

Lesjaleirene flomverk (VV 1564 og 6272), Lesja kommune

.....

Status og vurdering av behovet for oppgradering

*Jon Magnus Amundsen, Rasmus Liebig-Andersen, Bridget Rønning,
Thea Caroline Wang, Arnt Bugten, Robin Wood*



Ekstern rapport nr 41-2019

Lesjaleirene flomverk (VV 1564 og 6272), Lesja kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfatter: Jon Magnus Amundsen, Rasmus Liebig-Andersen, Bridget Rønning,
Thea Caroline Wang, Arnt Bugten, Robin Wood

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: Multiconsult
ISBN: 978-82-410-1875-6

Sammendrag: Multiconsult har på oppdrag for NVE kartlagt status, og vurdert behovet for oppgradering, for 32 flomverk i 16 kommuner i Akershus, Hedmark, Oppland og Oslo. Arbeidet ble utført i 2018. Denne rapporten inneholder resultater fra Lesjaleirene flomverk i Lesja kommune. Flomverket er omfattende, og sikrer både mot Lågen og sidekanaler, og har en samlet lengde på ca. 35 km. Verket beskytter et område på 6,7 km², primært jordbruksarealer. Verket fremstår som svært godt vedlikeholdt og i god stand.

Emneord: Flomverk, Lesja kommune

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Forord

Langs de store hovedvassdragene på Østlandet ble det i tidsperioden 1960-1990 bygd omfattende flomsikringsanlegg for å beskytte infrastruktur, bebyggelse og landbruksarealer. Anleggene sikrer i dag svært store samfunnsverdier, men det finnes ikke fullgod oversikt over tilstanden til de fleste av dem. Anleggenes alder tilsier at det er behov for en systematisk gjennomgang, for å fremskaffe et grunnlag for mer omfattende vedlikehold og eventuell oppgradering. På bakgrunn av dette startet Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2016 opp et toårig prosjekt kalt «Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst - Status og behov for oppgradering».

Ansvar for tilsyn og vedlikehold av flomsikringsanleggene er formelt gitt til kommuner og grunneiere gjennom «Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.», men erfaring har vist at dette ansvaret ivaretas i svært ulik grad. NVE har derfor tatt et ansvar for å skaffe oversikt over tilstanden på de viktigste anleggene.

Multiconsult ASA har på oppdrag for NVE gjennomført feltregistreringer på 32 flomverk i 16 kommuner sommeren 2018, og utarbeidet en rapport for hvert flomverk med tilhørende pumpestasjon. Multiconsult sin underleverandør, Xylem Water Solutions, har utført tilstandsvurderinger på 2 tilhørende pumpestasjoner. Berørte kommuner og flomverkslag har alle bidratt med viktig lokalkunnskap, og uten denne kunnskapen ville ikke registreringene latt seg gjennomføre med samme presisjon og kvalitet.

NVE vil i oppfølgingen av resultatene fra denne statuskartleggingen ha dialog med aktørene som har ansvar lokalt, og med nasjonale aktører som deltok i finansieringen da anleggene ble etablert.

Det ble også i 2017 foretatt registreringer, på henholdsvis 19 flomverk og 12 pumpestasjoner. Vi har gjennom prosjektet fått en god oversikt over tilstanden på svært mange av de store flomsikringsanleggene i Region Øst.

Oslo, januar 2019


Grethe Helgås

fung. direktør Skred- og vassdragsavdelingen


Paul Christen Røhr

regionsjef

RAPPORT

Lesjaleirene flomverk (VV 1564, 6272), Lesja kommune

Status og vurdering av behov for oppgradering

OPPDRAKSGIVER

NVE

EMNE

Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst;
status og behov for oppgradering.
Tiltaksnummer 1564 og 6272

DATO / REVISJON: 10. jan. 2019/ 01

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-021



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

| | | | |
|----------------|--|-----------------|---|
| OPPDRAAG | Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst; status og behov for oppgradering | DOKUMENTKODE | 130615-RiEn-RAP-021 |
| EMNE | Lesjaleirene flomverk | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAAGSGIVER | NVE | OPPDRAAGSLEDER | Thea Caroline Wang |
| KONTAKTPERSON | Grete Hedemann Aalstad | UTARBEIDET AV | Jon Magnus Amundsen Rasmus Liebig-Andersen Bridget Rønning Thea Caroline Wang Arnt Bugten Robin Wood |
| | | ANSVARLIG ENHET | 1087 Oslo Hydrologi |

SAMMENDRAG

Multiconsult har på oppdrag for NVE kartlagt status, og vurdert behovet for oppgradering, for 34 flomverk i 17 kommuner i Akershus, Hedmark, Oppland og Oslo. Arbeidet ble utført i 2018.

Denne rapporten inneholder resultater fra Lesjaleirene flomverk i Lesja kommune.

Lesjaleirene flomverk består av et omfattende flomverk i både hovedelv og sidekanaler, og har en samlet lengde på ca. 35 km. Verket beskytter et område på 6,7 km², primært jordbruksarealer.

Verket fremstår som svært godt vedlikeholdt og i god stand.

| | | | | | |
|------|------------|---|--------------------|----------------|-------------|
| 01 | 10.01.2019 | Revidert rapport etter tilbakemeldinger fra NVE | AGB/TCW/JMA/BER/RA | JMA/TCW/AGB | RW |
| 00 | 06.12.2018 | Rapport | AGB/TCW/JMA/BER/RA | JMA/TCW/AGB | RW |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

INNHALDSFORTEGNELSE

| | |
|---|-----------|
| Begrepsliste | 5 |
| 1 Bakgrunn for prosjektet | 6 |
| 2 Faktadel | 7 |
| 2.1 Nøkkelinformasjon om Lesjaleirene flomverk | 7 |
| 2.2 Teknisk oppbygning | 9 |
| 2.3 Større skader, rehabiliteringer og oppgraderinger | 10 |
| 2.4 Hva sikres av flomverket? | 10 |
| 2.4.1 Vannlinjeberegning for flomvannstand | 11 |
| 2.4.2 Eksisterende sikkerhetsnivå | 12 |
| 2.4.3 Konsekvenser av flom for bygninger og arealer i sikringsområdet | 14 |
| 2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet | 16 |
| 2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner | 16 |
| 3 Feltregistreringer | 18 |
| 3.1 Lorsagen- (L-0 – L-2300) og Søndre flomverk (S-0 – S-1200) | 22 |
| 3.2 Søndre flomverk (S-1200 – S-3150) | 23 |
| 3.3 Søndre flomverk (S-3150 – S-8400) | 24 |
| 3.4 Søndre flomverk (S-8400 – S-9530) | 25 |
| 3.5 Nordre flomverk (N-1100 – N-5000) | 25 |
| 3.6 Nordre flomverk (N-5300 – N-7200) | 27 |
| 3.7 Kanal 1 (K1-0 – K1-1260) | 27 |
| 3.8 Kanal 2 (K2-0 – K2-4700) | 28 |
| 3.9 Kanal 3 (K3-0 – K3-2750) | 29 |
| 3.10 Kanal 4 (K4-0 – K4-1550) | 30 |
| 3.11 Kanal 5 (K5-0 – K5-530) | 31 |
| 3.12 Kanal 6 (K6-0 – K6-570) | 31 |
| 3.13 Kanal 7 (K7-0 – K7-560) | 32 |
| 3.14 Kanal 8 (K8-0 – K8-240) | 32 |
| 4 Vurderinger | 33 |
| 4.1 Tilsyn og beredskap | 33 |
| 4.2 Teknisk tilstand | 33 |
| 4.3 Anbefalt sikkerhetsnivå | 34 |
| 4.4 Behov for vedlikehold og rehabilitering | 35 |
| 4.5 Plassering av nødoverløp | 35 |
| 5 Referanser | 37 |

Vedlegg 1 - Stabilitetsanalyse

Vedlegg 2 – Kart over flomverk med pel nummer

Vedlegg 3 – Innmålte lengdeprofiler for sidekanalene

Begrepsliste

| Begrep | Forklaring |
|-----------------------------|---|
| Erosjon | Erosjon innebærer at partikler rives løs av vannets krefter og transporteres til et annet sted. Erosjon oppstår når det fjernes mer materiale enn det tilføres. |
| Hydraulisk grunnbrudd | Grunnbrudd som følge av hydrauliske krefter fra grunnvannet. Begrepet overlapper med <i>sandkoking</i> , men brukes i denne rapporten for sandkoking i et større omfang. |
| Høyre side | Høyre side av elven sett medstrøms. |
| Indre erosjon | Erosjon inne i/gjennom løsmasser som følge av strømmende vann. |
| Lekkasje | Her: Større vanngjennomstrømning gjennom flomvollen enn det som regnes å være naturlig. Det vil være noe vannsig gjennom de fleste flomvoller ved stor forskjell i vannstand på flomvollens vannside og luftside. |
| Lavpunkt | Areal som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men som ikke står i direkte forbindelse med elven. |
| Nødoverløp | Her: Et overløp over eller gjennom flomverket, på et forhåndsutvalgt sted, som har til hensikt å slippe vann kontrollert inn på luftsiden av flomverket. |
| Oppgradering | Her: Heving av sikkerhetsnivå på sikringsanlegget. |
| Piping | Prosess forårsaket av indre erosjon i løsmasser. Piping beskriver når en lekkasje gjennom en fylling gradvis øker som følge av at finstoff blir vasket ut og det etableres en definert lekkasjevei. |
| Rehabilitering | Istandsettelse/gjenoppretting av en konstruksjon/anlegg for å opprettholde tiltenkt funksjon og sikkerhetsnivå. |
| Sandkoking | Sandkoking på luftsiden av flomverk skyldes erosjon av kanaler i grunnen, hvor vannet fører med seg sand. Dette er forårsaket av forskjell i grunnvannstrykk (stor hydraulisk gradient) på vann- og luftside, i tillegg til løsmassenes beskaffenhet og permeabilitet. Visuelt ligner fenomenet på vann og sand som koker. Kan medføre hydraulisk grunnbrudd. |
| Setninger | Her: En langsom sammensynkning av terreng som følge av mekanisk belastning eller utvasking av dypereleggende masser. |
| Setninger i erosjonssikring | Setninger som følge av utvasking av finstoff bak erosjonssikringen, setninger som følge av undergraving/erosjon langs tåa av erosjonssikringen eller setninger som følge av erosjon i selve erosjonssikringen. |
| Sikkerhetsfaktor | Her: Geoteknisk begrep som beskriver sikkerhet mot utglidninger for et gitt skjærplan. |
| Sprekkdannelse | Her: Sprekker i flomverket som oppstår som følge av belastninger eller setninger. Eksempler på belastninger kan være trafikklaster, vanntrykk e.l. |
| Undergraving | Erosjon som undergraver overliggende fylling, erosjonssikring e.l. |
| Utglidning | Her: Utglidning av løsmasser (deler av flomvollen). |
| Vedlikehold | Her: Regelmessig tiltak for å opprettholde sikringsanlegget i henhold til samme standard som da det ble bygget. F.eks. skjøtsel av vegetasjon. |
| Venstre side | Venstre side av elven sett medstrøms. |

1 Bakgrunn for prosjektet

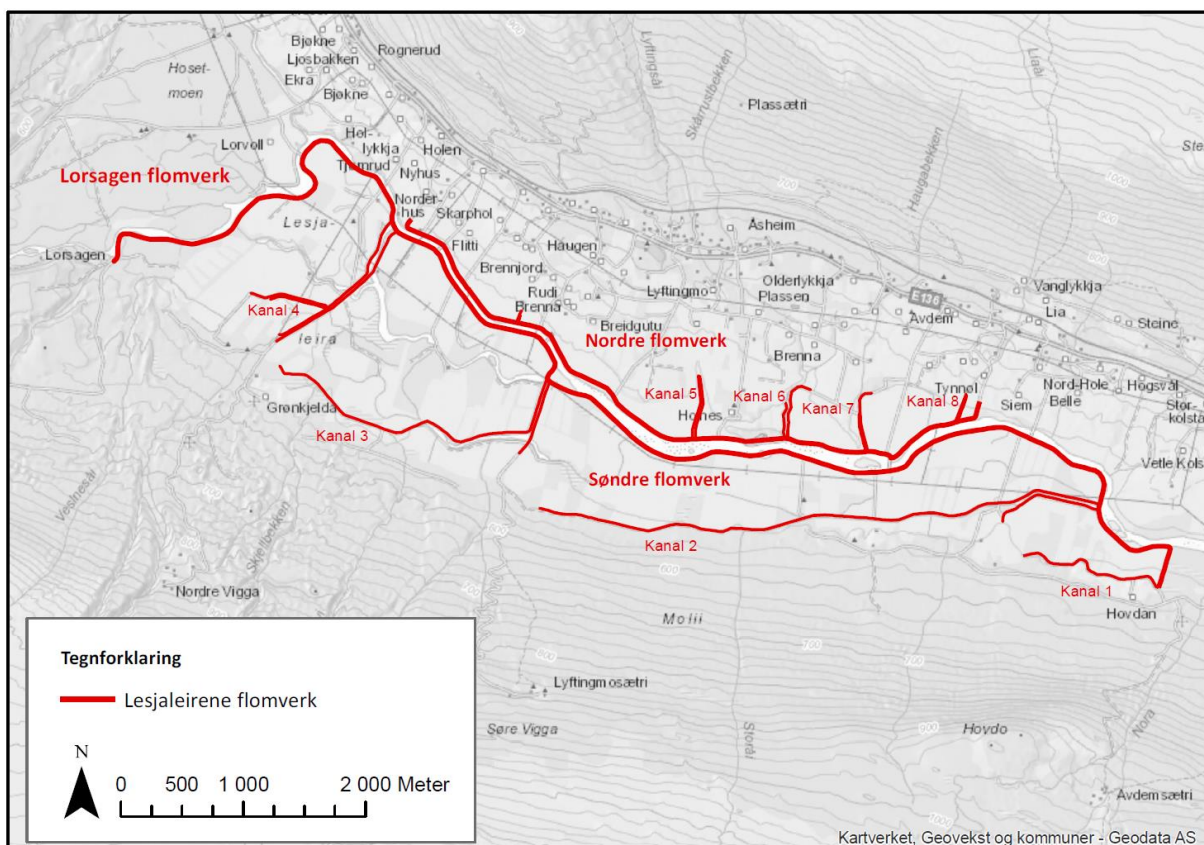
I tidsperioden 1960-2005 ble det bygget en rekke omfattende flomsikringsanlegg langs de store vassdragene på Østlandet for å beskytte infrastruktur, bebyggelse og landbruksarealer. Alderen på anleggene tilsier at både flomverk og pumpestasjoner kan ha behov for rehabilitering og oppgraderinger for å kunne opprettholde sin tiltenkte funksjon. I 2017 igangsatte derfor NVE et toårig prosjekt med formål å bistå kommunene med å framskaffe en oversikt over tilstanden til anleggene.

På oppdrag for NVE har Multiconsult systematisk gjennomgått en rekke anlegg og utført kartlegging, innmåling, tilstandsvurdering og vurdering av behov for rehabilitering eller oppgradering. Resultatet av Multiconsults arbeid danner grunnlag for å vurdere behovet for rehabiliteringer og eventuelle oppgraderinger av flomverkene.

2 Faktadel

2.1 Nøkkelinformasjon om Lesjaleirene flomverk

Lesjaleirene flomverk (VV1564, 6272) i Lesja kommune ligger ca. 16 km nedstrøms vannskillet mellom Gudbrandsdalslågen og Rauma. Verket er et omfattende flomsikringstiltak og ble bygget for å sikre jordbruksområder. Verket strekker seg langs elven Lora fra Lorsagen og ned til samløpet med Lågen. Videre ligger verket langs hovedelven ned til ca. 1 km oppstrøms bru for fv. 496. Fra Loras samløp med Lågen og ned til Siem går flomverket på begge sider av elven, og flomvollene er her omtalt som Nordre og Søndre flomverk. Flomverket omfatter også kanaliseringer og flomvoller langs sidebekker, totalt 8 stykker. Verket har en total lengde på ca. 35 km.



Figur 1: Oversiktskart (basert på profilmålinger)

Elven Lora har sin opprinnelse ved Lortjernene på fjellet mellom Skjåk og Lesja. Elven er svært masseførende, og de siste 3 km før samløpet med Lågen går elven gjennom avlagrede masser. Før den omfattende kanaliseringen ved Lesjaleirene var løpet svært uregelmessig, ustabil og forgrenet. I NGUs løsmassekart er områdene langs Lora kategorisert som elve- og bekkeavsetninger, mens områdene etter samløpet med Lågen hovedsakelig er kategorisert som innsjøavsetninger.

Så tidlig som i 1850 – 60 årene ble Lågen senket ved drenering av det som da var Lesjavatna. Lesjavatna besto av Lesjavatnet i sørøst og Siemsvatnet i nordvest. Ved senkningen ble det utført gravearbeider ved begge utløpene under forutsetning om at elven ville grave ned elveløpet på den mellomliggende strekningen. Dette tok lang tid, og dreneringen ble i første omgang karakterisert som mislykket. 100 år senere var man derimot av en annen oppfatning, da man anså områdene nedstrøms bru ved fv. 496 som flomsikre.

