredden på kanalbunnen, men dette anses å være detaljdesign og er derfor ikke gjort her. Enden av vollen ved vei 500 kan være en stor utfordring pga. høydeforskjell mellom vei 217 og huset øst for veien og mulighet for skredmasser som demmer seg opp på veien og sklir ned mot huset.

Mindre bredde på østsiden av kanalen betyr at det blir mindre inngrep i bebyggelsen, men den hindrer trolig ikke at hus 222-5 og hus 222-3A blir liggende delvis inne i vollen. Det kan evt. være mulig å bygge lokalt bratte vegger av forsterkningsmateriale på

utsiden av vollen for å sikre husene, men dette bør bl.a. veies opp mot kostnad og estetikk.

Denne løsningen betyr at veiene 217 og 222 må fjernes. Hus 222-7 til 222-13 blir i så fall uten veiforbindelse. NGI har ikke tilstrekkelig informasjon om forhold og muligheter for annen veiforbindelse, men umiddelbar tanke er at det kan være mulighet for å anlegge en ny vei ved fjerning av hus 222-5 og bygge vei fra 224 inn på husområdet, eller fra vei 224 til nordøst enden av vei 222.

Kostnad ved veibygging er ikke tatt med i kostnadsvurderingen fordi vi mangler informasjon om veipriser.

6.2.3 Voll på vestsiden uten forsterkningsmateriale

Endring av voll på vestsiden ved fjerning av forsterkningsmateriale har ikke vært studert i detalj. Volltoppen blir 3 m smalere med når veien ikke blir liggende på toppen. Disse 3 m vil gjøre det lettere å lage slakere sider. Trolig må vi samt flytte volltoppen litt lengre inn mot husene. Mest sannsynlig betyr det at hus 220-2 og 220-4 vil bli påvirket, men på nåværende tidspunkt usikkert i hvor stor grad. Her er det trolig også mulig å bygge brattere vegg inn mot husene for å unngå riving.

For voll på både vest- og østsiden kan det være behov for erosjonssikring av kanalbunn og nederste delen av vollene.

6.2.4 Mengder

I Tabell 6 er det oversikt over estimerte mengder for voll på østsiden. De samme forutsetningene som er beskrevet i kapittel 5.1.2 gjelder også her. Det framgår av Tabell 6 at skjæringsvolumet er større enn det som er estimert for bratt voll og presentert i Tabell 2, hovedsakelig pga. av bredere skjæring langs vei 217 og 222 og flatere vollskråning. Skjæringsmaterialet er trolig brukbart som bakfylling i vollen.

Fyllingsvolumet er ca. 5000 m³ mer enn det som er presentert i Tabell 2. Grunnen til at det ikke blir mer økning er trolig slak helning på vollsiden, og at den mange steder følger dagens overflate.

Det er viktig å påpeke at vi vet lite om dybden til fjell, noe som kan påvirke skjæringen i detaljprosjekteringsfasen.

Tunnel igjennom vollen blir litt lengre pga. slakere vallsider. Estimerte lengder er ca. 17 m.

Tabell 6

	<i>Mengder</i>
Skjæring (estimert)	4 100 m ³
Fylling (estimert)	30 300 m ³
Tunnel	17 m

6.2.5 Kostnad

I kostnadsvurderingen er samme grunnlag som før brukt, se nærmere i kapittel 5.2. Forsterkningsmateriale har blitt fjernet fra vollen på østsiden og fyllingsvolumet har økt. Total prisen for tiltaket på viften blir mellom 8 mill. kr. og 19 mill. kr. Uforutsett kostnad anses å være 4 – 5 mill. kr.

Ved fjerning av forsterkningsmateriale fra vollen på vestsiden kan kostandene bli 1 til 3 mill.kr. lavere.

Derimot kan kostnadene øke pga. behov for etablering av nye veier og annen infrastruktur, samt oppkjøp av leiligheter. På østsiden kan dette dreie seg om 4 til 6 leiligheter. På vestsiden kan det dreie seg maksimalt 3 leiligheter.

Hvis det er aksept for å fjerne bebyggelse er dette et alternativ som bør vurderes nærmere.

7 Faregrenser

Faresonekartlegging var opprinnelig ikke en del av oppdraget, men etter avtale med LL (Kjersti Holte) sommeren 2015 ble det bestemt å tegne inn faregrenser for dagens situasjon, og etter at bygging av sikringstiltak for området på viften (Haugen) nedenfor Vannledningsdalen er gjennomført. Aktuell skredtype er sørpeskred. Faregrenser er tegnet i henhold til kravene i TEK10 for skred med årlig sannsynlighet 1/5000, 1/1000. I stedet for faregrensen 1/100 har vi tegnet inn faregrensen 1/333 fordi dette er nedre grense for hvilke hus NVE eventuelt yter finansiell støtte til sikringstiltak.

Ved vurdering av faresoner før bygging av sikringstiltak ble det bl.a. tatt hensyn til informasjon om tidligere skredhendelser, dagens terrengforhold og RAMMS kjøring.

Det å bestemme faregrenser ut fra dagens terreng (som NGI fikk i 2012 levert som høydekurver) og bygninger er en utfordrende oppgave, og det er stor usikkerhet knyttet til utbredelsen av faresonene. Eksisterende bygninger og veier vil i stor grad påvirke utbredelsen av skredmasser.

Det har vært forsøkt å inkludere effekten av bygninger i RAMMS, men så langt er resultatene for få og for usikre. Vi har derfor benyttet RAMMS uten å ta hensyn bygninger. Vi har vurdert RAMMS resultatet når vi tegnet inn disse grensene, Figur 10.

Vi har forsøkt subjektivt å inkludere effekten av bygninger og veier når vi har vurdert utbredelsen av faresonene (Figur 10).

Skredfaregrenser for området etter bygging av sikringstiltak er vist på Figur 11. Disse grensene tar utgangspunkt i det første forslaget til sikring, og som har som formål å beholde dagens bygninger og infrastruktur (kapittel 4.3).

Når kartlegging av skredfare på andre nærliggende områder i Longyearbyen er ferdig bør grensene kobles sammen i en helhetlig grense for denne fjellsiden.



Figur 10. Faresonekart for dagens situasjon. Rød linje: nominell årlig sannsynlighet: 1/5000, brun linje: 1/1000 og gul linje: 1/333. Bakgrunnsbilde: LL.



Figur 11. Faresonekart for området etter bygging av sikringstiltak. Rød stiplet linje: nominell årlig sannsynlighet 1/5000, brun stiplet linje: 1/1000 og gul stiplet linje: 1/333. Bakgrunnsbilde: LL.

8 Snøhøydemåling i Vannledningsdalen

8.1 Innledning

En av vanskelighetene i forprosjekteringsarbeidet som ble utført 2012 og 2013 var at det ikke fantes informasjon om snøhøyde i Vannledningsdalen.

Høsten 2013 målte LL inn terrenget (tverrsnitt) på åtte steder i Vannledningsdalen. I mai 2014 målte LL in overflaten på snødekket på de samme åtte stedene og i mai 2015 målte en student fra UNIS på samme punkter som i 2014.

8.1.1 Målepunkter

I samband med forprosjekteringen ble det lagt senterlinje for tiltaket på viften nedenfor Vannledningsdalen og ned til Longyearelven. Denne senterlinjen ble senere forlenget opp og til enden av plataet, hovedsaklig langs elvebunnen der det var "geometrisk mulig". Geometrien vises i vedlegg.

NGI sendte LL forslag om åtte målepunkter i Vannledningsdalen fra nederste del gjølmunnningen og opp til plataet. Punktene er på pel/stasjon: 1183,1 - 1330,9 - 1494,2 - 1653,1 - 1824,5 langs senterlinjen. LL satte ut punktene og målte inn tverrsnitt høsten 2013. I mai 2014 ble snøhøyden målt inn, men pga. av at innmålingen ikke er på samme punkter som høsten 2013, viser ikke dataen helt rett snøhøyde.

Innmålte punkter fra høsten 2013 ble projisert på DSM/TIN (e: Digital Surface Model og Triangular Irregular Network) som var generert fra kartdata som LL tilrettelagde for prosjektet. Høydekurver i kartdataen er med 1 m ekvidistanse opp til kote 200 m i Vannledningsdalen; videre oppover 5 m ekvidistanse. Dette fører til at nøyaktigheten på grunnlagskartet varierer i dalen og det kommer tydelig fram på tverrsnittene. Ved å sammenligne projisert snøhøydemåling på digital overflate med projisert terrengmåling på digital overflate kan vi se grovt hvor stor forskjell er på "rett" terreng.

Det bør bemerkes at digitalhøyde bare er tatt i innmålte punkter. Det betyr at hvis det er ikke samsvar i antall punkter pr tverrsnitt mellom ulike innmålinger kan det være noe feil i terrengoverflaten fra DSM/TIN.

Innmåling fra mai 2015 har ikke samme nøyaktighet som andre målinger, nøyaktigheten er 1 m, men den viser samme tendens som målingene i 2014.

8.1.2 Snøhøyder og mengder

I Tabell 7 nedenfor er gjennomsnittssnøhøyde estimert ut fra måledataen fra 2014. Her definerer vi en parsell som området/lengden mellom to tverrsnitt. Gjennomsnittsarealet er summert areal i hver ende (nedre/øvre) av parsell dividert med 2. Arealet er plassert på øvre enden. Volum er funnet med å multiplisere gjennomsnittsarealet med lengden på parsellen.

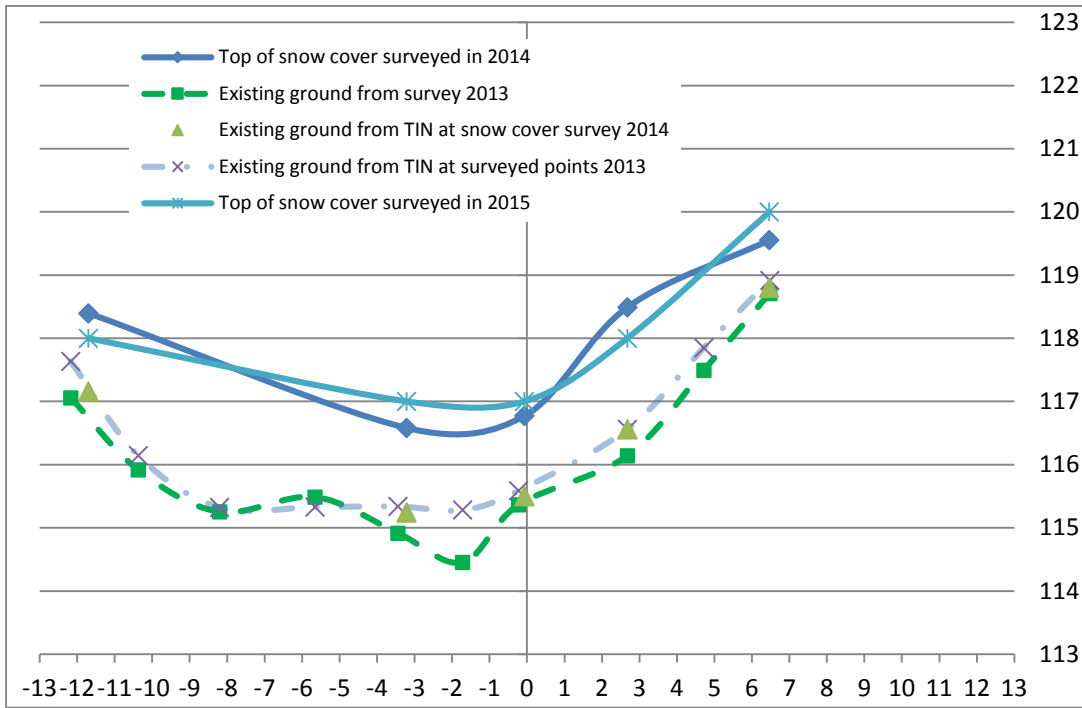
Tabell 7. Høyde og bredde pr. tverrsnitt.

Tverrsnitt/pel [m]	Maks høyde [m]	Gjennomsnitts høyde [m]	Målt bredde [m]	Estimert gjennomsnitts- areal [m ² /parsell]	Estimert mengde [m ³ /parsell]
1183,1	~2	~1,5	~18,1	0	0
1330,9	~1,5	~1,2	~22	~27	~3990
1494,2	~1,5	~1,3	~15,9	~23,5	~3840
1653,1	~3,4	~2,7	~9,2	~45,5	~7230
1824,5	~3,9	~3	~10,8	~28,6	~4900
1981,8	~3	~2	~9,2	~25,4	~4000
2153,4	~2,6	~1,8	~10	~18,2	~3120
Totalt					~27100