NVE har gjennom årenes løp planlagt og gjennomført flere tiltak i det aktuelle området. I perioden 1939-1940 ble det bygget et avstengningsverk over to sideløp. Fram til 1969 ble det gjennomført

forbygning av flere elveskrånninger, og det ble anlagt 2 km flomverk langs Loras høyre bredd og 0,6 km langs venstre bredd.

I 1974 ble det utarbeidet en plan for omfattende kanalisering og flomverk. Bygging av disse tiltakene startet opp i 1977, og det ble etablert to store anlegg. Arbeidet med begge anleggene ble avsluttet i 1986. Flomverket slik det fremstår i dag stammer hovedsakelig fra denne utbyggingen. Flomverket ble bygget som et jordbruksiltak og blant annet finansiert av landbruksmyndighetene.

Tabell 1: Oversikt over parseller og lengde ved Lesjaleirene flomverk.

| Parsell | Lengde |
|-------------------|-------------------------------|
| Lorsagen flomverk | 2 350 m |
| Søndre verk | 9 500 m |
| Nordre verk | 5 700m |
| Kanal 1 | 1 300 m |
| Kanal 2 | 4 700 m + 900 m |
| Kanal 3 | 2 800 m + 650 m |
| Kanal 4 | 1600 m + 500m +1400 m + 500 m |
| Kanal 5 | 500 m + 500 m |
| Kanal 6 | 550 m + 300 m |
| Kanal 7 | 550 m + 300 m |
| Kanal 8 | 250 m + 200m |

2.2 Teknisk oppbygning

Lesjaleirene flomverk ble bygget med flere gjennomstikk, tørrlegging av elveløp, kanaliseringer og tradisjonelle flomvoller. Med dette oppnådde man tørrlegging av området ved Lesjaleirene.



Figur 2: Oversiktstegning fra planlagt flomsikring og opprinnelig anslått sikringsområde (Tegning fra NVEs arkiv, datert mai 1974).

De åtte kanalene som skjermer sikringsområdene fra flomvann er hovedsakelig bygget opp til samme nivå som hovedverkene langs Lågen. Hver av disse kanalene fører dermed til en seksjonering av de sikrede områdene.

Flomverket ble planlagt med en standard kronebredde på 4 m, skråningshelning 1:2 på vannsiden og 1:3 på luftsiden. Det ble anlagt kjørevei på toppen av hele flomverket, med 0,1 m tykt grusdekke.

Generelt for flomverket ble det planlagt plastring på vannsider med skråning 1:2, mens slakere skråninger kun skulle tilsås. Flomverket ble planlagt erosjonssikret med en 0,5 m tykk erosjonssikring av grov grus, med unntak av i yttersvingen hvor Lågen ble styrt inn i nordre elveløp (ca. ved pel nr. N/S-1000, se vedlegg 2). Her ble det benyttet sprengt stein i 0,5 m tykt lag.

Langs Lora er flomverket erosjonssikret med grov plastring fra oppstrøms ende av flomverket og ned til sving ved pel nr. L-2000. Her ble det også etablert en utvidelse av elveløpet. Denne utvidelsen har til hensikt å redusere vannhastighetene og legge til rette for sedimentering. Dermed begrenses massetransporten videre nedstrøms.

Verket er bygget av stedegen masse; som regel med finere masser i bunn og overliggende grovere materiale.

Som en del av prosjektet ble det også bygget fire nye bruer. Bruene er lokalisert ved Belle/Siem, Grindstugu, Brenden og Flitti. Brua ved Nyhus ble også oppgradert som en del av prosjektet. Foruten disse 5 bruene ligger det en bru over Lora ved Lorvoll. Bruene er ikke vurdert som del av tilstandsvurderingen av flomverket.

2.3 Større skader, rehabiliteringer og oppgraderinger

Under 1995- flommen ble verket nær overtoppet langs Lora, ved pel nr L-2000, der verket svinger før samløpet med Lågen. Her ble verket hevet med 50-60 cm etter storflommen.

Lesjaleira grunneierlag opplyser under befarig (02.05.2018) om at flomverket ble overtoppet ved kanal 2 under flom i 2011 (ca. pel nr. K2-4250 – K2-4420). Dette ble i etterkant utbedret på privat initiativ. Verket ble overtoppet ved kanal 4 under flommen 6. juli 2015.

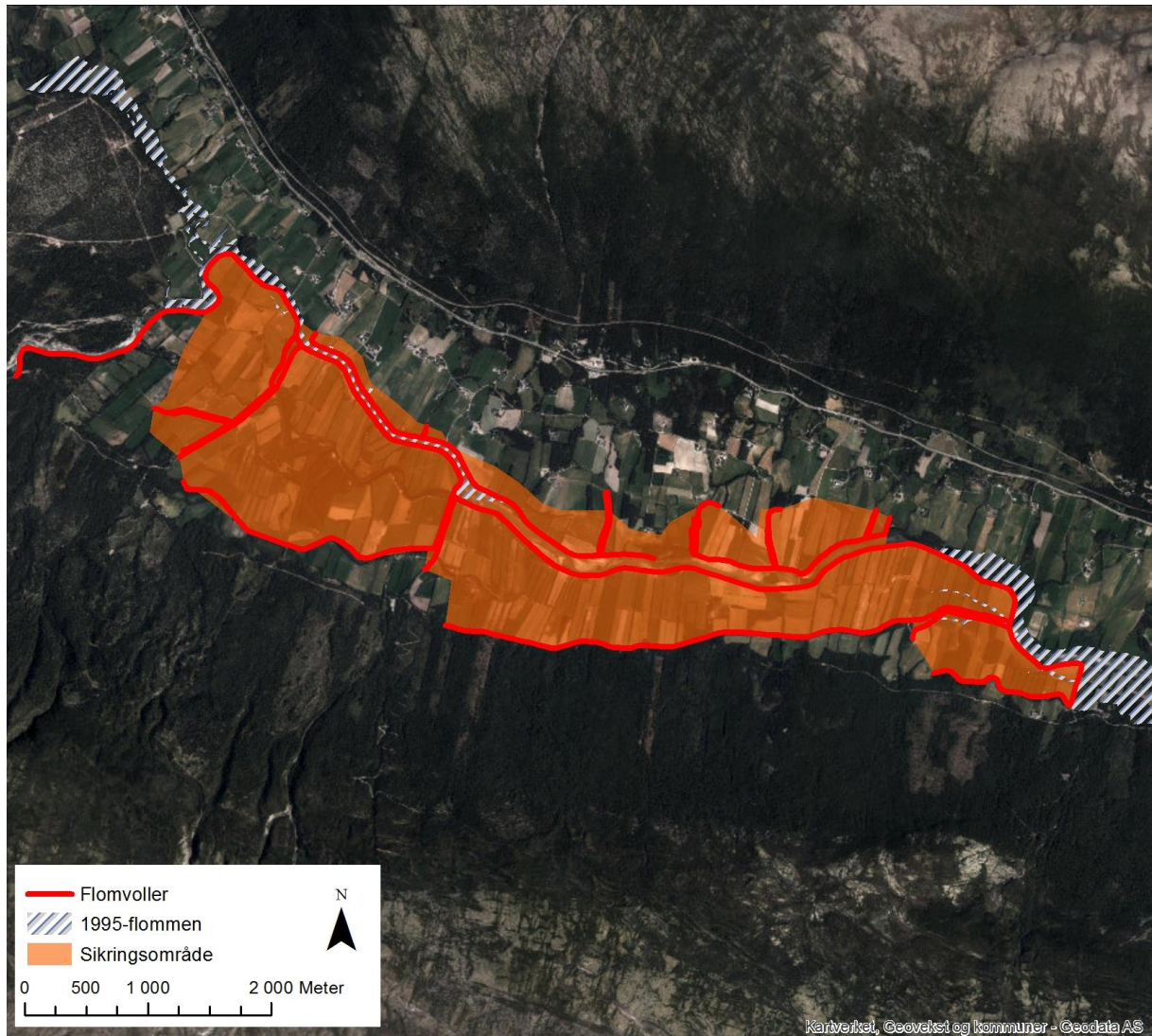
Det har etter at flomverket ble ferdigstilt i 1986 blitt gitt mindre tilskudd fra NVE etter søknader om konkrete utbedringer. Blant annet har man forsterket bærelaget på veien med knust grus.

2.4 Hva sikres av flomverket?

Det er ikke gjennomført flomsonekartlegging for området, men det finnes flomberegninger for elvestrekningen. Det er utført en forenklet vannlinjeberegning for å finne estimerte flomvannstander langs Gudbrandsdalslågen på strekningen, se kap. 2.4.1.

Flomverkene ved Lesja vises i Figur 3 med de «sikringsområder» flomverkene beskytter. Med sikringsområde menes her de områdene som ligger lavere enn flomverkets laveste høyde. Vurdering av hvilke flomvannstander som forårsaker oversvømmelse er basert på vannlinjeberegninger og innmålinger av kronehøyden på flomverket. Under storflommen Vesleofsen i 1995 ble flomverket stedvis overtoppet. Flomutbredelsen fra denne hendelsen er også vist i kartet på Figur 3.

Utbredelsen vist i kartet er trolig mangelfull fra pel nr. 3000 – 7000 siden det ikke er registrert noen vannflate, men basert på flomverkslagets beretninger om flomhendelsen gikk vannet kun i elveløpet på denne strekningen. Det er estimert at 1995-flommen tilsvarte en 100-års flom ved Lesjaleirene (NVE 1995).



Figur 3: Kartet viser flomverkene Lesjaleirene, sikringsområdet og utbredelsen av flommen «Vesleofsen» i 1995.

2.4.1 Vannlinjeberegning for flomvannstand

Det er utført en forenklet vannlinjeberegning for å finne flomvannstander langs Gudbrandsdalslågen på elvestrekningen. Flomvannføringer er hentet fra flomberegninger utført av NVE (2000).

Videre er flomnivåer estimert ved hjelp av modellverktøyet HEC-RAS. Beregningene er basert på følgende parametere: tverrprofiler, bunnhelningen, Mannings-verdier (friksjon) og de estimerte flomvannføringene. Flomvannstandene er beregnet for 5 tverrprofiler for Søndre og Nordre Verk og lineært interpolert imellom, se Tabell 2. Tverrprofilene er basert på nasjonal høydemodell fra Kartverket. Beregningene er kalibrert mot flomutbredelsen fra 1995-flommen der dette har vært mulig. Beregningen ved pel nr. 4200 ligger relativt mye lavere enn de andre profilberegningene, og det finnes ikke data fra 1995 flommen å kalibrere mot ved denne lokaliteten. Profilet antas å være svært usikkert og er der derfor fjernet fra vannlinjen. Det gjøres oppmerksom på at det er stor usikkerhet knyttet til de forenklete vannlinjeberegningene. Det er også flere konstruksjoner i vassdraget (bruer) som vil påvirke vannlinjen, og som ikke er hensyntatt i de forenklete beregningene.

Tabell 2: Flomvannføringer for estimering av flomnivåer ved Lesjaleirene (Kilde for flomberegninger: NVE 2000)

| Flomverdier for estimering av flomnivåer: | |
|---|--------------------------------------|
| | Lågen nedstrøms samløpet med Lora |
| Areal | 523 km ² |
| Q ₁₀ | 188 m ³ /s |
| Q ₂₀ | 213 m ³ /s |
| Q ₅₀ | 244 m ³ /s |
| Q ₁₀₀ | 268 m ³ /s |
| Q ₂₀₀ | 291 m ³ /s |

Tabell 3: Parameterverdier

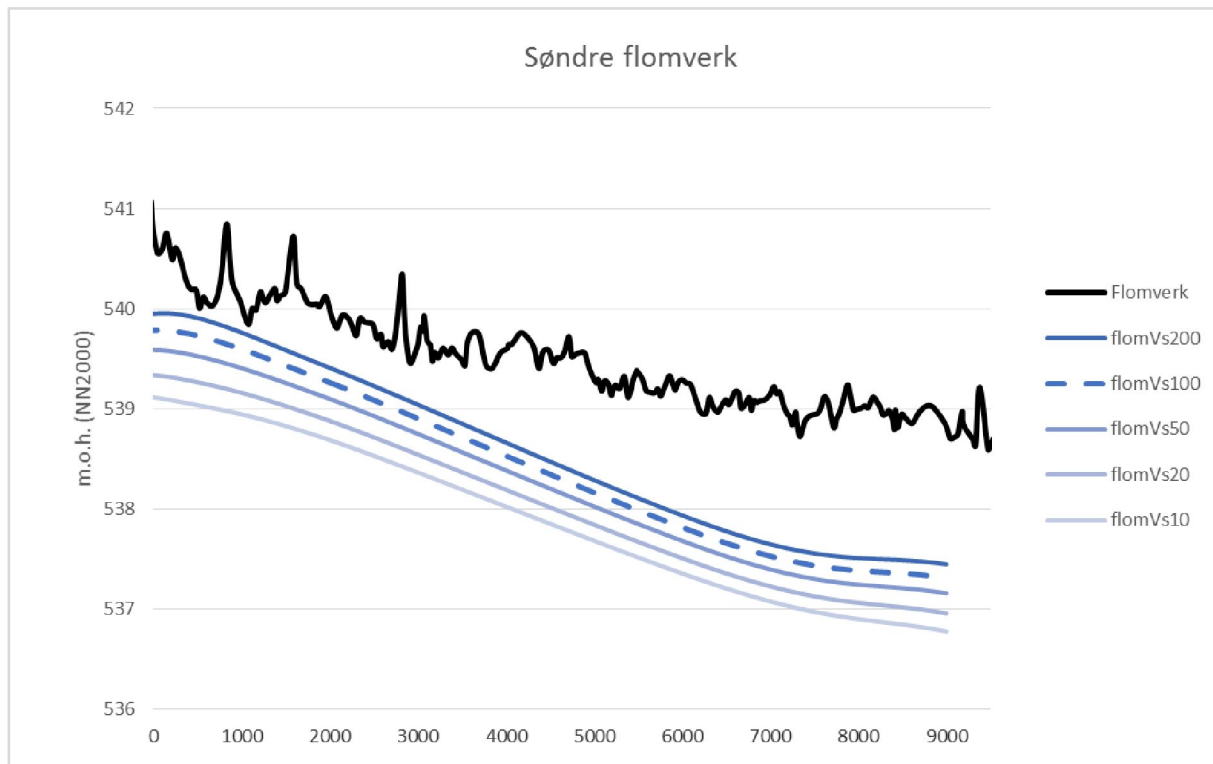
| Pel nr. | N/S - 250 | N/S - 2000 | N/S - 4200* | N/S - 6600 | N/S - 9000 |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Mannings M | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Bunnhelning i vassdraget | 0,06 m per 100 m | 0,10 m per 100 m | 0,10 m per 100 m | 0,08 m per 100 m | 0,06 m per 100 m |

* Profil N/S-4200 er utelatt.

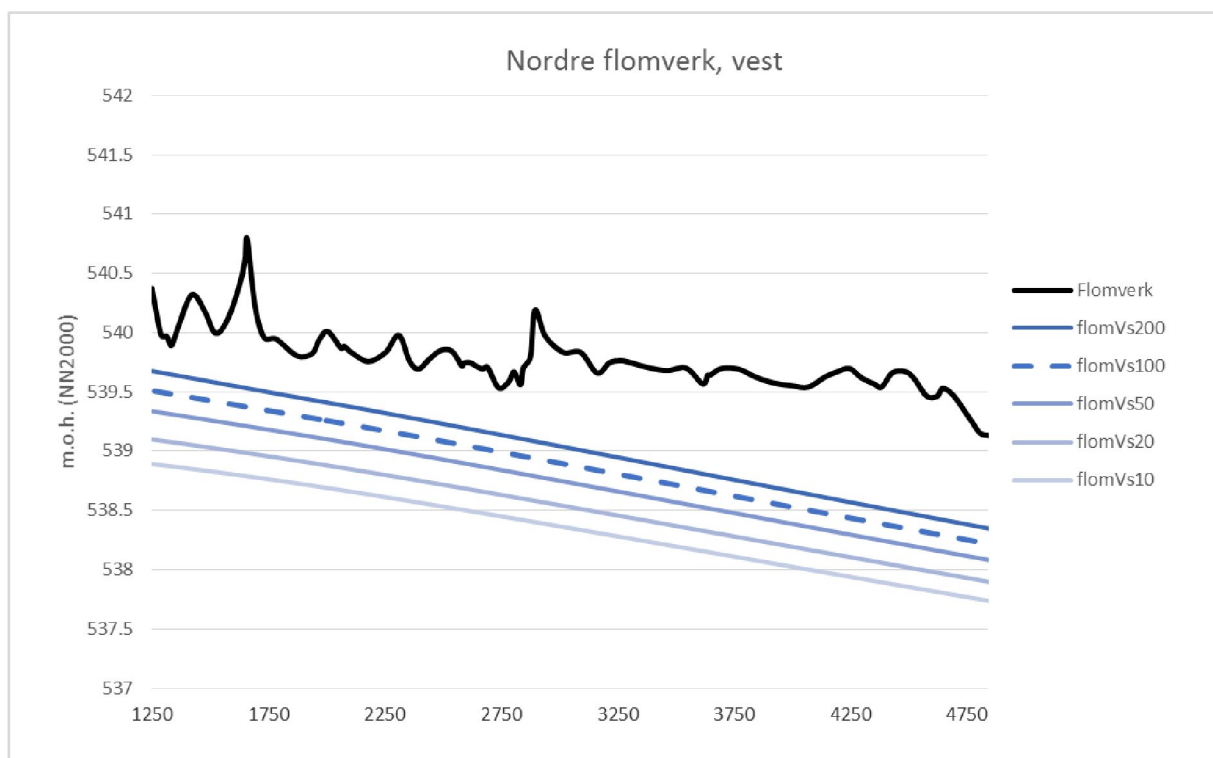
2.4.2 Eksisterende sikkerhetsnivå

I forbindelse med befaring og vurdering av flomverkene er det foretatt innmålinger av kronehøyden langs flomvollene. En sammenlikning av høydeprofil i flomverkens lengderetning med vannstander basert på grove vannlinjeberegninger viser flomverkens omtrentlige beskyttelsesnivå, se figurene 4-6. Innmålinger av kronehøyden på sidekanalene er gitt i Vedlegg 3. Høydene på vollene langs kanalene er ikke vurdert i forhold til flomvannstander. Vannlinjeberegningene i hovedelven vurderes ikke å være beskrivende for kanalene, da flomvannstandene i kanalene vil være sammensatt av vannstanden i hovedelven i tillegg til avrenning fra de lokale nedbørfeltene til sideelvene.