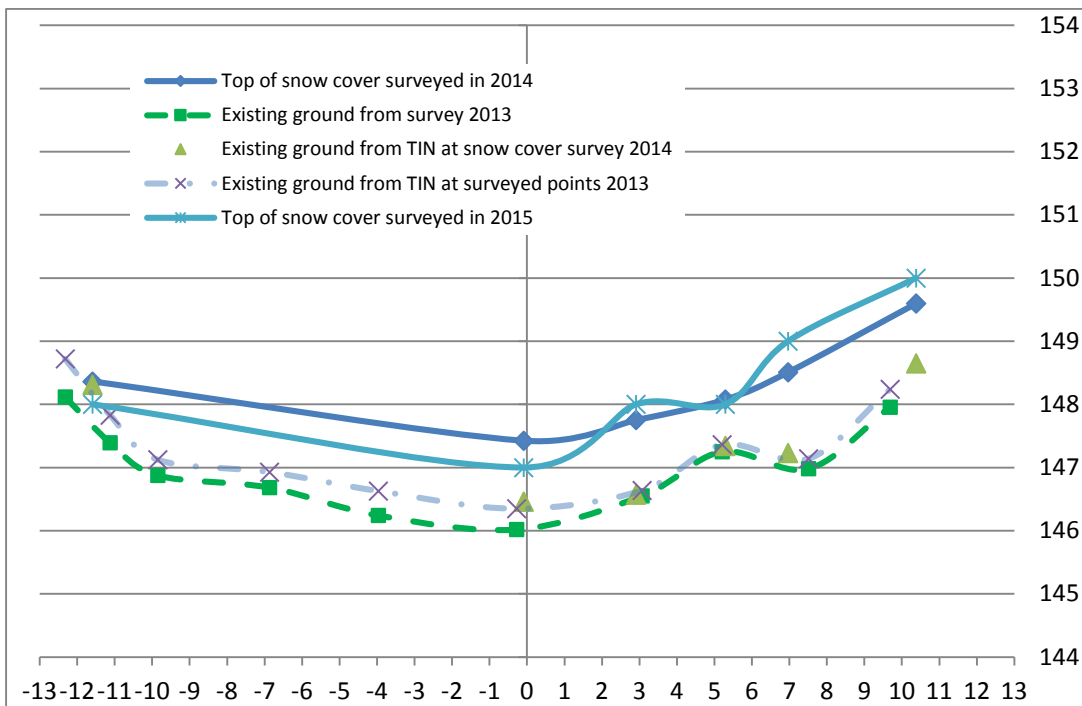
Mengder gir ikke snømengdene i hele Vannledningsdalen, men de gir mengder i det området som eventuelt kan gli ut i et sørpeskred. Beregnede mengder på ca. 27.000 m³ og er mindre enn 50% av det som blir brukt som kriterium for design av sikringstiltakene på viften.

Det er ikke grunn til å foreslå endringer i designkriteriet, og vi trenger innmåling fra flere vintrer for eventuelt å foreslå endringer i kriteriet.

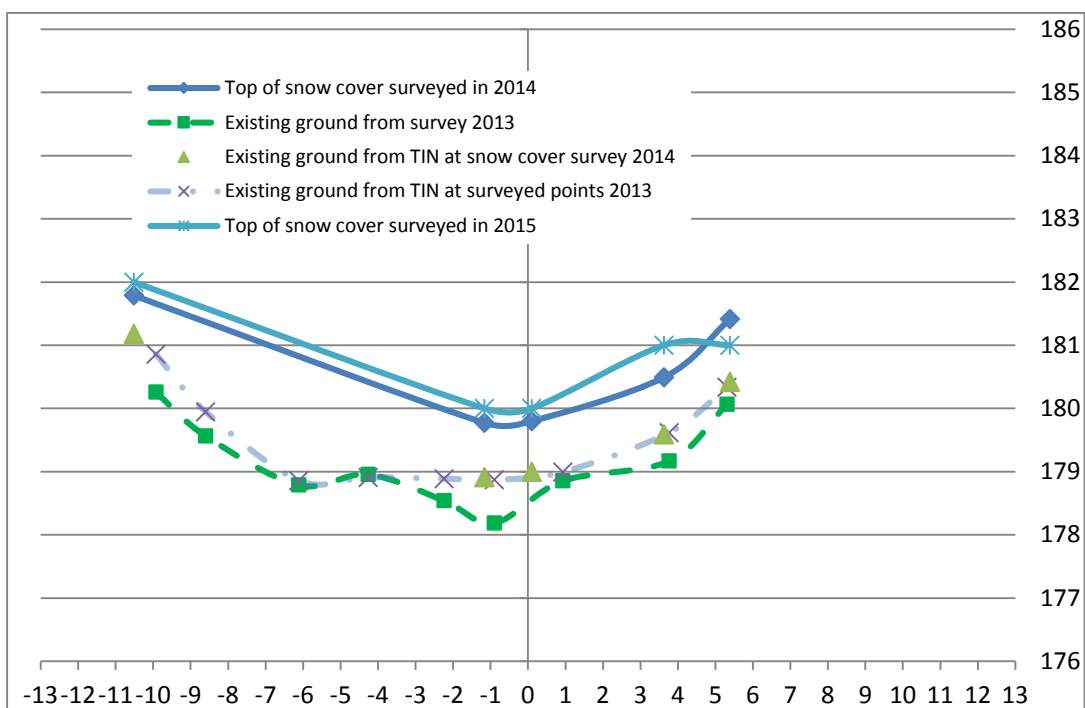
8.2 Snøhøydemåling



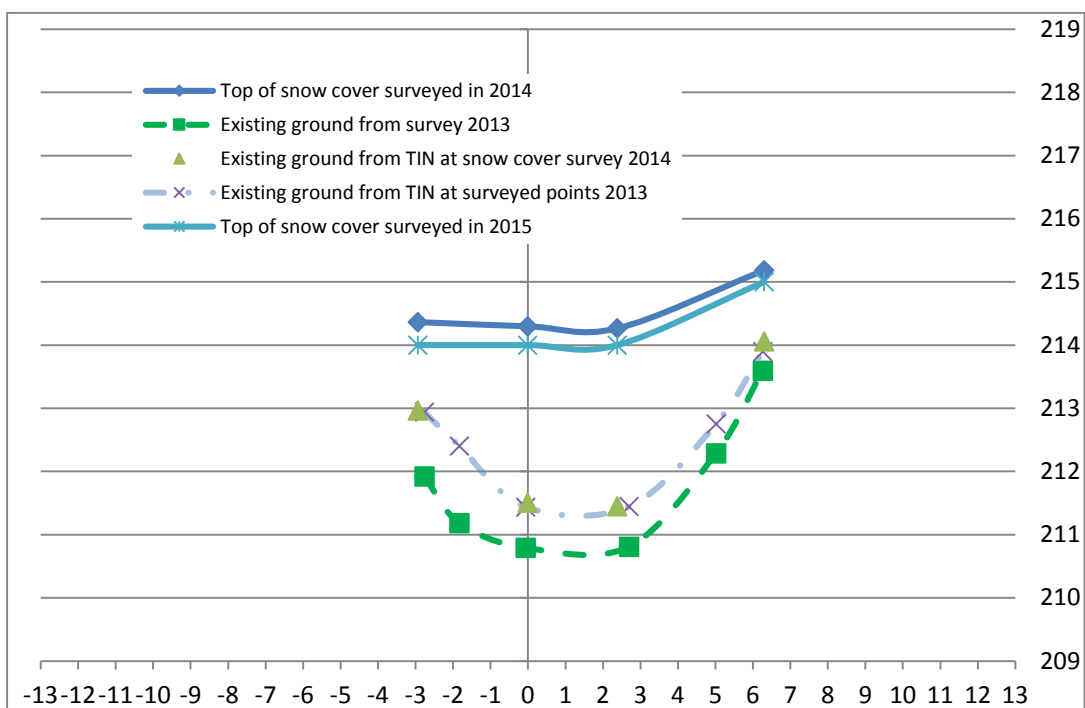
Figur 12. Tverrsnitt 1183,1.



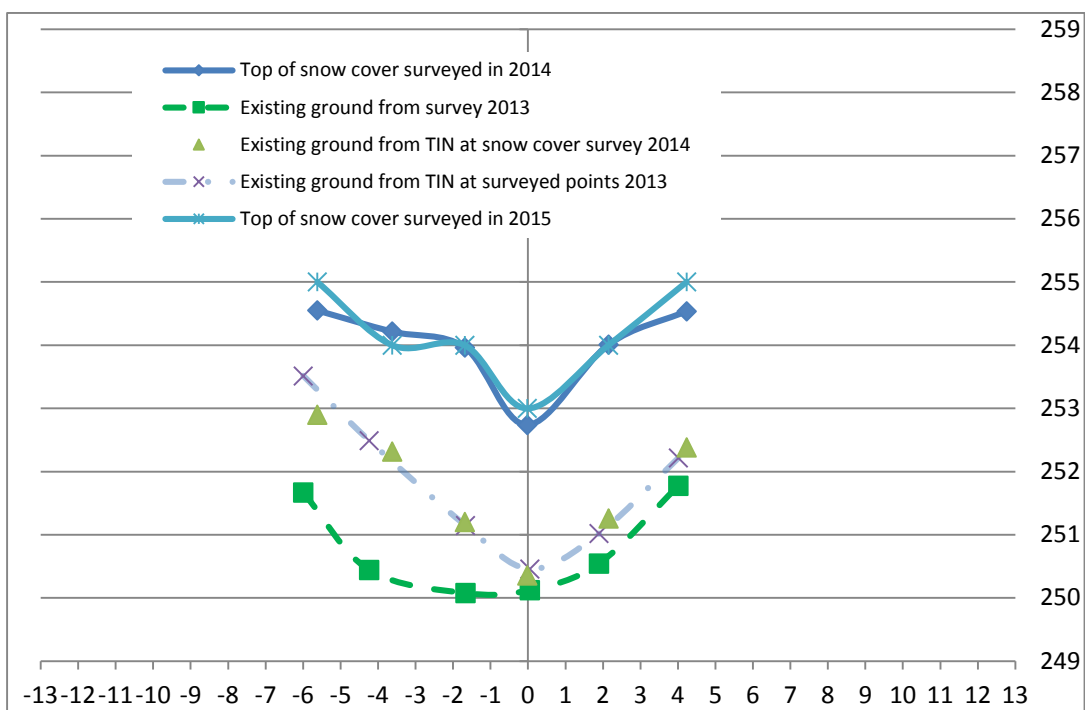
Figur 13. Tverrsnitt 1330,9.



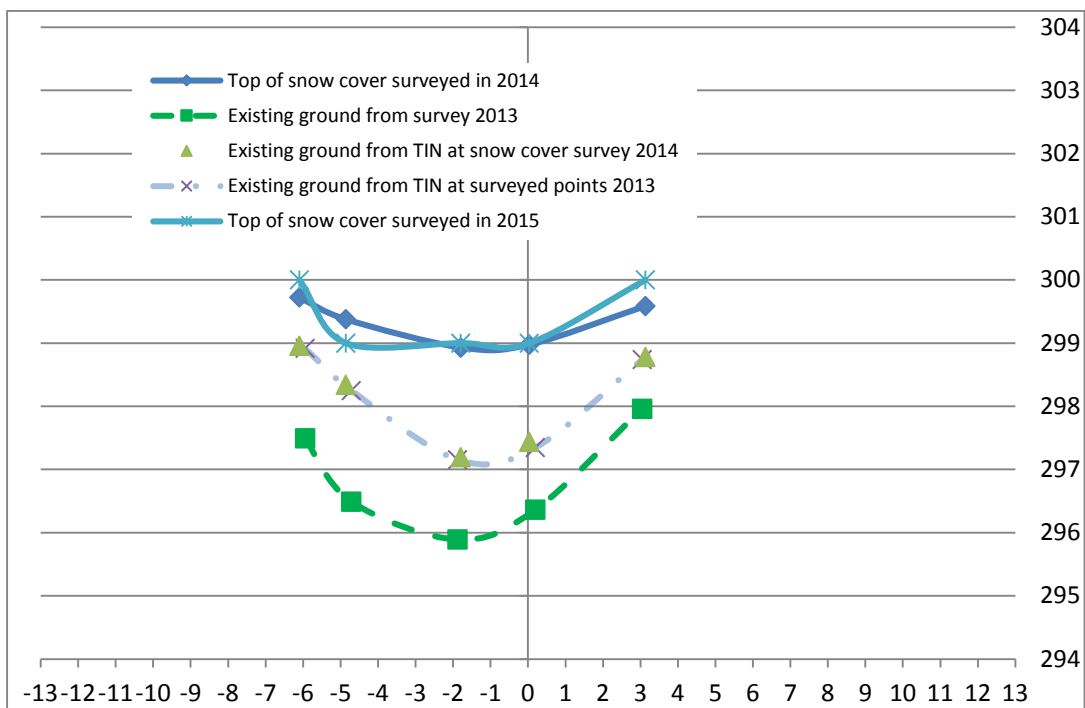
Figur 14. Tverrsnitt 1494,2.



Figur 15. Tverrsnitt 1653,1.



Figur 16. Tverrsnitt 1824,5.