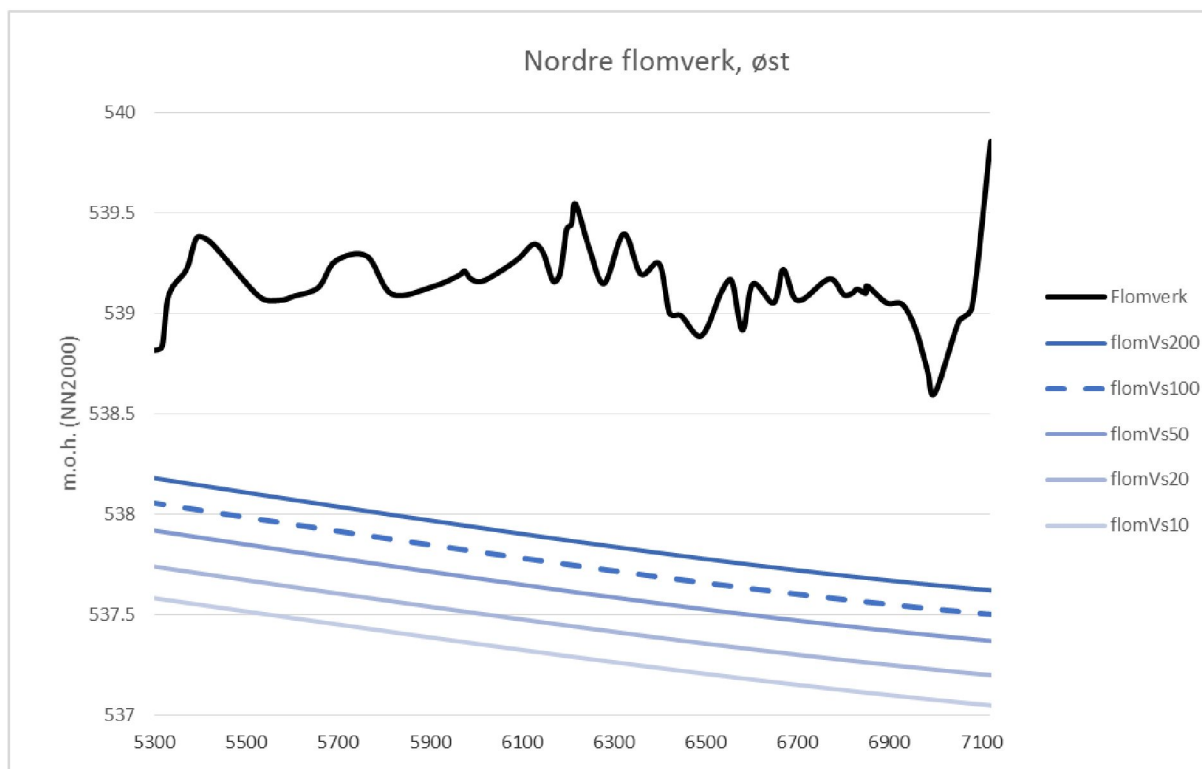
Flomvollene i hovedløpet har et omtrentlig beskyttelsesnivå som sikrer mot en 200-årsflom.



Figur 4: Innmålt lengdeprofil for Søndre flomverk samt beregnede vannstander ved ulike flomstørrelser. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i oppstrøms ende.



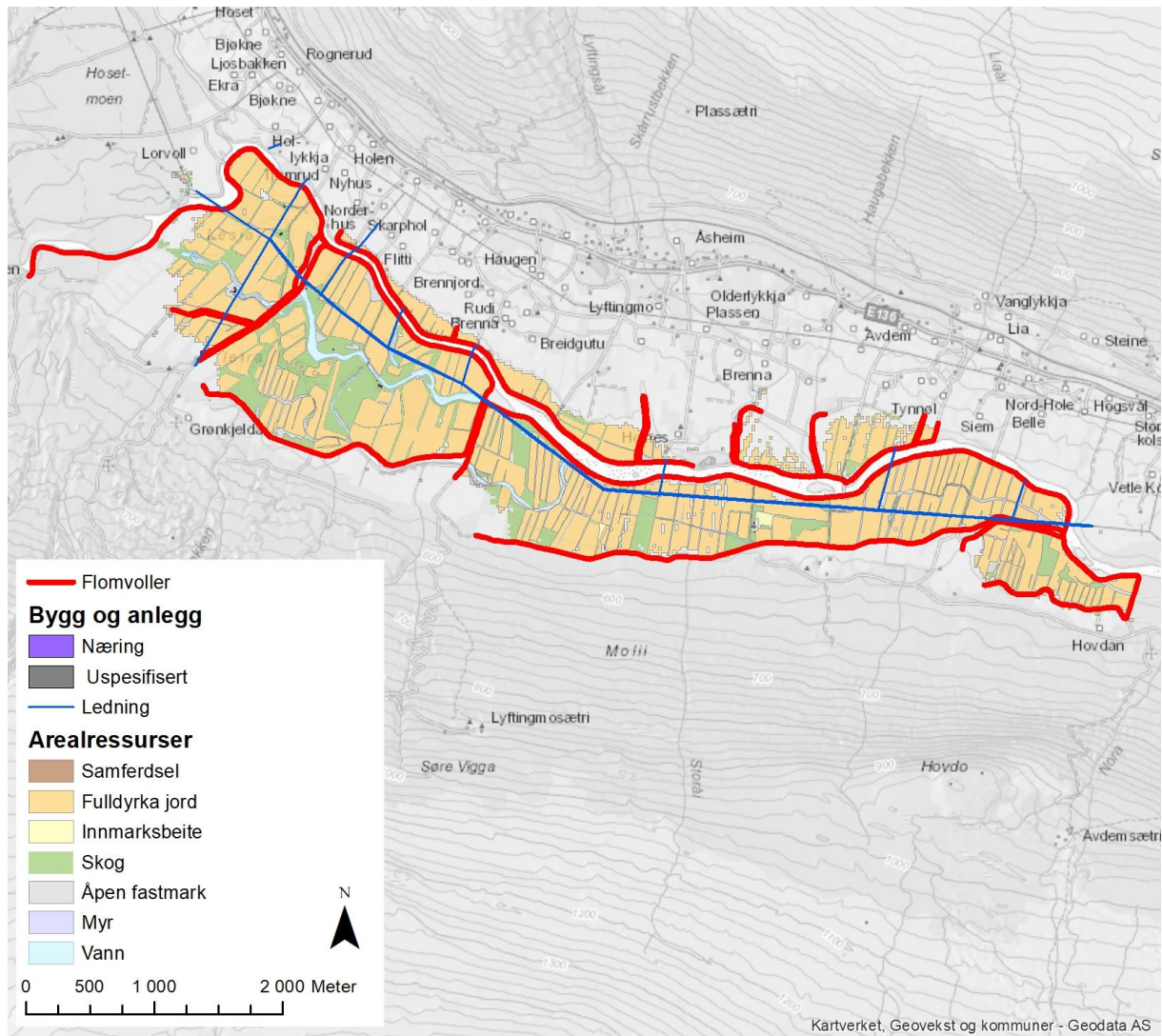
Figur 5: Innmålt lengdeprofil for Nordre flomverk, vestlig del samt beregnede vannstander ved ulike flomstørrelser. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 1250 befinner seg i oppstrøms ende.



Figur 6: Innmålt lengdeprofil for Nordre flomverk, østlig del samt beregnede vannstander ved ulike flomstørrelser. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 5300 befinner seg i oppstrøms ende.

2.4.3 Konsekvenser av flom for bygninger og arealer i sikringsområdet

Området som flomverket beskytter er analysert for samfunnsverdier. Denne analysen er utført for det estimerte sikringsområdet basert på terrenget bak flomverket, altså det som ligger lavere enn selve flomverket, se Figur 3. Det estimerte sikringsområdet utgjør ca. 6,65 km². Sikringsområdet er vist i Figur 7 med eksisterende bygg (med ulike formål), arealressurser (AR5) samt viktig infrastruktur som jernbane og transmisjonsnett.



Figur 7: Analyseområdet for samfunnsverdier ved Lesjaleirene, med arealbruk og bygningsformål.

Omfanget av bygg innen standardiserte kategorier som potensielt kan rammes av flom er oppsummert i Tabell 4 med antall bygg og grunnareal.

Tabell 4: Antall potensielt flomutsatte bygg innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: FKB-BYGG, kartverket 2014)

| Bruksformål, detaljert | Antall | Sum grunnareal [m ²] |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Uspesifisert | 22 | 1105 |
| Annen landbruksbygning | 1 | 6 |
| Hus for dyr/landbruk, lager/silo | 1 | 499 |
| Total | 24 | 1610 |

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 5. Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori samt for totalen. Arealenheten daa tilsvarer 1 000 m².

Tabell 5: Flomutsatte arealressurser (Kilde: NIBIO, 2017).

| Arealbruk | Sum grunnareal [daa] |
|----------------|----------------------|
| Samferdsel | 53,8 |
| Fulldyrka jord | 4 908,8 |
| Innmarksbeite | 29,1 |
| Skog | 1 203,6 |
| Åpen fastmark | 452,5 |
| Myr | 0,3 |
| Total | 6 648,1 |

En høyspentledning går igjennom området.

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2013-2020 er tilgjengelig på kommunens nettside www.lesja.kommune.no. I følge kommuneplanens arealdel er områdene som sikres av flomverket hovedsakelig kategorisert som areal for nåværende *Landbruks-, natur og friluftsmål*. Det er opprettet en byggegrense langs hovedvassdraget. I oppstrøms ende av flomverket, ved Lorsagen, er enkelte arealer satt av til nåværende *Råstoffutvinning*. Det er også en hensynssone i forbindelse med uttak av grunnvann. I forbindelse med ny reguleringsplan vurderes det om det er behov for reguleringsplan knyttet til flomverket.

Kommunen opplyser per epost, 19.04.2018, at det ikke er kjennskap til utbyggingsplaner i sikringsområdet per dags dato.

2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner

Tilsynsrutiner

Lesja kommune har etablert tilsynsrutiner for flomverket med en større gjennomgang hvert 5. år. Ved slik gjennomgang benyttes NVEs tilsynsskjema, og siste gjennomgang ble utført i 2014 sammen med NVE.

Lesjaleira grunneierlag har en egen tilsynsnemnd med oppnevnt tilsynsmann som fører regelmessig ettersyn med flomverket. Det er i hovedsak grunneiere som utfører regelmessig vedlikehold.

Beredskapsrutiner

Det er utarbeidet en helhetlig ROS-analyse for kommunene Lesja, Dovre, Sel, Vågå, Lom og Skjåk som skal kunne benyttes som fundament for utarbeidelse av kommunevise handlings- og beredskapsplaner. ROS-analysen har blant annet analysert hendelser som ekstremnedbør og flom/oversvømmelse, og identifisert årsaker, sannsynlighet, sårbarhet, konsekvenser og tiltak ved slike hendelser.

Lesja kommune har utarbeidet en generell krise- og beredskapsplan i samarbeid med Dovre kommune som ble innført i 2016. Denne er taushetsbelagt etter Offentlighetslovens §24. Kommunen opplyser imidlertid at flomverket ikke omfattes av den kommunale beredskapsplanen.

Det er utlagt noen dumperlass med stor sprengstein ved flomverket som kan benyttes som strakstiltak ved brudd, i tillegg er kommunen behjelpelig med å mobilisere gravemaskiner ved varsel om flom. I flomsituasjoner kan verket stenges for ferdsel i samråd med kommune og grunneierlag. Plassering av nødoverløp i flomsituasjoner er tidligere diskutert, men eventuell plassering er ikke stedfestet.

3 Feltregistreringer

Det ble utført befarings på Lesjaleirene flomverk den 02.05.2018. Tilstede på befaringsen var Thea Caroline Wang og Jon Magnus Amundsen fra Multiconsult, Mads Heidsve fra Lesja kommune og Gaute Romslo, Bjørn Magnus Tordhol og Stein Tordhol fra Lesjaleira Grunneierlag. Stein Tordhol er også tilsynsmann for tilsynsnemnda i grunneierlaget.

Registrering i felt har bestått av registrering av høyde for flomvollene og funn på verkene (utglidninger, erosjon, vegetasjon, etc.). Registrering av observasjoner ble utført digitalt ved bruk av ESRI app ArcGIS Collector sammen med det GPS-baserte måleinstrumentet Leica Zeno 20.

Følgende liste er brukt for registrering i felt:

Tegn på lekkasje gjennom flomverk

1. Indre erosjon

Ytre skader på flomverk

1. Undergraving mot elven
2. Sprekkdannelser
3. Dyrehi
4. Kjørespor utenfor adkomstvei
5. Setninger
6. Utglidning

Andre registreringer på flomverk

1. Ventiler/Andre rør gjennom verk
2. Manglende framkommelighet for kjøretøy
3. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
4. Manglende erosjonssikring

Skader på erosjonssikring

1. Steiner mangler
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
3. Undergraving mot elven

Kartlegging av rør med ventiler og andre rør ved flomverket er begrenset til større rør av betydning. Det er svært mange mindre dreneringsrør gjennom flomverket og ved problemer/feil på rør eller tilbakeslagsventiler vil det kun oppstå mindre lekkasjer. Problemer/feil ved mindre rør har dermed begrenset skadepotensiale for flomverk og sikringsområdet.

En oppsummering av tilstanden på flomverkene er presentert i detaljerte kart med markerte observasjoner i Figur 8 - 12. Registreringene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.

Flomverkets totale lengde, inkludert hovedverk og kanaler er ca. 35 km. Det er kjørbare vei på toppen langs verket ved Lørsagen, Nordre og Søndre verk. Tilstand på veiene langs kanalene varierer. Generelt er flomverket godt vedlikeholdt, og vegetasjonen er skjøttet.

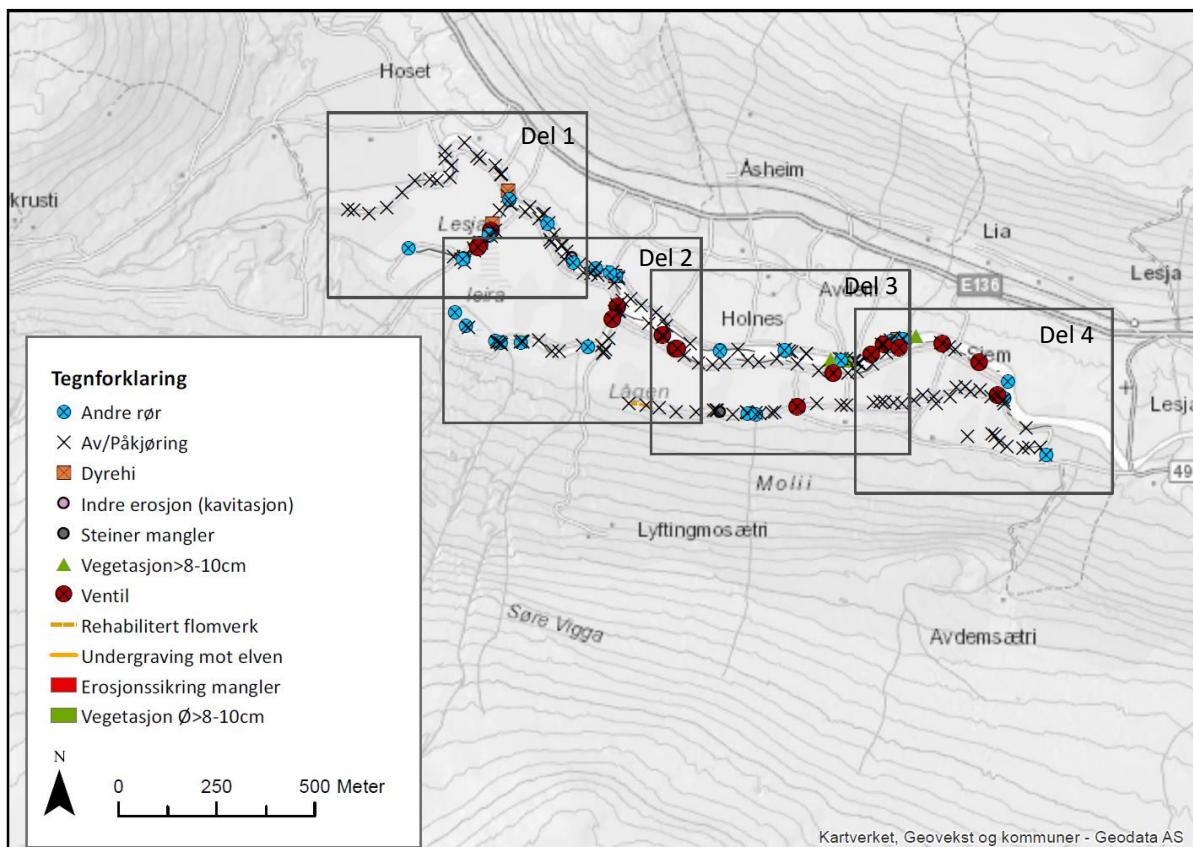
Det opplyses under befaring at det er mye masseavsetning i elveleiet og i sidekanalene.