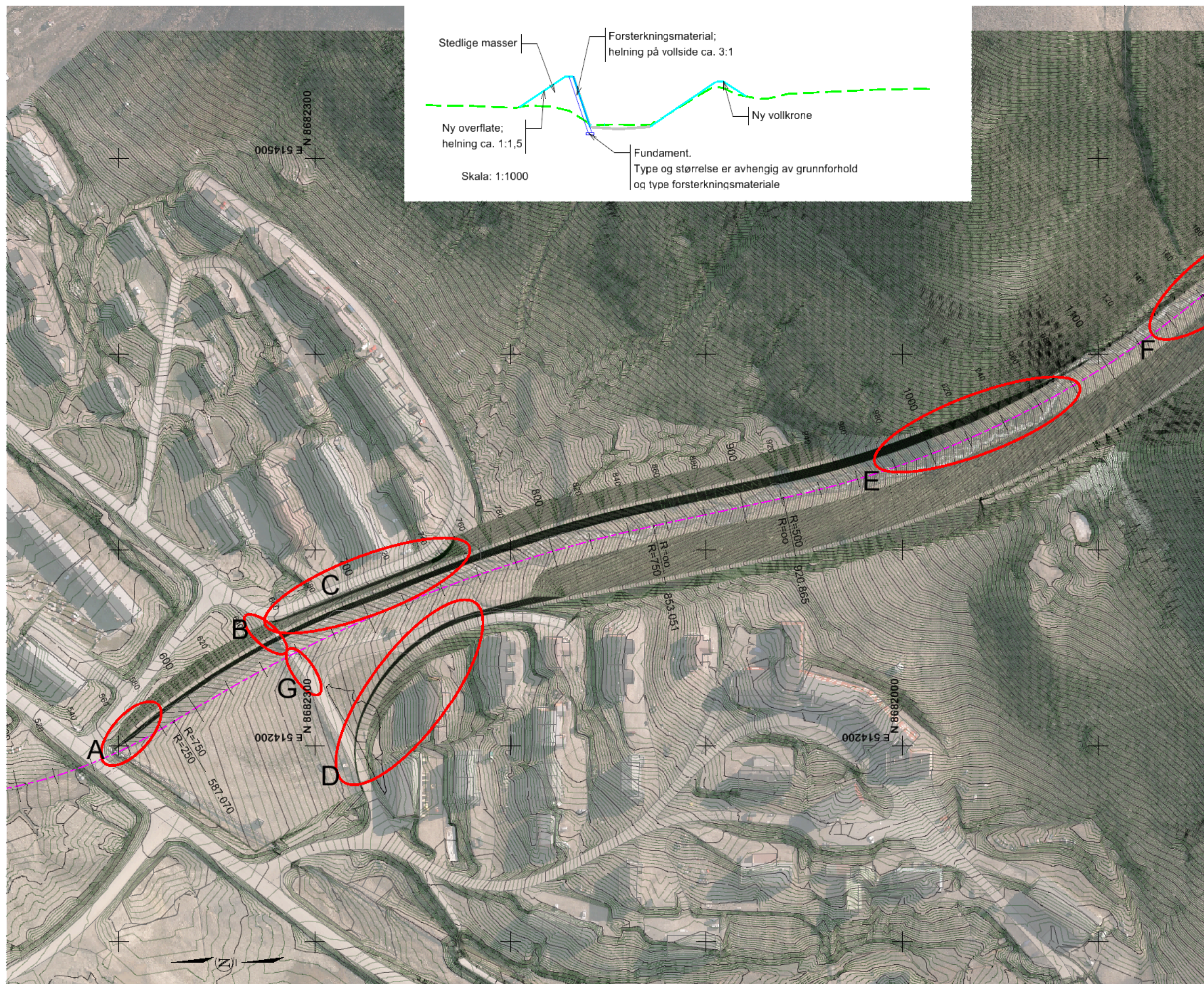
Figur 17. Tverrsnitt 1981,8.

9 Referanser

1. Johannesson, T., Gauer, P., Issler, D., & Lied, K. The design of avalanche protection dams, Recent practical and theoretical developments. Brussels: European Commission. 2009.
2. NGI. Sikring av bebyggelse og infrastruktur mot sørpeskred.- Oppsummering etter møter og befaring 18.-20.04.2012. Rapport nr. 20120323-00-1-R
3. NGI. Klatrehøgder av skred på krumma leievoll. Rapport nr. 581200-36. 2002.
4. Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.

Tegninger

<i>Tegningsnummer</i>	<i>Forklaring</i>
T001	Sikringstiltak mot sørpeskred; Ledevoller og kanal
T002	Sikringstiltak mot sørpeskred; Isolinjer viser høydeforskjell mellom tiltak og dagens terreng
T003	Sikringstiltak mot sørpeskred; Ledevoller og kanal. Kanal på østsiden uten forsterkningsmaterial



Forklaring

Kanalen er designet med minst 14 m bunnbredde. Vollen på vestsiden følger stort sett eksisterende voll. Små justeringer er gjort for å forbedre geometrien. Vollhøyden på vestsiden skal være ca. 14 m fra bergknausen og forby hotellet, avtar derfra til ca. 12 m ved veien på volltopp. Derfra avtar vollhøyden gradvis ned til ca. 1 til 2 m ved veikryss 220/Haugenbakken. Det skal bygges ny voll på østsiden av kanalen. Vollen er planlagt med bratt innside og slak utside. Utsiden er bratt langs vei 222. Vollhøyden på østsiden skal være ca. 14 m fra bergknausen og ned til vei 222, avtagende derfra ned til ca. 6 m ved veikryss 217/100. Området mellom veier 217, Haugenbakken og vei 500 er tenkt som avlagingsområde for skredmassene; det er bare vist grov utforming av området og ikke tatt hensyn til ledninger.

Markerte områder (røde ellipser)

- A Vollenden skal gradvis gå ned ved veikrysset
- B Forslag om tunnel av korrugert stål igjennom vollen for gående trafikk. Tunnelen skal ha maks 60 grader på vollretningen.
- C Vollbredden er redusert ved veien for å ikke hindre trafikk. Det skal være bratt vallside (ca. 3:1) på den nederste delen.
- D Eksisterende vei får en ny geometri. Det skal være bratt vegg (ca. 3:1) på innsiden. Rekkverk trengs på veien.
- E Skarp sving i bekkeløpet ved nåværende bergknaus endres slik at det blir åpnere bekkeløp.
- F Overgang fra prosjektert overflate til dagens terreng skal justeres.
- G Bro, sti og ledninger bør endres.

FORKLARING:
 Kartdata: EPSG:25833 - ETRS89/UTM zone 33N
 Kartdata: Lokalstyret
 Kotelinjer: 1 m avstand
 Terrengmodell og kotelinjer er generert av NGI etter høydekurvedata fra Lokalstyret.
 Høydekurver er ikke redigert utenfor planlagt anleggsområde.



LONGYEARBYEN LOKALSTYRE
 Vannledningsdalen

Sikringstiltak mot sørpeskred
 Ledevoller og kanal

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3903, Ullevål Stadion, 0806 OSLO
 Sognsveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48
 www.ngi.no