Grunneierlaget forteller at særlig Lora er en svært masseførende elv og at bunnen langs hele tiltaket ligger høyere enn den gjorde da tiltaket ble anlagt.

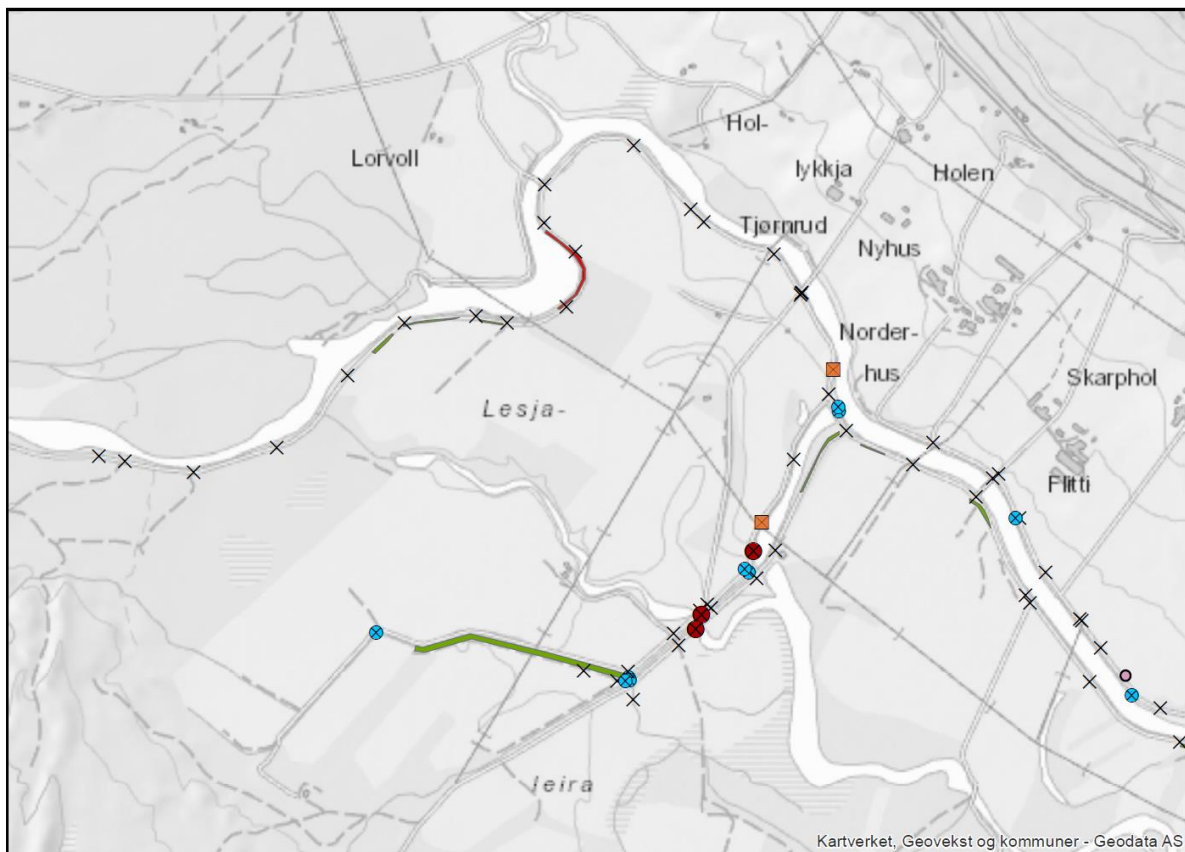
Grunneierlaget utrykte også bekymring for at bruene og veiene på flomverkene ikke er dimensjonert for dagens tyngre landbruksutstyr. Det observeres setningsskader og Siemsbrua har fått et sprang i betongdekket. Det kan dermed virke som om brudekket ved Siemsbrua har falt ned fra sitt brulager og at dekket nå ligger direkte på brupilaren.

Generelt er flomverkene langs kanalene noe mindre forseggjort enn hovedverkene langs Lora og Lågen. De er også i dårligere stand proporsjonalt med avstanden til hovedverket. Dette er naturlig da kanalene først og fremst beskytter mot de mindre bekkene som kommer ned fra fjellet bak flomverket. Samtidig bemerkes det at rørene mellom kanalene og Lågen ikke har tilbakeslagsventiler og vannstanden i kanalene dermed i stor grad vil følge vannstanden i Lågen.

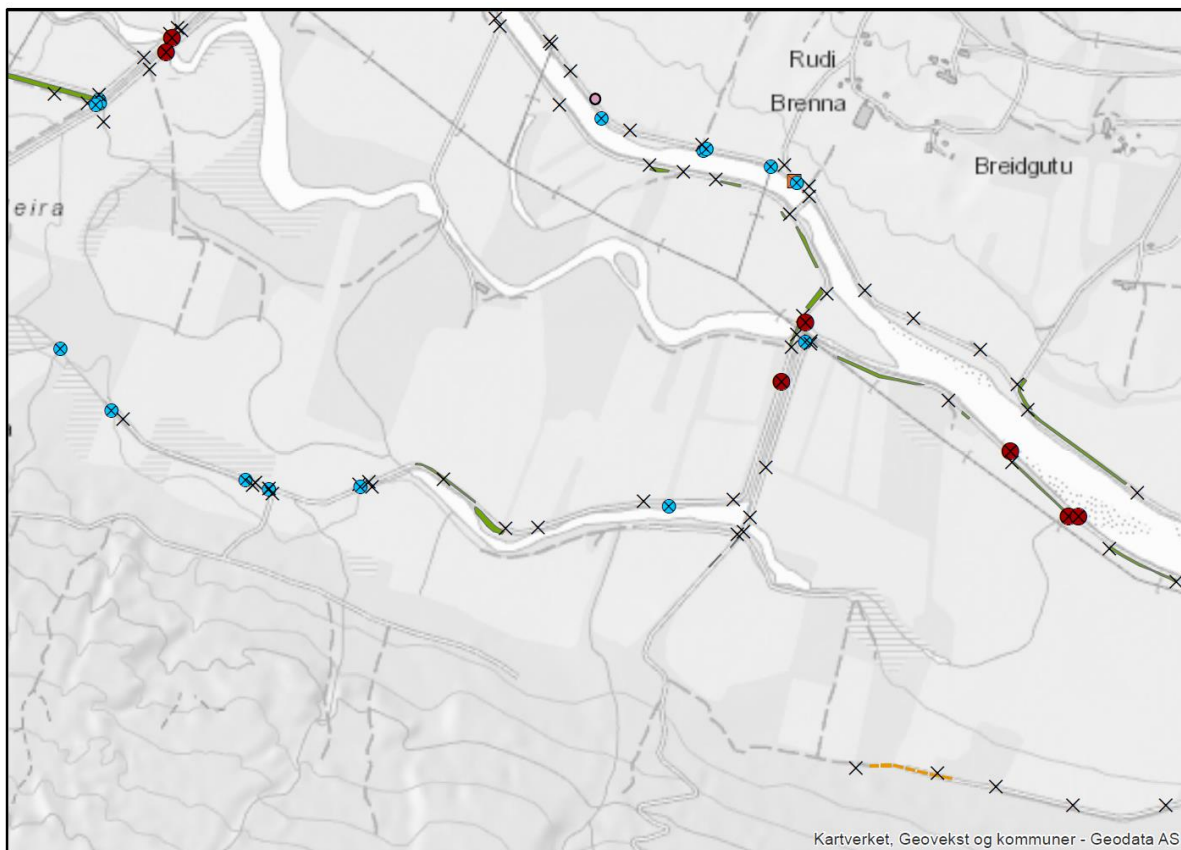
Det er enkel adkomst til hele flomverket langs hovedelven via en vei på toppen som går fra Lora og helt til nedstrøms ende av verket. Ved sidekanalene er det vei inn, men disse er lite kjørbare på enkelte strekk.



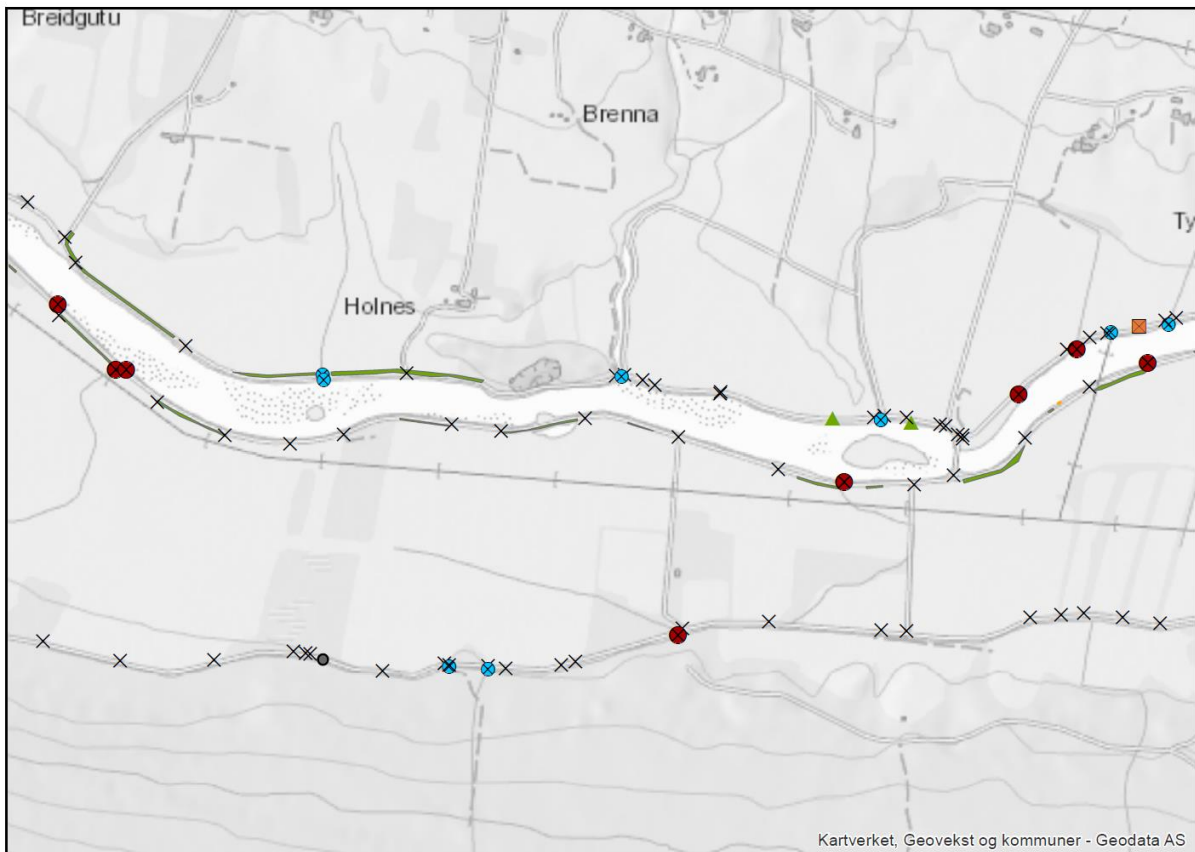
Figur 8: Oversiktskart over observasjoner ved Lesja flomverk.



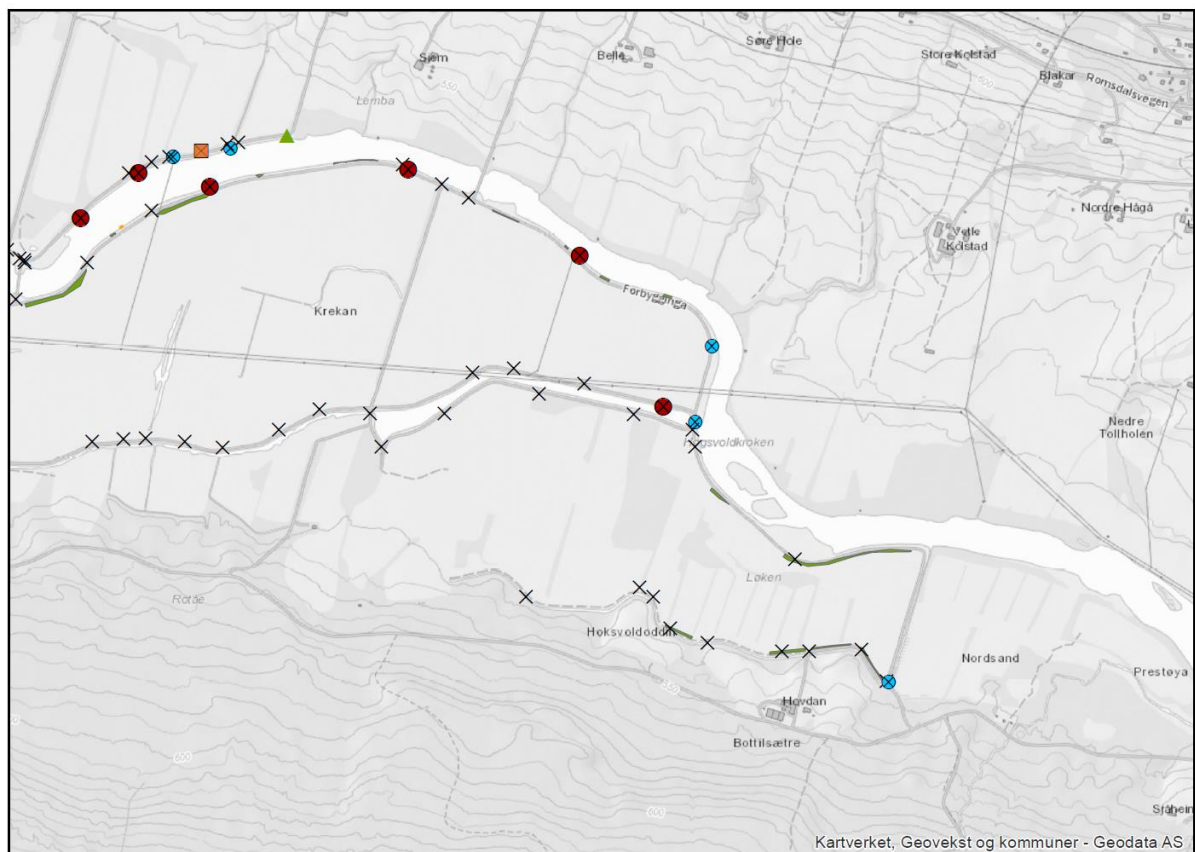
Figur 9: Del 1 av observasjoner ved Lesja flomverk. For tegnforklaring; se figur 8.



Figur 10: Del 2 av observasjoner ved Lesja flomverk. For tegnforklaring; se figur 8.



Figur 11: Del 3 av observasjoner ved Lesja flomverk. For tegnforklaring; se figur 8.



Figur 12: Del 4 av observasjoner ved Lesja flomverk. For tegnforklaring; se figur 8.

3.1 Lorsagen- (L-0 – L-2300) og Søndre flomverk (S-0 – S-1200)

Vegetasjonen på verket er skjøttet på vannsiden, mens det er noen større busker og trær på luftsiden av verket. Det er kjørbar vei på toppen langs hele strekningen. Veien har ingen setninger og virker å være gruset opp nylig. Denne delen av anlegget fremstår som godt vedlikeholdt, og det ble ikke registrert skader på strekningen.

I oppstrøms ende av strekningen, ved pel nr. L-0 – L-400, er flomverket erosjonssikret med ordnet røys av stor stein. Steinene ligger i forband og det er benyttet stein av stor størrelse, se Figur 13. På deler av strekningen er massene i erosjonssikringen avrundet og fremstår som stedlige masser fra elven.