Dato: 2013-03-20
 Oppdragnr.: 20120650

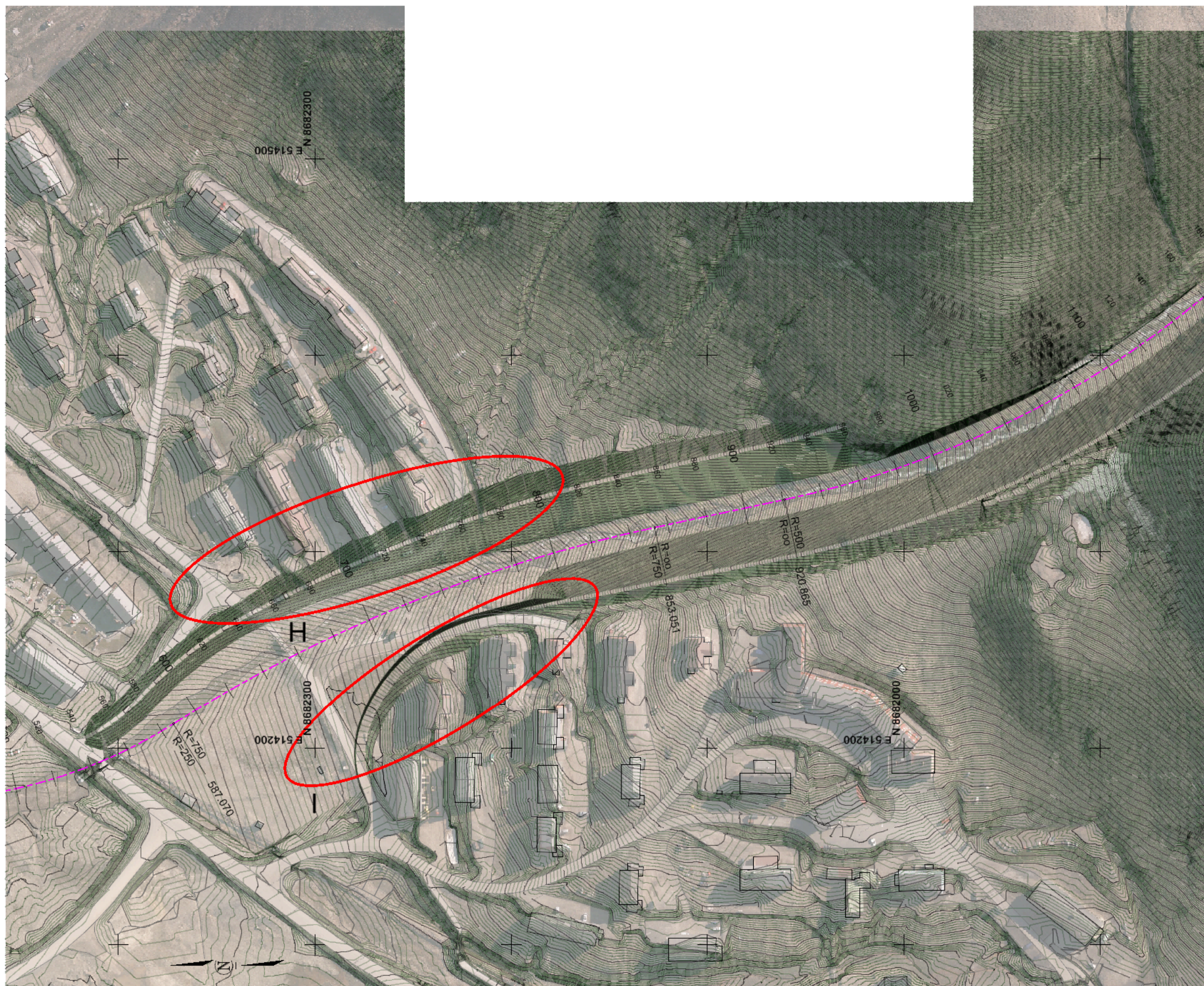
Konstr./tegnet: BJØ
 Tegningnr.: 001

Konstrukt: -
 Rev.: -

Skala: 1:2000

NGI

Stapel: FORPROSJEKTERING
 Originalformat: A3
 Tegningsfilnavn: 20120650-B-T001.dgn
 Wåhstubb



Forklaring

Kanalen er designet med minst 14 m bunnbredde. Vollen på vestsiden følger stort sett eksisterende voll. Små justeringer er gjort for å forbedre geometrien. Vollhøyden på vestsiden skal være ca. 14 m fra bergknausen og forby hotellet, avtar derfra til ca. 12 m ved veien på volltopp. Derfra avtar vollhøyden gradvis ned til ca. 1 til 2 m ved veikryss 220/Haugenbakken. Det skal bygges ny voll på østsiden av kanalen. Vollen har innside og utside med helning ca. 1:1,5. Vollen går over deler av hus 222-5 og 222-3A. Vollhøyden på østsiden skal være ca. 14 m fra bergknausen og ned til vei 222, avtagende derfra ned til ca. 6 m ved veikryss 217/100. Området mellom veier 217, Haugenbakken og vei 500 er tenkt som avlagingsområde for skredmassene; det er bare vist grov utforming av området og ikke tatt hensyn til ledninger.

Markerte områder (røde ellipser)

- H Eksakt plassering og utforming av voll ved hus gjøres i detaljprosjekteringsfase
- ⊗ Voll og vei er ikke endret her, se tegning T001

FORKLARING:
 Kartdata: EPSG:25833 - ETRS89/UTM zone 33N
 Kartdata: Lokalstyret
 Kotelinjer: 1 m avstand
 Terrengmodell og kotelinjer er generert av NGI etter høydekurvedata fra Lokalstyret.
 Høydekurver er ikke redigert utenfor planlagt anleggsområde.



LONGYEARBYEN LOKALSTYRE
 Vannledningsdalen

Sikringstiltak mot sørpeskrud
 Ledevoller og kanal
 Kanal på østsiden uten forsterkningsmateriale

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Lillevål Station, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf. 22 02 30 30 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Utdr. 2013-04-30	Kontrollert bjo	Godkjent -
Prosjekt 20120650	Tegning 003	Skala 1:2000	NGI	Rev.

Vedlegg A

PLANGEOMETRISK INFORMASJON OM SENTERLINJEN I VANNLEDNINGSDALEN TIL PLATÅET

```

Curve Data
*-----*
Curve 200-4
P.I. Station      1043.178  N      8,681,941.077  E      514,352.075
Delta            = 27° 29' 32.0039" (LT)
Tangent          = 122.313
Length           = 239.915
Radius           = 500.000
External         = 14.743
Long Chord       = 237.620
Mid. Ord.        = 14.321
P.C. Station     920.865  N      8,682,060.691  E      514,326.519
P.T. Station     1160.780  N      8,681,846.769  E      514,429.962
C.C.             N      8,682,165.162  E      514,815.482
Back             = 167° 56' 22.5767"
Ahead            = 140° 26' 50.5729"
Chord Bear       = 154° 11' 36.5748"
  
```

Course from PT 200-4 to PC 200-5 140° 26' 50.5729" Dist 192.405

```

Curve Data
*-----*
Curve 200-5
P.I. Station      1421.392  N      8,681,645.826  E      514,595.917
Delta            = 30° 31' 15.4694" (RT)
Tangent          = 68.207
Length           = 133.173
Radius           = 250.000
External         = 9.137
Long Chord       = 131.604
Mid. Ord.        = 8.815
P.C. Station     1353.185  N      8,681,698.416  E      514,552.484
P.T. Station     1486.358  N      8,681,578.465  E      514,606.624
C.C.             N      8,681,539.220  E      514,359.724
Back             = 140° 26' 50.5729"
Ahead            = 170° 58' 06.0423"
Chord Bear       = 155° 42' 28.3076"
  
```

```

Curve Data
*-----*
Curve 200-6
P.I. Station      1542.475  N      8,681,523.043  E      514,615.433
Delta            = 22° 39' 57.4227" (LT)
Tangent          = 56.117
Length           = 110.767
Radius           = 280.000
External         = 5.568
Long Chord       = 110.046
Mid. Ord.        = 5.460
P.C. Station     1486.358  N      8,681,578.465  E      514,606.624
P.T. Station     1597.125  N      8,681,475.297  E      514,644.919
C.C.             N      8,681,622.419  E      514,883.153
Back             = 170° 58' 06.0423"
  