Figur 13: Erosjonssikring langs Lora, pel nr. L-100 mot nord (Bilde: Multiconsult).

Ved pel nr. L-1800 – L-2100 er elveløpet utvidet. Det ble opplyst under befaring at denne utvidelsen hadde til hensikt å redusere vannhastighetene og dermed legge til rette for sedimentering slik at massetransporten videre nedover i vassdraget ble redusert.

På tilsvarende lokalitet ble flomverket nær overtoppet ved flommen i 1995. Flomverket ble derfor hevet her (L-1800 – L-2100). Det er ikke synlig at det er gjort tiltak på denne strekningen, og oppbygningen av flomverket fremstår som lik, til tross for oppgraderingen.

Fra pel nr. L-1900 er det ikke lenger sikret med stor stein, kun grov grus.

Det er to bruer (Lorbrue og Nyhusbrue) der brukaret utgjør en del av flomverket (henholdsvis ved pel nr. L-2300 og S-820).

Det har tidligere vært registrert beverhytte i nedstrøms ende av denne strekningen (ca. ved S-1100). Denne er fjernet som en del av vedlikeholdet av flomverket. Generelt ble det opplyst om at bever er et problem ved flomverket.

3.2 Søndre flomverk (S-1200 – S-3150)

Søndre flomverk langs Lågen mellom kanal 3 og kanal 4 fremstår som godt vedlikeholdt og det er ikke registrert skader på strekningen.

Det er to bruer (Flittibrue og Brennbrue) hvor brukarene utgjør en del av flomverket (pel nr. S-1580 og S-2820). Der er også et rør (Ø700 mm) med ventil i nedstrøms ende ved pel nr. S-3130. Rør og ventil er i god forfatning.

Det ble opplyst fra flomverksstyret om at bunnen i Lågen virker å ha hevet seg betydelig siden anlegget sto ferdig. Figur 14 viser sandbanker med sedimenter i Lågen ved utløpet av kanal 3.



Figur 14: Sandbanker i Lågen, ved utløpet av kanal 3, pel nr. S-3040. Sett mot sørvest (Bilde: Multiconsult)

3.3 Søndre flomverk (S-3150 – S-8400)

Vedlikeholdet for Søndre flomverk mellom kanal 3 og kanal 2 er tilsvarende som for de andre delstrekningene langs Lågen, se også Figur 16. På enkelte strekninger er det vegetasjon på luftsiden, mens vannsiden generelt fremstår som svært godt vedlikeholdt og vegetasjonen er skjøttet. I området ved pel nr. S-6600 ble det observert antydning til undergraving av erosjonssikring, men det bemerkes at dette kun er antydninger og at dette kan ettersees og utbedres som en del av det generelle vedlikeholdet.

På befaringen ble det opplyst om at strekningen fra pel nr. S-7450 – S-7750 virker å være noe svakere enn flomverket for øvrig, og at det kan være setninger på strekningen. Profilinnmålinger i flomverkets lengderetning gir også en indikasjon på at det er et mindre lavbrekk for flomverket her, se Figur 4, men flomverket ligger fremdeles godt over 200-års flomnivå. Det ble ikke observert andre tegn som kan tyde på setningsskader her.

Det ble registrert flere rør (Ø100 – Ø400 mm) med tilbakeslagsventiler på strekningen, men det er ikke gjort noen observasjoner av betydning knyttet til disse. Ved pel nr. S-8200 ligger det ei stikkrenne uten tilbakeslagsventil. Stikkrenna brukes for å føre vanningsrør gjennom flomverket og er lokalisert ca. 0,5 m under flomverkskrona, se Figur 15. Ved tilstrekkelig høye vannstander vil røret forårsake lekkasje inn i sikringsområdet.

To brukar utgjør en del av flomverket på denne strekningen. Disse ligger ved S-6200 og S-7450 (Grindstugu og Belle/Seim).



Figur 15: Stikkrenne med vanningsrør ved pel nr. S-8200. (Bilde: Multiconsult)



Figur 16: Søndre flomverk, S-3520 mot sørøst (Bilde: Multiconsult)

3.4 Søndre flomverk (S-8400 – S-9530)

Nedstrøms del av Søndre flomverk har en tilsvarende standard som de øvrige delstrekningene og er godt vedlikeholdt. Det er ikke registrert vegetasjon av betydning på vannsiden, men det er enkelte delstrekninger med større vegetasjon på luftsiden.

Det ble ikke registrert noen skader eller andre observasjoner av betydning på denne strekningen.

3.5 Nordre flomverk (N-1100 – N-5000)

Nordre flomverk fra oppstrøms ende fram til Holhaugen, ved pel nr. N- 5000 har tilsvarende standard som Søndre flomverk. Vedlikeholdet er generelt svært godt. Det er registrert enkelte strekninger med vegetasjon på flomverkets luftsider.

Ved pel nr. N-4590 ender kanal 5 inn mot flomverket, og drenerer gjennom et Ø480 mm rør uten tilbakeslagsventil.

Ved pel nr. N-2760 ble det registrert ei beverhytte, se Figur 17. Hytta var ikke i bruk, og taket hadde falt ned.



Figur 17: Beverhytte, pel nr. N-2760 (Bilde: Multiconsult)



Figur 18: Nordre flomverk, pel nr. N-1800 mot nord-vest (Bilde: Multiconsult)

3.6 Nordre flomverk (N-5300 – N-7200)

Nordre flomverk nedstrøms Holhaugen strekker seg 1700 m langs Lågen før verket svinger mot nord og inn til flomsikkert terreng. Kanal 6, 7 og 8 munner ut i rør gjennom Nordre flomverk ved pel nr. N-5300, N-6020 og N-6870.

Vedlikeholdet for denne delen av det nordre verket er generelt god. Om mulig er det noe mer vegetasjon fra pel nr. N-6870 – N-7200. Dette skyldes trolig at det er lite trafikk på den siste delen av flomverket. Det ble også registrert noen sår i vegetasjonen og erosjonssikringen på denne siste strekningen. Dette gjelder mindre sår, som eventuelt kan utbedres som en del av generelt vedlikehold av flomverket.

3.7 Kanal 1 (K1-0 – K1-1260)

Kanal 1 langs Søndre flomverk består av en ledevoll med en kanal/grøft mellom ledevoll og naturlig høyere terreng. Selve ledevollen har beskjeden høyde over terrenget på luftsiden, men det er en dyp og bred grøft på vannsiden.

Generelt ble det observert mye dype hjulspor på vollen langs kanalen, og veien er mindre vedlikeholdt.

Kanalen ender i et ovalt rør (bredde ca. 2,5 m og høyde ca. 3 m) uten tilbakeslagsventil gjennom Søndre flomverk og ut i Lågen (pel nr. K1-0). Dette er tilsvarende slik det er der de øvrige kanalene ender ut mot hovedverket, se Figur 22.



Figur 19: Avslutning av kanal 1, K1-1260 mot øst (Bilde Multiconsult)

3.8 Kanal 2 (K2-0 – K2-4700)

Kanal 2 består av en 850 m lang og 25- 35 m bred kanal med voll på begge sider. Deretter fortsetter flomvollen på nordsiden ca. 3850 m videre som en ledevoll. Vollen på sørsiden av kanalen leder strakt inn til flomsikkert terreng. Også disse vollene har en avtakende standard med avstanden fra Søndre verk og det er vanskelig å definere hvor vollen slutter.

Det er en rekke faringer som krysser grøfta langs ledevollen i form av veifyllinger med stikkrenner gjennom. Det ble ikke registrert noen spesielle observasjoner i forbindelse med disse.

På befaring kunne flomverkslaget fortelle at ledevollen ble overtoppet i forbindelse med flom i 2011 (ved pel nr. K2-4250 – K2-4420). Skadene ble da rehabilitert på privat initiativ, se Figur 20.

Rehabiliteringen er utført ved å legge opp stedlige masser i en voll. Vollen har noe overhøyde i forhold til omkringliggende ledevoll.

Det ble registrert flere områder med dype hjulspor, og ledevollen er ikke gruset opp tilsvarende som hovedverkene langs Lågen.



Figur 20: Bruddsted fra 2011 rehabilitert på privat initiativ, pel nr. K2-4400 mot øst (Bilde: Multiconsult)

3.9 Kanal 3 (K3-0 – K3-2750)

Kanal 3 består av en ca. 20 m bred og ca. 460 m lang kanal fra utløpet i Lågen og sørover. Herfra åpner kanalen seg opp og kanalen fremstår som to ledevoller. Den ene strekker seg sørover ca. 200 m før terrenget stiger og ledevollen avsluttes mot naturlig terreng.

Den andre strekker seg ca. 1700 m vestover før denne også fremstår som naturlig terreng. Denne ledevollen blir gradvis i dårligere forfatning. Det er dype hjulspor, vegetasjonen er ikke skjøttet og vedlikeholdet fremstår mot slutten av kanalen som helt fraværende. Flere plasser krysser veifyllinger med stikkrenner over kanalen langs ledevollen.



Figur 21: Dype hjulspor i ledevoll mot vest ved kanal 3, pel nr. K3-2150 mot øst (Bilde: Multiconsult)

3.10 Kanal 4 (K4-0 – K4-1550)

Kanal 4 består av to forgreninger med et samløp ved pel nr. K4-870. Begge forgreningene renner ut i samløpet gjennom store ovale rør (bredde 1,8 m og høyde 2,2 m).

Den sørligste forgreningen strekket seg ca. 500 m fra samløpet for så å stige raskt opp mot fjellet mot sør. Denne sidekanalen fanger opp en relativt stor bekk.

Den andre forgreningen strekker seg ca. 630 m før denne fremstår som en dreneringsgrøft som strekker seg videre vestover. Det er svært mye vegetasjon langs denne forgreningen.



Figur 22: Rør fra kanal 4 ut i Lågen, innløp ved S-1200 (Bilde: Multiconsult)

3.11 Kanal 5 (K5-0 – K5-530)

Kanal 5 strekker seg 530 m fra Nordre flomverk og nordover inn mot flomsikkert terreng. Det ble ikke registrert skader eller observasjoner av betydning ved kanal 5.

3.12 Kanal 6 (K6-0 – K6-570)

Kanal 6 strekker seg fra Nordre flomverk og ca. 300 m nordover med voll på begge sider av kanalen. Her møter den vestre vollen flomsikkert terreng, den østre vollen strekker seg ca. 270 m videre før denne også føres inn til flomsikkert terreng. Det ble ikke registret skader eller observasjoner av betydning ved kanal 6.



Figur 23: Flomvoll langs kanal 6, østre side. Pel nr. N5300, mot nord (Bilde: Multiconsult)

3.13 Kanal 7 (K7-0 – K7-560)

Kanal 7 strekker seg fra Nordre flomverk og ca. 320 m nordover med voll på begge sider av kanalen. Her møter den vestre vollen flomsikkert terreng, den østre vollen strekker seg ca. 240 m til før denne også føres inn til flomsikkert terreng. Det ble ikke registret skader eller observasjoner av betydning ved kanal 7.

3.14 Kanal 8 (K8-0 – K8-240)

Kanal 8 strekker seg fra nordre flomverk og ca. 240 m nordover med voll på begge sider av kanalen. Det ble ikke registret skader eller observasjoner av betydning ved kanal 8.

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

Kommuneansatte og grunneiere har vist god oversikt over flomverket og historikk i kommunemøtet (14.03.2018) og på befaringen (02.05.2018). Grunneierlaget utfører regelmessig tilsyn og har svært god oversikt over status for verket. Det anbefales at man dokumenterer tilsyn og vedlikehold. Lesjaleirene inngår ikke i kommunens generelle beredskapsplan. Kommunen, i samarbeid med grunneierlaget, har likevel god oversikt over tiltak som bør gjennomføres ved potensiell flomsituasjon, som f.eks. stenging av vei og utplassering av masser.

Det er lett adkomst til hele strekningen langs hovedelven om det skulle oppstå behov for å iverksette tiltak på selve verket. Det er stort sett adkomst til sidekanalene via vei på toppen av verket, men langs enkelte strekninger er veiene lite vedlikeholdt og er kun tilrettelagt for landbruksmaskiner.

4.2 Teknisk tilstand

Vedlikeholdet av flomverket er generelt svært god. Større busker og trær på verket er i hovedsak skjøttet. Mindre vegetasjon kan bidra til å hindre erosjon på verket, men det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig for å sikre at den ikke vokser seg for stor. Større vegetasjon har potensiale til å skade erosjonsbeskyttelsen og forårsake ustabilitet (spesielt hvis store trær blåses over ende). Når vegetasjonen dør og røttene råtner bort vil de etterlate hull og svake soner som er ekstra utsatt for lekkasje og piping. Vegetasjon større en 8-10 cm i diameter bør derfor fjernes. Det påpekes at dette kun gjelder vegetasjon som står på/i selve sikringsanlegget, da øvrig vegetasjon kan være verdifull kantvegetasjon for naturmiljøet.

Flomverkene ved Lesjaleirene er generelt i god forfatning, og verkenes form og linjeføring fremstår som om flomverket var nylig bygget. Ingen registrerte observasjoner eller skader vurderes som kritiske. Det observeres få sår eller skader i form av skadet erosjonssikring eller undergraving av flomverket på vannsiden av flomverkene. Der hvor dette er registrert vurderes omfanget av skadene som såpass små at ettersyn og utbedring kan gjennomføres som en del av generelt vedlikehold.

Det bemerkes at ledevollene langs kanalene og kanalene bak Søndre flomverk har ligget litt i skyggen av hovedverkene langs Lågen. Dette er naturlig da brudd på disse vanligvis vil ha betydelig mindre konsekvenser enn ved brudd på hovedverkene. Det har likevel vist seg at nettopp ledevollene har hatt mindre brudd, blant annet et mindre brudd i 2011 ved kanal 2. Nedbørfeltet bak Søndre flomverk, som leder til kanaler og sikringsområdet, er i størrelsesorden 70 km². Dette er et betydelig nedbørfelt som kan gi store vannmengder som må ledes trygt ut til Lågen. For å ivareta flomsikkerheten bør derfor ledevollene vedlikeholdes i større grad. Å få utført vannlinjeberegninger for kanalene vil kunne være nyttig for å vurdere hvilken kapasitet disse kanalene har, basert på de lokale nedbørfeltene, herunder vurdere kapasiteten til kanalene der hvor kanalene renner gjennom stikkrenner/kulverter. Videre vil vedlikehold som rensk av kanaltrauene samt rydding av vegetasjon og ikke minst grusing og planering av veien på toppen av ledevollene kunne gi betydelig bedring av forholdene. Med planering menes her fjerning av hjulspor i tillegg til utjevning i lengderetningen for å sikre lik kapasitet gjennom de enkelte kanalene.

Hovedflomverkene langs Lågen har blitt vurdert gjennom en stabilitetsanalyse for et typisk flomverk, se Vedlegg 1. Flomverkens luftside har en helning på 1:2, kronebredden er over 4 m og vannsiden har en helning på 1:2. Dette samsvarer med det typiske flomverket i vedlegget. Skråningsstabiliteten

til flomverkets luftsida og vannsida vurderes som tilfredsstillende, etter en sammenligning med det typiske flomverket som er vist i vedlegg 1.

Alle flomverk har begrenset sikkerhet ved overtopping, som inntreffer når vannstanden i elven stiger over krona på flomverket. Ved en slik overtopping vil vannmasser strømme ukontrollert over krona og nedover luftsida på flomverket med fare for erosjon og brudd i selve flomverket. Luftsida av flomverket har normalt ingen erosjonssikring, kun vegetasjon, noe som bare gir begrenset beskyttelse mot erosjon i tilfelle vannstrømning på luftsida. Områder der flomverket på luftsida ikke har vegetasjon, men kun eksponert jord, vil være spesielt utsatt i tilfelle overtopping.

En annen årsak til brudd i flomverket kan være indre erosjon, som følge av:

- Erosjon langs rør gjennom flomverkene
- Hydraulisk grunnbrudd (sandkoking)
- Utvasking langs kanaler i grunnen. Disse kan ha stor permeabilitet, og oppstår gjerne i forbindelse med gamle elveleier av stein og grus
- Setninger i flomverket, der det krysser myravsetninger i gamle meanderslynger. Her kan det oppstå sprekker/kanaler med stor permeabilitet

De ovenfor nevnte årsakene til brudd kan være vanskelig å oppdage, og enkelte av dem oppstår bare under flom. Under befaring ble pel nr. S-7450 – S-7750 pekt ut av flomverkslaget som en strekning med setninger og mulige lekkasjer under flomsituasjoner. Det ble imidlertid ikke gjort noen observasjoner av betydning på strekningen under befaring. Det kan være svært vanskelig å utbedre slike problemområder uten omfattende tiltak. Lekkasje og setninger skyldes trolig vannstrømmer under selv flomverket. For å bedre situasjonen vil et alternativ være at flomverket rives og massene under flomverket skiftes ut, før flomverket reetableres. Setningene på strekningen virker å være små siden de ikke kommer tydelig fram på lengdeprofilen. Selve flomverket virker å være i god stand og det er ingen setningsskader på selve flomverket. Vår vurdering er derfor at problemene ved denne lokasjonen ikke er kritiske for flomverket per tidspunkt, men det bør føres ettersyn med området, spesielt etter store flommer for å hindre videre utvikling.

4.3 Anbefalt sikkerhetsnivå

Bak flomvollen finnes det i dag 24 bygg som etter Byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» antas å inngå i sikkerhetsklasse F1. Dersom man skal bygge et nytt F1 klasse bygg må man dokumentere at dette har sikkerhet mot en 20-års flom. Byggeteknisk forskrift gjelder imidlertid kun for ny bebyggelse og påbygg på eksisterende bebyggelse. Foruten byggene sikrer flomverket i dag områder klassifisert som fulldyrket mark og skog. Det stilles ingen formelle krav til sikkerhetsnivå på jordbruksområder.

Flomverket sikrer i dag områdene bak flomverket mot en 200-årsflom med minste fribord på ca. 30 cm. Dette vurderes som tilstrekkelig.

4.4 Behov for vedlikehold og rehabilitering

Generelt fremstår vedlikeholdet av flomverket som svært bra. Det ble ikke funnet skader eller gjort observasjoner som tilsier at det er behov for større tiltak. Vi har dog merket oss at dette er et stort flomverk med flere interessenter og et flomverkslag med mange medlemmer. Vi mener en bedre dokumentasjon av vedlikehold og utført rehabilitering ville gitt en bedre oversikt over verkets tilstand og bidratt til mer systematisk vedlikehold. Slik dokumentasjon kan også være nyttig med tanke på prioritering av parseller og for å belyse hvilke punkter/strekninger som eventuelt er utglemt.

4.5 Plassering av nødoverløp

Overtopping vil skje når vannstanden stiger over krona på flomverket. Ved overtopping er det fare for et ukontrollert og raskt brudd i selve flomverket, og hvis dette skjer vil det strømme en relativt stor vannføring inn i områdene på flomverkets luftsiden. Et nødoverløp er en form for overløp lukket eller åpent som slipper vann inn på luftsiden av flomverket. Her inkluderes også forhåndsutvalgte steder på verket som kan åpnes slik at man får en mer kontrollert strømning av vann fra vannsiden til området på luftsiden. Nødoverløp sørger for at man får etablert et vannspeil i sikringsområdet i forkant av et eventuelt brudd. Dette vil redusere strømningshastigheten i området og stabilisere flomverket mot erosjon, utglidninger og grunnvannsstrømmer under verket.

Det vil alltid være en fare for overtopping av flommer som er større enn det flomverket er dimensjonert for, men et nødoverløp kan både redusere muligheten for at flomverket blir overtoppet, og begrense skadene ved et brudd. Plassering av nødoverløp bør derfor innarbeides i kommunenes beredskapsplan.

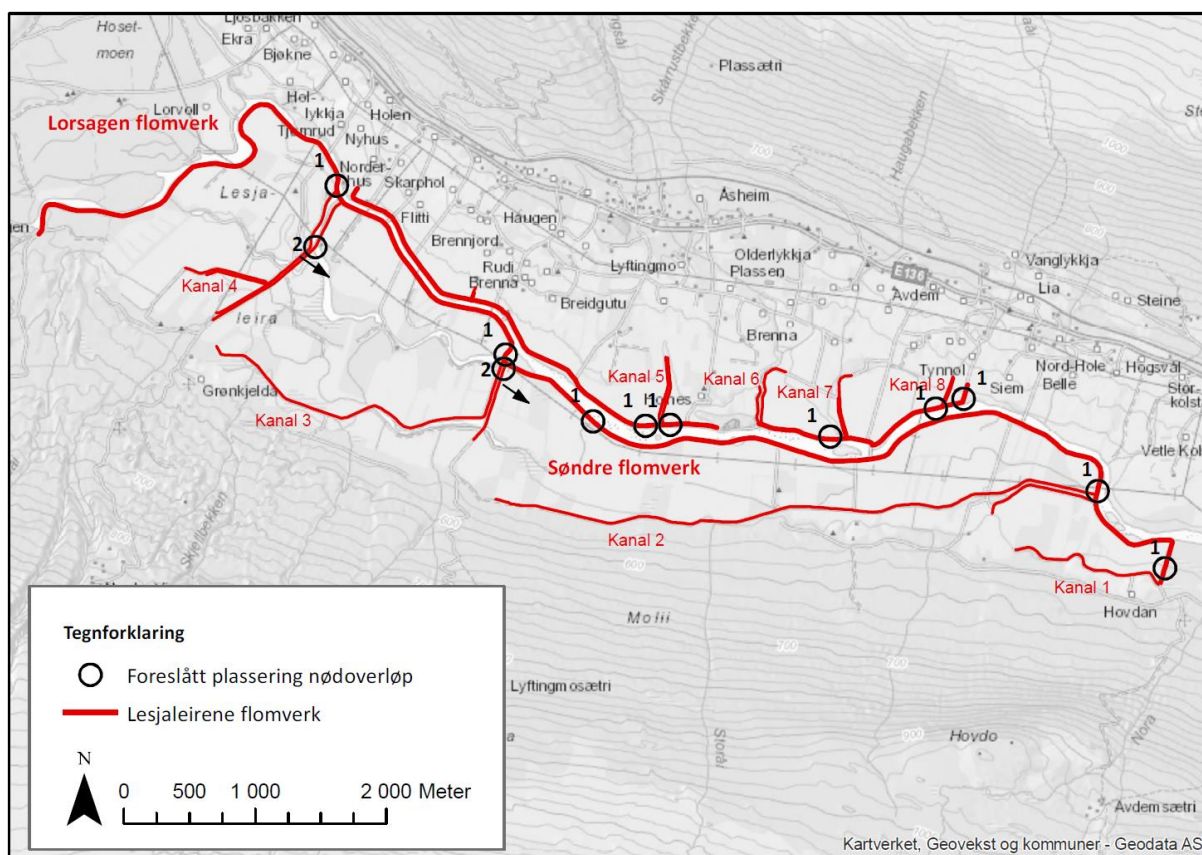
For plassering av nødoverløp, foreslår Hydra (1999) at følgende parametere legges til grunn:

- omfang og konsekvenser av erosjon- og strømskader på innsiden av overløpet
- spredningsforløp og innfylling av vannet som passerer overløpet
- sikring og bruk av viktige bygninger, veiforbindelser m.m.
- adkomst, arbeidsforhold og mulighet for kontroll mens innfylling pågår
- adkomst og mulighet for (rimelig) reparasjon etter flommen
- lokale private og offentlige synspunkter og hensyn

Ofte vil det være best å legge et nødoverløp i nedstrøms ende av flomverket der terrenget er lavest fordi:

- Naturlig mothelning på terrenget gjør at sikringsområdet da vil fylles relativt langsomt med vann slik at erosjonsskader reduseres. I motsatt fall vil vannet kunne strømme med stor hastighet mot lavere terreng og forårsake erosjonsskader.
- Det vil være lettere å forberede en lokal seksjonering når strømkreftene er små, i de tilfeller der man ser at ikke hele området behøver å fylles.

Ved Lesjaleirene vil det være behov for flere overløp. Dette skyldes flomverkets utstrekning og seksjoneringen som er gjort bak flomverket. Hver seksjon bør ha sitt eget overløp for å sikre at det etableres et vannspeil innenfor seksjoneringen. Flere av seksjonene er også så store at det er naturlig med flere overløp. Foreslått plassering av nødoverløp er presentert i Figur 24.



Figur 24: Foreslått plassering av nødderløp ved Lesja. Nødderløpene merket med 1 anbefales åpnet først. Dersom man opplever at området ikke fylles tilstrekkelig kan man iverksette nødderløpene merket med 2.

Overløpene er rangert med tall som indikerer hvilke overløp som er naturlig å åpne først. Dersom det viser seg at ytterligere kapasitet er nødvendig kan flere overløp åpnes, det anbefales imidlertid at man forsøker å etablere et stabiliserende vannspeil i sikringområdet før disse ekstra nødderløpene åpnes (markert med prioritet 2 i figuren). Områdene ved Lesjaleirene er relativt flatt. Foreslått plassering av nødderløp er hovedsakelig basert på områder hvor det er naturlige tjern og vannveier på luftsiden av flomverket og områder hvor vannhastighetene på vannsiden av flomverket er lavest mulig. Dermed begrenses erosjonsskadene i umiddelbar nærhet til overløpet.

Ved åpning av overløp er veiene på flomverket tenkt som adkomst og vei for evakuering av maskiner etter åpning av flomverket. Dermed vil deler av flomverket bli gjort utilgjengelig etter åpning. Man må derfor være kritisk til hvilken side av åpningen maskinene arbeider fra og rekkefølgen på åpning av nødderløp.

Langs det nordre flomverket er det flere veier ned på flomverket. Flomverket på denne strekningen beskytter et relativt smalt belte langs elven. På denne strekningen vil det være mer usikkert hvor vidt det er behov for å etablere nødderløp.

5 Referanser

- [1] NVE, 2017. *Produktspesifikasjon for NVEs database over kartlagte flomfareområder – flomsoner versjon 1.1*, tilgjengelig fra:
https://gis3.nve.no/metadata/produktspesifikasjoner/produktspesifikasjon_flomsoner.pdf.
Lenke til nedlastning av geodata: <http://nedlasting.nve.no/gis/?ext=-753069,5311590,3332613,8058860&ds=flomsone&>, NVE Januar 2017
- [2] NVE 2015. *Flomberegning for Gudbrandsdalsvassdraget (002.DZ)*. Ann-Live Øye Leine. NVE 127-2015. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- [3] NVE 1995. *Frekvensanalyse av 1995 flommen i Glomma, Gudbrandsdalslågen og Trysilelven*, Bredo Erichsen. Hydrologisk avdeling NVE. Nr. 23 1995.
- [4] Kartverket 2014. *SOSI Generell objektkatalog Bygning, Versjon 4.5*. Januar 2014
- [5] Kartverket 2016. *Produktspesifikasjon FKB-AR5 4.6*. Juni 2016
- [6] Hydra 1999. *Effekter av flomsikringstiltak på flomforløpet*. Hallvard Berg, Inger Karin Engen, Ingjerd Haddeland, Øyvind Høydal, Eirik Traae, Morten Skoglund, 1999

NOTAT

| | | | |
|----------------|--|-----------------|---------------------|
| OPPDRAAG | Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst; status og behov for oppgradering | DOKUMENTKODE | 130615-RiEn-NOT-001 |
| EMNE | Stabilitetsberegninger | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAAGSGIVER | NVE | OPPDRAAGSLEDER | Thea Caroline Wang |
| KONTAKTPERSON | Grete Hedemann Aalstad | SAKSBEHANDLER | Robin Wood |
| KOPI | | ANSVARLIG ENHET | 1087 Oslo Hydrologi |

1 Geotekniske beregninger – Typisk flomverk

1.1 Generelt

Multiconsult har på oppdrag for NVE kartlagt status og vurdert behovet for oppgradering for 34 flomverk i 17 kommuner i Akershus, Hedmark, Oppland og Oslo. Arbeidet ble utført i 2018.

Dette notatet vurderer stabiliteten til et typisk flomverk. Denne analysen vil bli brukt som grunnlag for en stabilitetsvurdering av de 34 flomverkene. For hvert enkelt flomverk vil vi gjennom stabilitetsvurderingen sammenligne geometri, soneinndeling og geotekniske parametere. Der det enkelte flomverk avviker fra analysen av det typiske flomverket, vil dette fremgå av vurderingen. Et eksempel på et slikt avvik kan være brattere skråninger enn det typiske flomverket.

Analysen i dette notatet vurderer kun stabiliteten til flomverkene og vurderer ikke mulige årsaker til brudd som følge av indre erosjon i grunnen, inklusive:

- Erosjon langs rør gjennom flomverkene
- Hydraulisk grunnbrudd (sandkoking)
- Kanaler i grunnen med stor permeabilitet i forbindelse med gamle elveleier av stein og grus
- Sprekker med stor permeabilitet som følge av setninger i flomverket. For eksempel der flomverket krysser myravsetninger i gamle meanderslynger.
- Mangelfull drenasjekapasitet på luftside
- Punktert plastfolie (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)
- Glidning langs plastfolien (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)

| | | | | | |
|------|----------|---|---------------|----------------|-------------|
| 03 | 17.09.18 | Oppdatering til Eurocode | ROW | BER/AGB | TCW |
| 02 | 14.06.18 | Oppdatering av notat for 2018 | JMA | TCW | TCW |
| 01 | 6.11.17 | Etter kommentar fra NVE | ROW | JMA | ROW |
| 00 | 26.10.17 | Geotekniske beregninger – Typisk flomverk | ROW | JMA, AGB | ROW |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

1.2 Stabilitetsberegninger

Det er gjennomført stabilitetsberegninger basert på to ulike modeller for beregning av poretrykk i flomverket. Følgende tilstander er vurdert:

- Stasjonært tilstand (Luftside)
- «Transient analysis» (Vannside og Luftside)

«Stasjonært tilstand» omfatter beregninger av stabilitet for flomverk med antagelse om at poretrykket i flomverkets ulike lag har tilpasset seg det ytre vanntrykket.

«Transient analysis» omfatter beregninger av stabilitet for flomverket med antagelse om at poretrykket i flomverket varierer under en flom. Dette er en ikke-stasjonær beregning hvor man vurderer poretrykksutviklingen over tid. Denne analysen vil blant annet kunne belyse situasjoner hvor stabiliteten er lavere; enten før eller etter at poretrykket har stabilisert seg i flomverket.

Denne analysen benytter funksjoner for «saturated/unsaturated permeability» og «Volumetric water content» for beregning av poretrykkslinjer for hvert tidsskritt.

Analysen er utført ved bruk av programmet Slide (v7.026) fra programpakken Roc-science. Sikkerhetsfaktorer er baserte på Eurokode 7-1 (NS-EN 1997-1:2004+NA:2016). Det finnes designguider for flomverk, for eksempel *NVEs Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, 2009*, men det er ikke angitt spesifikke bestemmelser om sikkerhetsfaktorer. Derfor har Eurokoden blitt lagt til grunn som best praksis for prosjekteringsforutsetninger. Det er kun benyttet dimensjoneringsmetode 3 som forklart i NA.2.4.7.3.4.1. Behovet for sikkerhet er derfor sikkerhetsfaktor lik 1,0, eller en utnyttelse på 100% eller mindre med partialkoeffisient. Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC/RC) i henhold til tabell NA.A1 (901) er valgt som 3 (dammer).

Tabell 1: Partialkoeffisient (dimensjoneringsmetode 3) benyttet i Slide (v7.026)

| | | |
|------------------------------------|-----------------|------|
| Permanent Actions (A) | | |
| Unfavourable | γ_G | 1 |
| Favourable | γ_G | 1 |
| Variable Actions (A) | | |
| Unfavourable | γ_Q | 1.3 |
| Favourable | γ_Q | 0 |
| Material Parameters (M) | | |
| Effective cohesion | $\gamma_{c'}$ | 1.25 |
| Coefficient of shearing resistance | γ_{ϕ} | 1.25 |
| Undrained strength | γ_{Cu} | 1.4 |
| Weight density | γ_Y | 1 |
| Shear strength (other models) | | 1.25 |
| Resistance (R) | | |
| Earth resistance | γ_{Re} | 1 |
| Anchorage (R) | | |
| Tensile and Plate strength | γ_a | 1 |
| Shear strength | γ_a | 1 |
| Compressive strength | γ_a | 1 |
| Bond strength | γ_a | 1 |
| Seismic | | |
| Seismic Coefficient | | 1 |

1.3 Inngangsdata og beregninger

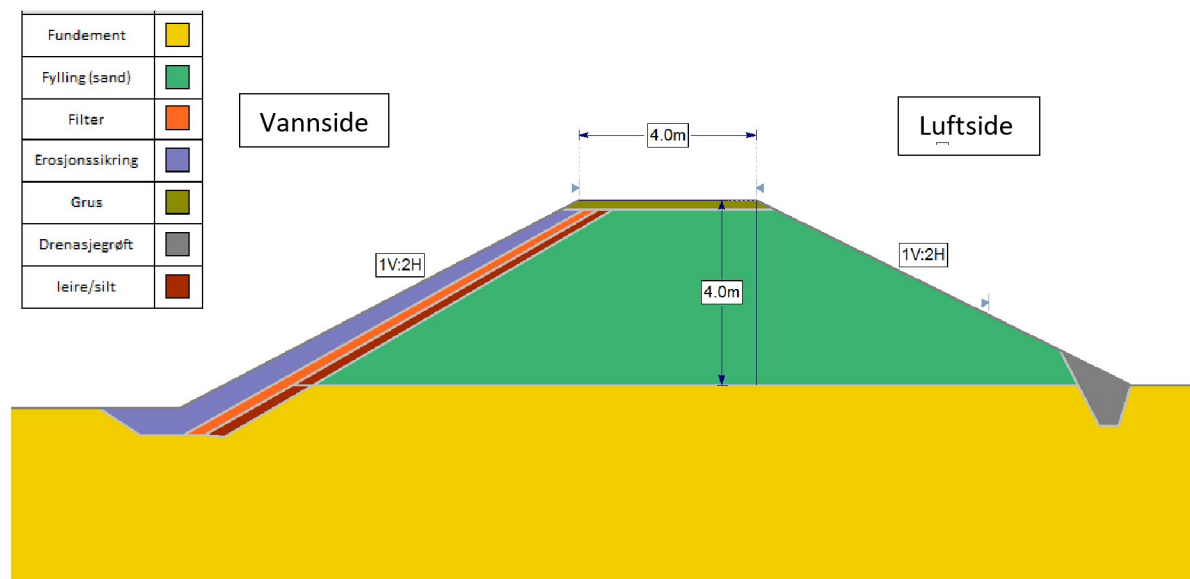
1.3.1 Analysemetode

Analysen er basert på grenselikevektsbetraktning ("General Limit Equilibrium"), og tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt.