```

Ahead = 148° 18' 08.6196"
 Chord Bear = 159° 38' 07.3310"

Curve Data

Curve 200-7
 P.I. Station 1633.893 N 8,681,444.014 E 514,664.239
 Delta = 13° 06' 32.8736" (RT)
 Tangent = 36.768
 Length = 73.215
 Radius = 320.000
 External = 2.105
 Long Chord = 73.056
 Mid. Ord. = 2.092
 P.C. Station 1597.125 N 8,681,475.297 E 514,644.919
 P.T. Station 1670.340 N 8,681,409.164 E 514,675.959
 C.C. N 8,681,307.158 E 514,372.653
 Back = 148° 18' 08.6196"
 Ahead = 161° 24' 41.4932"
 Chord Bear = 154° 51' 25.0564"

Curve Data

Curve 200-8
 P.I. Station 1704.220 N 8,681,377.051 E 514,686.759
 Delta = 15° 26' 07.6281" (RT)
 Tangent = 33.880
 Length = 67.350
 Radius = 250.000
 External = 2.285
 Long Chord = 67.146
 Mid. Ord. = 2.265
 P.C. Station 1670.340 N 8,681,409.164 E 514,675.959
 P.T. Station 1737.690 N 8,681,343.222 E 514,688.623
 C.C. N 8,681,329.471 E 514,439.001
 Back = 161° 24' 41.4932"
 Ahead = 176° 50' 49.1213"
 Chord Bear = 169° 07' 45.3073"

Curve Data

Curve 200-9
 P.I. Station 1821.877 N 8,681,259.162 E 514,693.253
 Delta = 9° 37' 27.9291" (LT)
 Tangent = 84.187
 Length = 167.978
 Radius = 1,000.000
 External = 3.537
 Long Chord = 167.780
 Mid. Ord. = 3.525
 P.C. Station 1737.690 N 8,681,343.222 E 514,688.623
 P.T. Station 1905.668 N 8,681,177.060 E 514,711.872
 C.C. N 8,681,398.225 E 515,687.109
 Back = 176° 50' 49.1213"
 Ahead = 167° 13' 21.1922"
 Chord Bear = 172° 02' 05.1567"

Curve Data

Curve 200-10
 P.I. Station 1938.115 N 8,681,145.417 E 514,719.048
 Delta = 5° 18' 28.3037" (LT)
 Tangent = 32.447
 Length = 64.848
 Radius = 700.000
 External = 0.752
 Long Chord = 64.825

Mid. Ord.	=	0.751			
P.C. Station		1905.668	N	8,681,177.060	E 514,711.872
P.T. Station		1970.515	N	8,681,114.573	E 514,729.121
C.C.			N	8,681,331.876	E 515,394.538
Back	=	167° 13'	21.1922"		
Ahead	=	161° 54'	52.8885"		
Chord Bear	=	164° 34'	07.0403"		

Vedlegg B

MÅLING AV SNØHØYDE I VANNLEDNINGSDALEN VÅREN 2015

Nedenfor er dokumentet som Holt Hancock, student på UNIS, sendte til LL etter måling av snøhøyde i Vannledningsdalen våren 2015.

Vannledningsdalen Snow Depth Survey
For: Longyearbyen Lokalstyre
Survey Dates: 05.05.15 and 07.05.15

The snow depths measured this year are displayed in the Vannledningsdalen_HS_May2015 file, along with the associated X, Y, Z coordinates and the ID numbers. As stipulated in the email, the ID numbers have been changed such that what last year was 05 229 would this year be 05 329. Additionally, the GPS I was using to locate the points did not have sub-meter accuracy, so all X, Y, and Z coordinates have been rounded to the nearest whole meter.

Where snow depths were greater than 250 cms, I have used 250+ to represent this, as was done last year. In the comments section, I have included the most accurate measurement of the depth I could achieve with my 300 cm avalanche probe. If the snow was deeper than 300 cm, this is noted as 300+ in the comments. Since the bulldozer had driven up the valley, but not yet dug down, if a measurement was located in the bulldozer track this has been noted in the comments.

I have also included two snowpits in this report to give the generalized snow stratigraphy at points in both the upper and lower portions of the Vannledningsdalen drainage. The pit located in Upper Vannledningsdalen was located next to point 05 265, and the pit located in Lower Vannledningsdalen was located at point 05 305. Of note is the considerably denser, harder snowpack in the lower portion of the drainage, with thicker, more continuous ice layers that would resist vertical liquid water transport in the snowpack and could serve as potential bed surfaces for a slush flow. Please note that this pit represents only the top 130 cms of a 340 cm deep snowpack, but there are no ice layers below what is shown in the pit. The snowpit in Upper Vannledningsdalen shows a softer snowpack, with considerably thinner and less continuous ice layers that are less likely to impede vertical water transport.

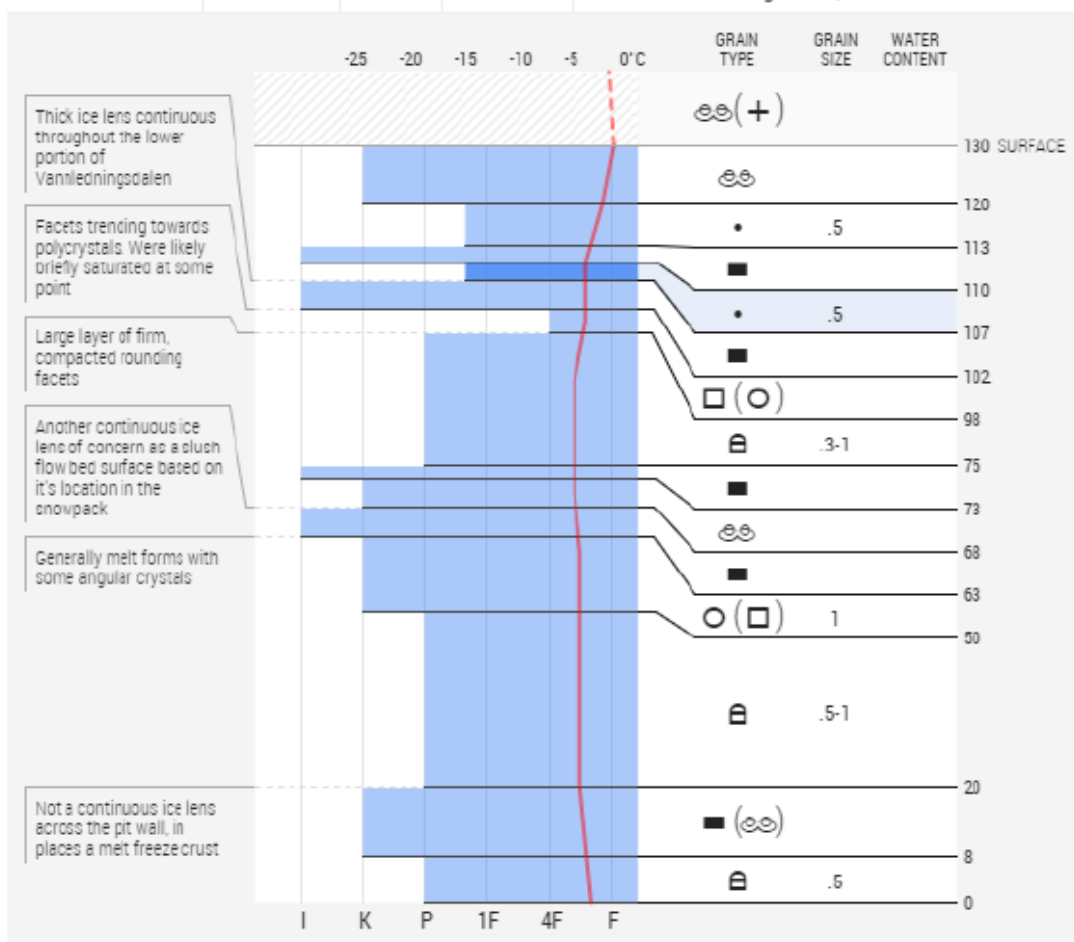
In general, this year the northern side of the valley has greater snow depths in both the upper and lower portions than the southern side of the valley, with the middle of the valley having, of course, the greatest snow depths. In general, the sampled points lowest in elevation (05 301 – 05 311) have greater snow depths than the mid elevation points (05 317 – 05 332). The points located in the flatter upper part of the valley near the bulldozer (05 359 – 05 365) have very little snow this year.