1.3.2 Geometri

Basert på en gjennomgang av tegninger av alle flomverkene og NGIs rapport av 1996 er følgende geometri og oppbygning benyttet i analysen:

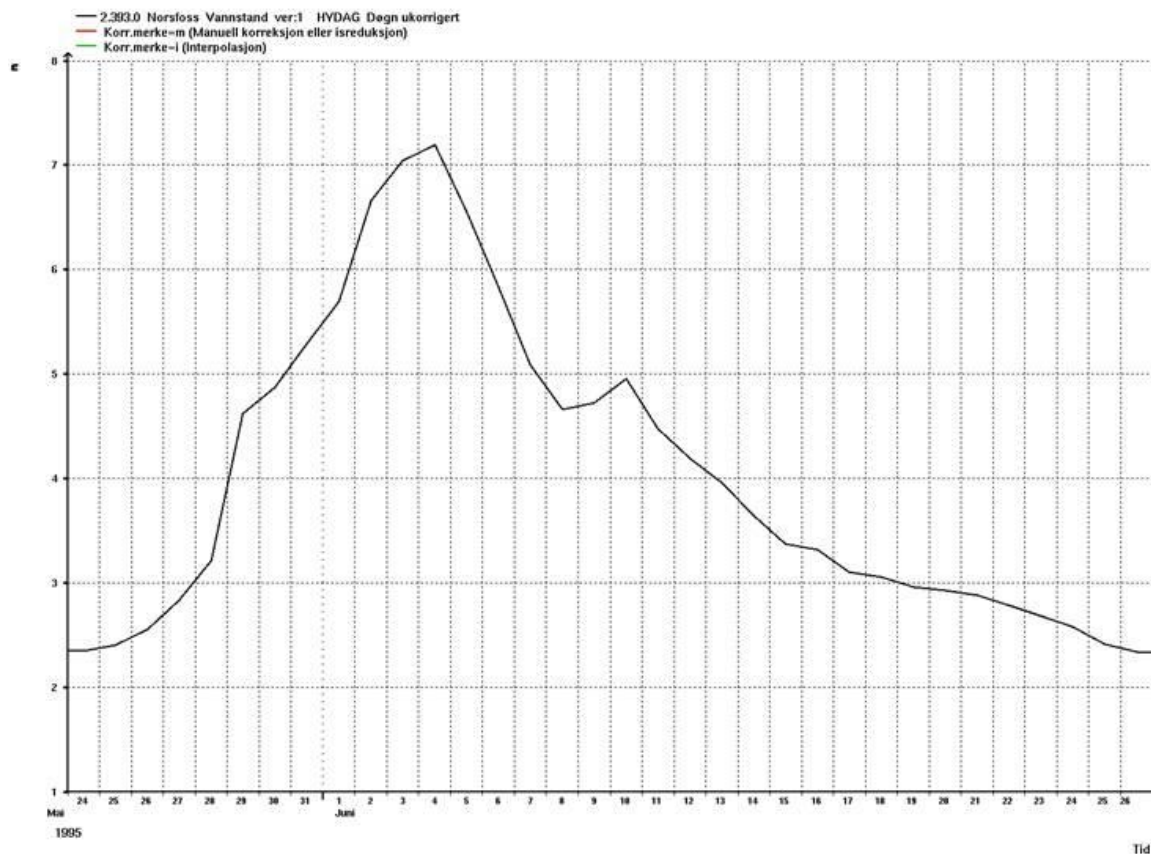
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



Figur 1: Representativt snitt av flomvoll, med soneinndeling

1.3.3 Hydrauliske forutsetninger

Ved stasjonærtilstand ble vannstanden på flomverkets vannside satt til 0,5m under toppen av flomverket. «Transient analysis»-beregningene er utført basert på hydrografen for 1995-flommen hvor vannstanden i elva steg og avtok med nesten samme rate (ca. 0,5 meter pr. døgn). Også her ble høyeste vannstand den samme som for stasjonærtilstand; 0,5 m under topp flomverk.



Figur 2: Hydrogram fra 1995 flommen, ved Norsfoss i Solør

1.3.4 Geotekniske parametere

Styrkeparametere og permeabilitetsverdier benyttet i beregningen er vist i tabell 2. Parameterne som er basert på erfaringsverdier er hentet fra følgende kilder:

- 1) Brudd i flomverk langs Glomma, Geoteknisk analyse og vurdering, 1 juli 1996, NGI
- 2) Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging, Juni 2014, Statens vegvesen - Figur 2.39

Tabell 2: Geotekniske styrkeparametere.

| Materiale | Beskrivelse | Parameter | Kommentar / kilde |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---|
| 1 Fundament (Naturlig grunn) | Vekt | 20 kN/m ³ | Fra NGI rapport |
| | Kohesjon | 0 kPa | |
| | Friksjon | 34° | |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻⁴ m/s | |
| 2. Fylling (sand) | Vekt | 18 kN/m ³ | Håndbok V220 – Friksjon |
| | Kohesjon | 0 kPa | |
| | Friksjon | 36° | Fra NGI rapport – permeabilitet |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻⁴ m/s | |
| 3. Filter (Grus) | Vekt | 20 kN/m ³ | Fra NGI rapport |
| | Kohesjon | 0 | |
| | Friksjon | 38° | |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻⁴ m/s | |
| 4. Erosjonssikring | Vekt | 18 kN/m ³ | Fra erfaringstall - Konservativt anslått (Steinene er antatt mindre ordnet som plastringsstein på en dam) |
| | Kohesjon | 0 kPa | |
| | Friksjon | 42° | |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻¹ m/s | |
| 5. Drenasjegrøft | Vekt | 23 kN/m ³ | Fra NGI rapport |
| | Kohesjon | 0 kPa | |
| | Friksjon | 38° | |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻² m/s | |
| 6. leire/silt | Vekt | 20 kN/m ³ | Erfaringstall |
| | Kohesjon | 0 kPa | |
| | Friksjon | 32° | |
| | Mettet permeabilitet | 10 ⁻⁶ m/s | |

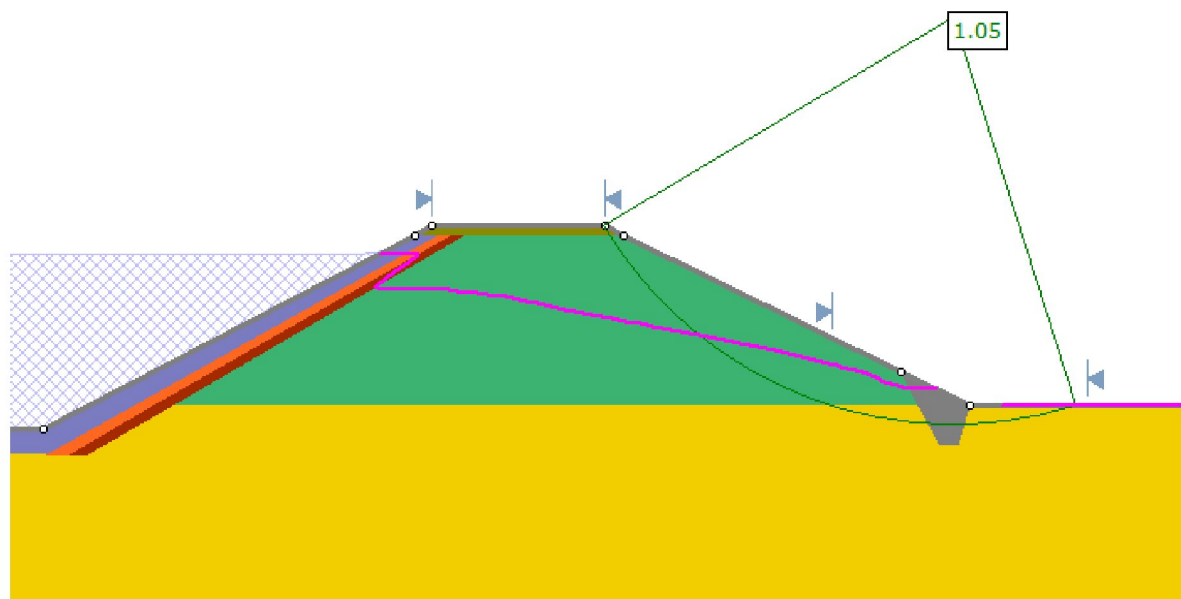
1.4 Beregninger og resultater

Tabell 3 Resultatene av analysen.

| Tilfelle | Damside | Vannstand | Beregnet SF |
|----------------------|----------|-----------------------------------|-------------|
| Stasjonært tilstand | Luftside | 0,5 m under toppen | 1,05 |
| "Transient analysis" | Luftside | 0,5 m under toppen | 1,05 |
| | Vannside | | 1,25 |
| | Luftside | Ugunstig (se, Figur 4 og Figur 5) | 1,05 |
| | Vannside | | 1,12 |

1.4.1 Stasjonært tilstand luftside,

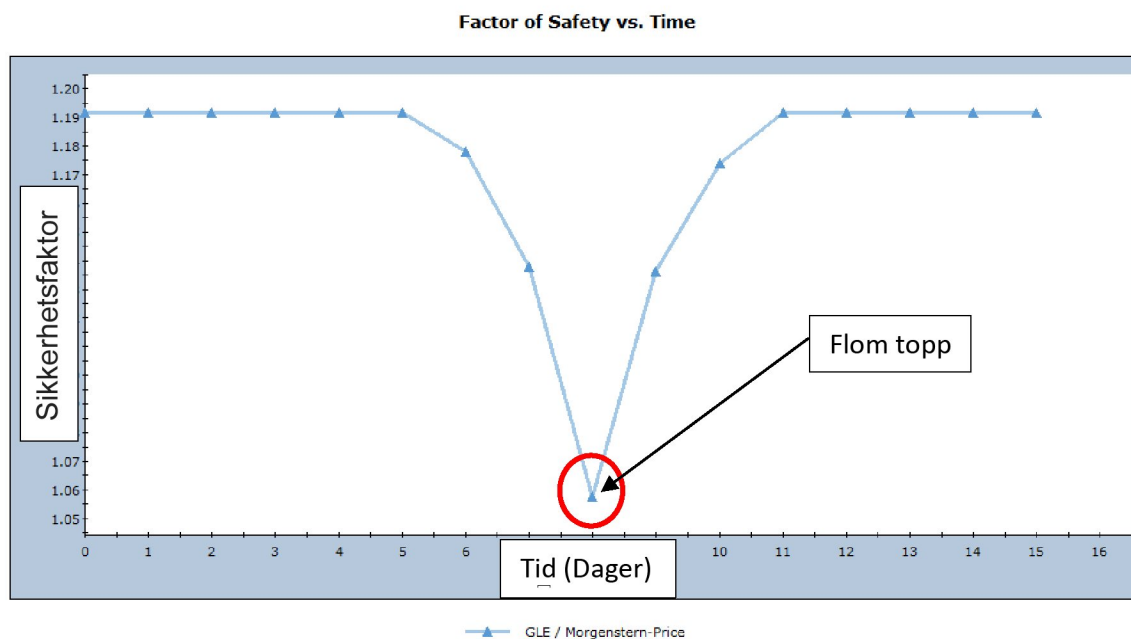
Sikkerhetsfaktoren under stasjonært tilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom permeabiliteten fra vannside til luftside vil øke sikkerhetsfaktoren og omvendt. Permeabiliteten og tykkelsen av soner benyttet i analysen er på den konservative siden. Dette fører til at porevannstrykket er relativt høyt i flomverket, som vist på figuren nedenfor.



Figur 3: Stasjonært tilstand - Luftside

1.4.2 «Transient analysis» luftside,

Analysen viser at sikkerhetsfaktoren er minst ved flomtoppen. Under normal vannføring i elva er sikkerhetsfaktoren ca. 1,5 og faller til 1,3 ved flomtoppen og går deretter tilbake til 1,5 når flommen passerer. Den laveste sikkerhetsfaktoren er lik analysen for stasjonært tilstand. En tykkere tetning eller mindre permeabel tetning vil bety at faktorsikkerheten faller mindre under flommen, da poretrykklinjen i flomverket vil ligge lavere.

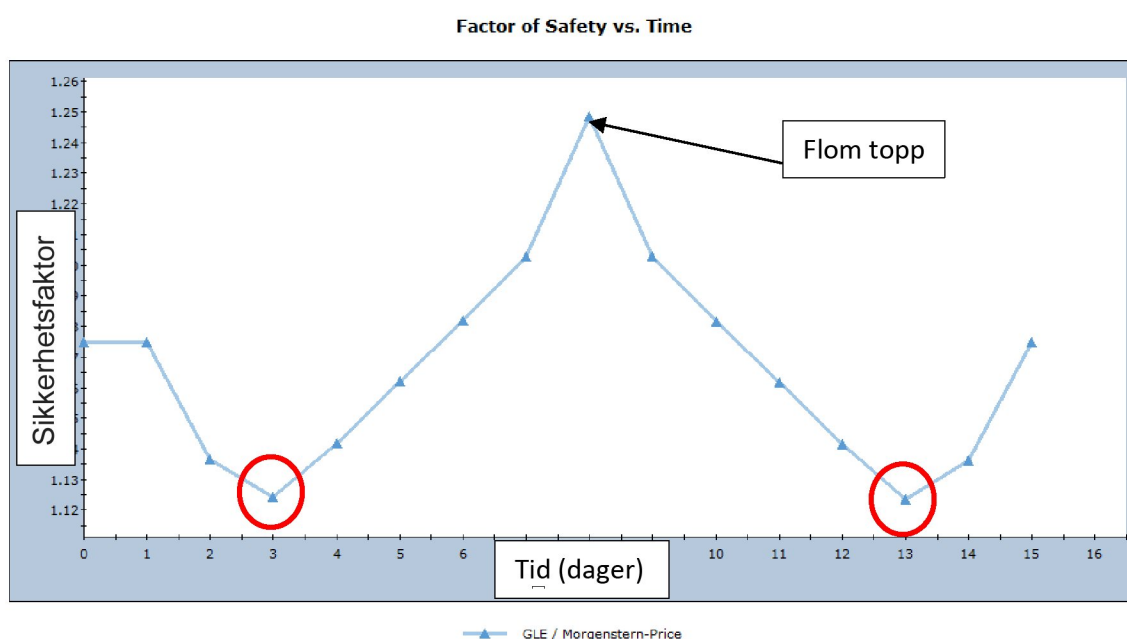


Figur 4: «Transient analysis» luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstigste situasjon markert med en rød sirkel)

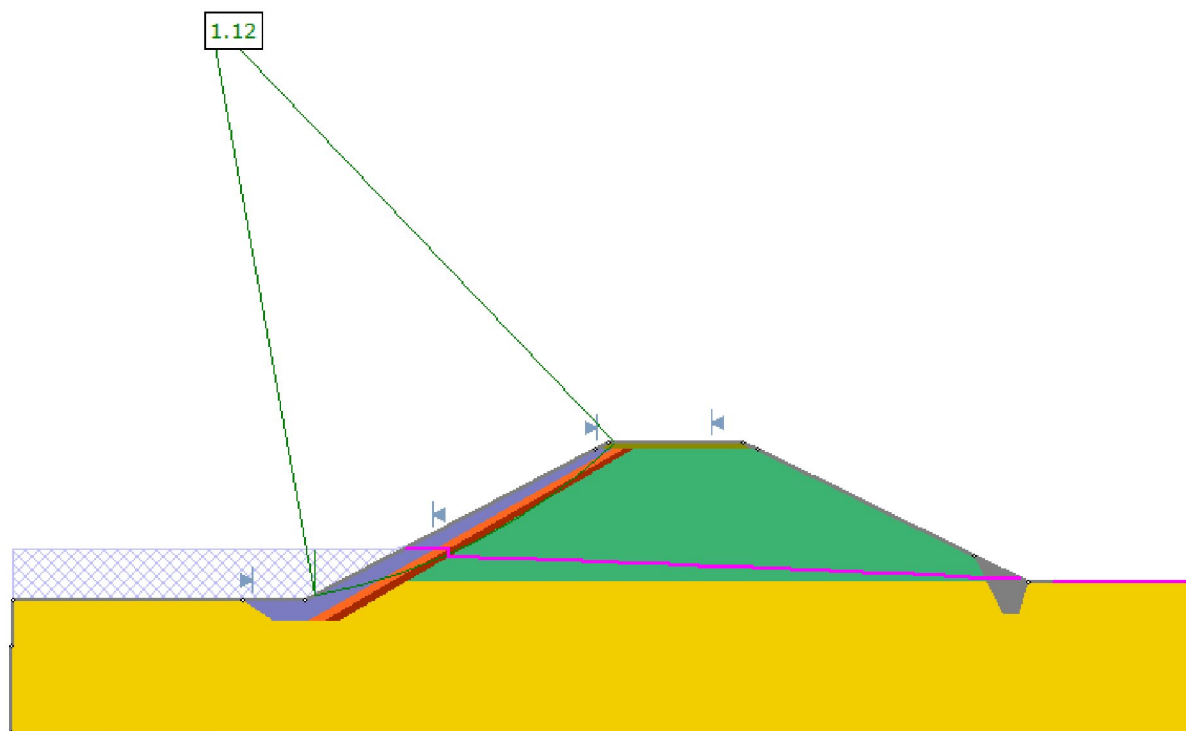
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

Sikkerhetsfaktoren på vannsiden er lavest under flomstart (3 dager) og i løpet av flommens slutt (13 dager). Dette skyldes at effekten av økt poretrykk i de nedre delene av flomverket er mer destabiliserende enn den stabiliserende effekten av vannet. Når vannstanden øker vil den stabiliserende effekten av vannet øke og sikkerhetsfaktoren vil også øke (se dag 8).