If you need any further work done on this project, or have any questions regarding the data, please do not hesitate to contact me by email at either HoltH@unis.no or holt.hancock@msu.montana.edu. Thank you for allowing me to participate in this project!

Regards,
Holt Hancock

Holt Hancock AG-346

Date & Time 5/7/15 5:15 PM **Elevation** 115 m **Slope** 20° **Aspect** 315° NW **Location** Lower Vannledningsdalen, Svalbard



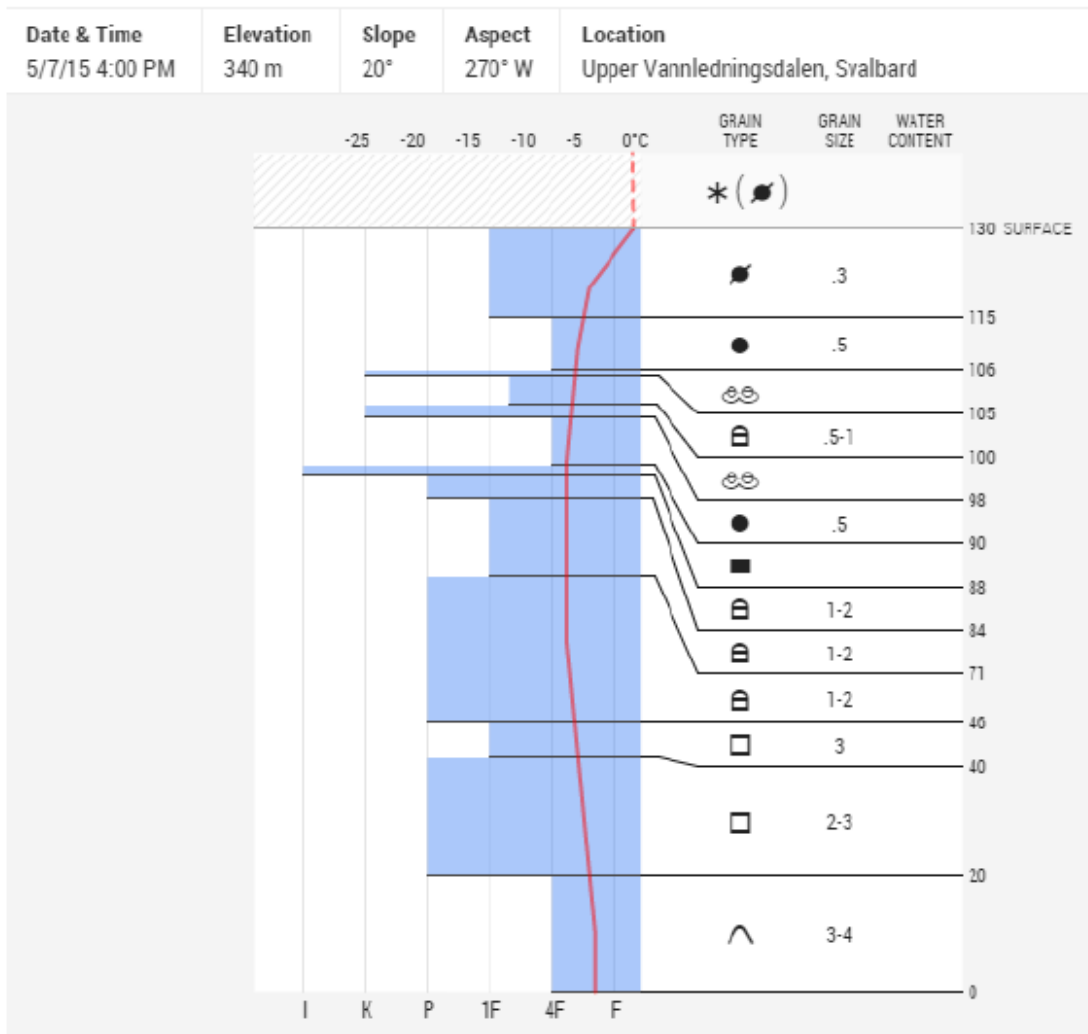
Weather

Air temp.	-2.4°C	Snowpit depth	130 cm
Sky	Broken ☁	Snowpack height	340 cm
Wind	Light, 135° SE	Blowing snow	Light, 135° SE
Precip.	Snow - Light	Surface Pen.	Ski: 0 cm Foot: 0 cm

Notes

Note pit only represents top 130 cm of 340 cm snowpack

Holt Hancock
 AG-346



Weather

Air temp.	-0.6°C	Snowpit depth	130 cm
Sky	Scattered ☁	Snowpack height	130 cm
Wind	Calm	Blowing snow	None
Precip.	Snow - Very Light	Surface Pen.	Ski: 0 cm Foot: 15 cm

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Forprosjektering av sikringstiltak for bebyggelse og infrastruktur nedenfor Vannledningsdalen, Longyearbyen		Dokumentnr./Document no. 20120650-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited	Dato/Date 2015-11-04
		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0 / -
Oppdragsgiver/Client Bydrift Longyearbyen		
Emneord/Keywords Longyearbyen, Vannledningsdalen, Sikringstiltak, Ledevoll,		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Longyearbyen	Felt navn/Field name
Sted/Location Svalbard	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 33 Øst: 514552 Nord: 8681698	

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2015-11-04 Arni Jonsson	2015-11-04 Frode Sandersen		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 4. november 2015	Prosjektleder/Project Manager Arni Jonsson
-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------------------------

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