Det vil med andre ord ikke oppstå en situasjon der man har høyt poretrykk i fyllingen uten en stabiliserende effekt fra høy vannstand; et scenario som er vanlig ved rask nedtapping ved fyllingsdammer. Hvis permeabiliteten skulle være mindre eller høyere, ville sikkerhetsfaktoren ikke bli påvirket så lenge hastigheten på vannstandsendingene og vannstandsstigningen er lik.



Figur 5: «Transient analysis» vannside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstigste situasjoner markert med en rød sirkel)

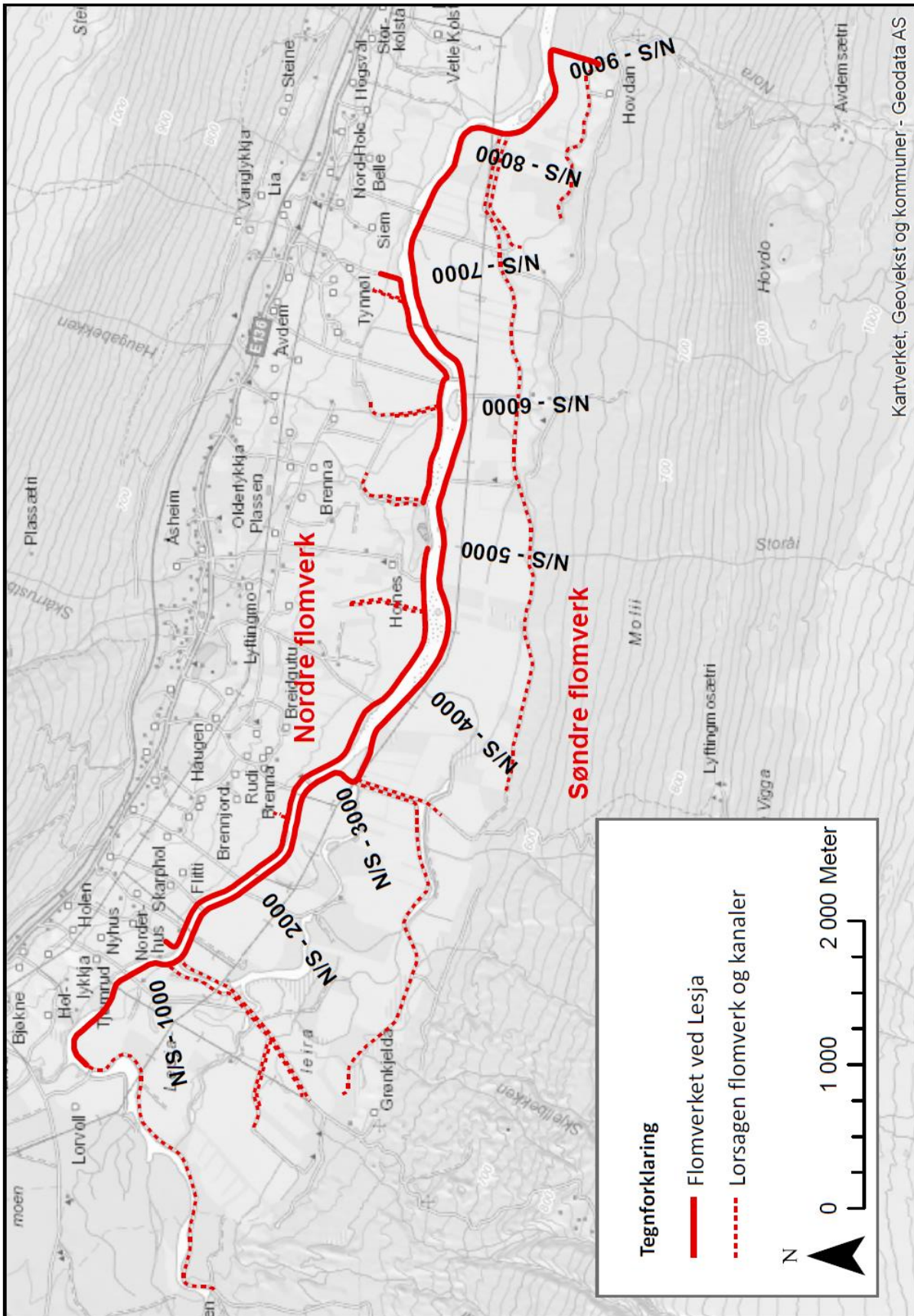


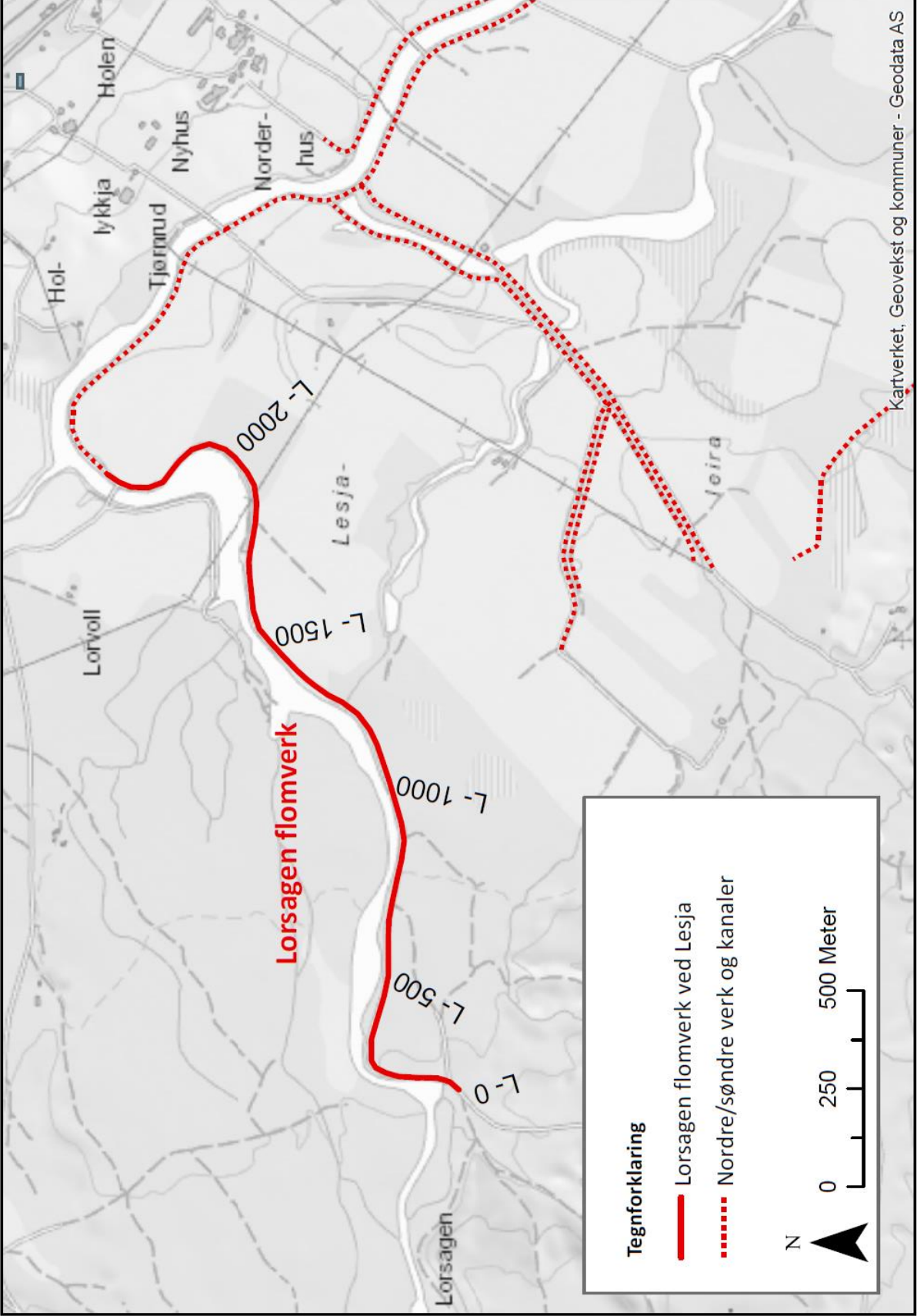
Figur 6: «Transient analysis» vannside, Etter 13 dager

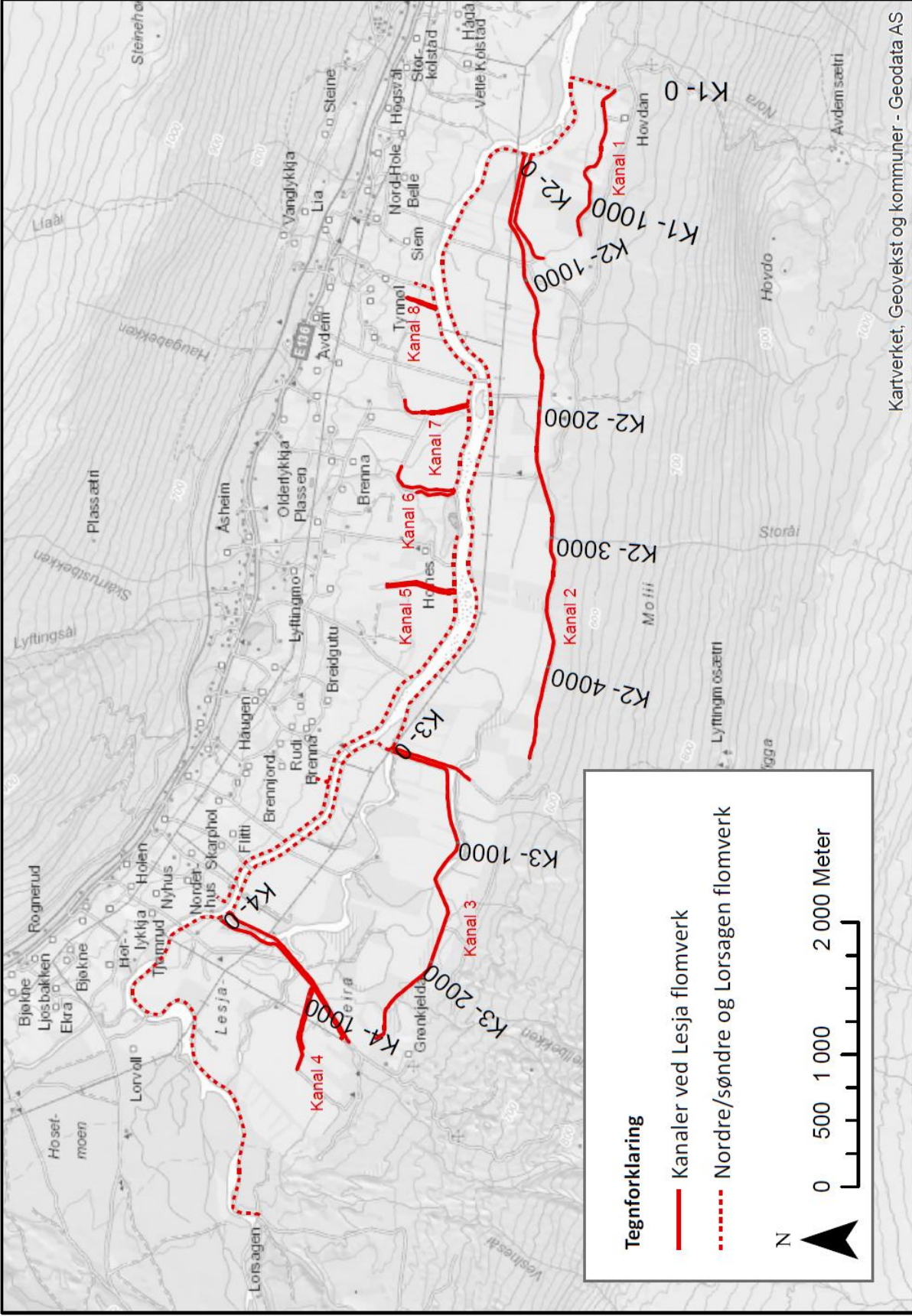
1.5 Konklusjon

Analysen viser at det typiske flomverket har en sikkerhetsfaktor på mer enn 1,0 i alle tilfeller og det typiske flomverket anses derfor å være tilstrekkelig stabilt gitt de antagelsene.

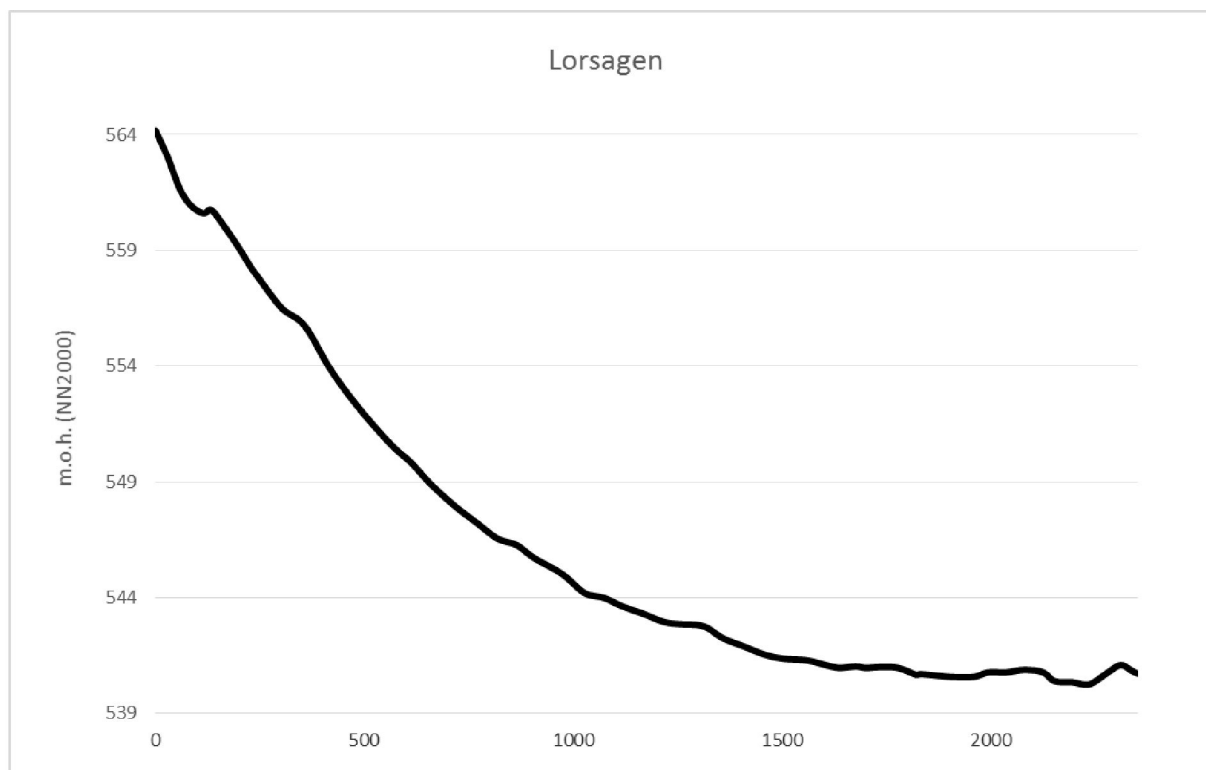
De 34 flomverkene har blitt vurdert mot denne analysen ved å sammenligne geometrien og materialene som brukes til å konstruere flomverket mot parameterne som brukes i denne analysen. Den overordnede geometrien er lettere å bekrefte enn materialparameterne ettersom alle flomverk er befart, mens materialparameterne og soneinndeling er basert på nøyaktigheten og kvaliteten på historisk informasjon fra blant annet arkivsøk.



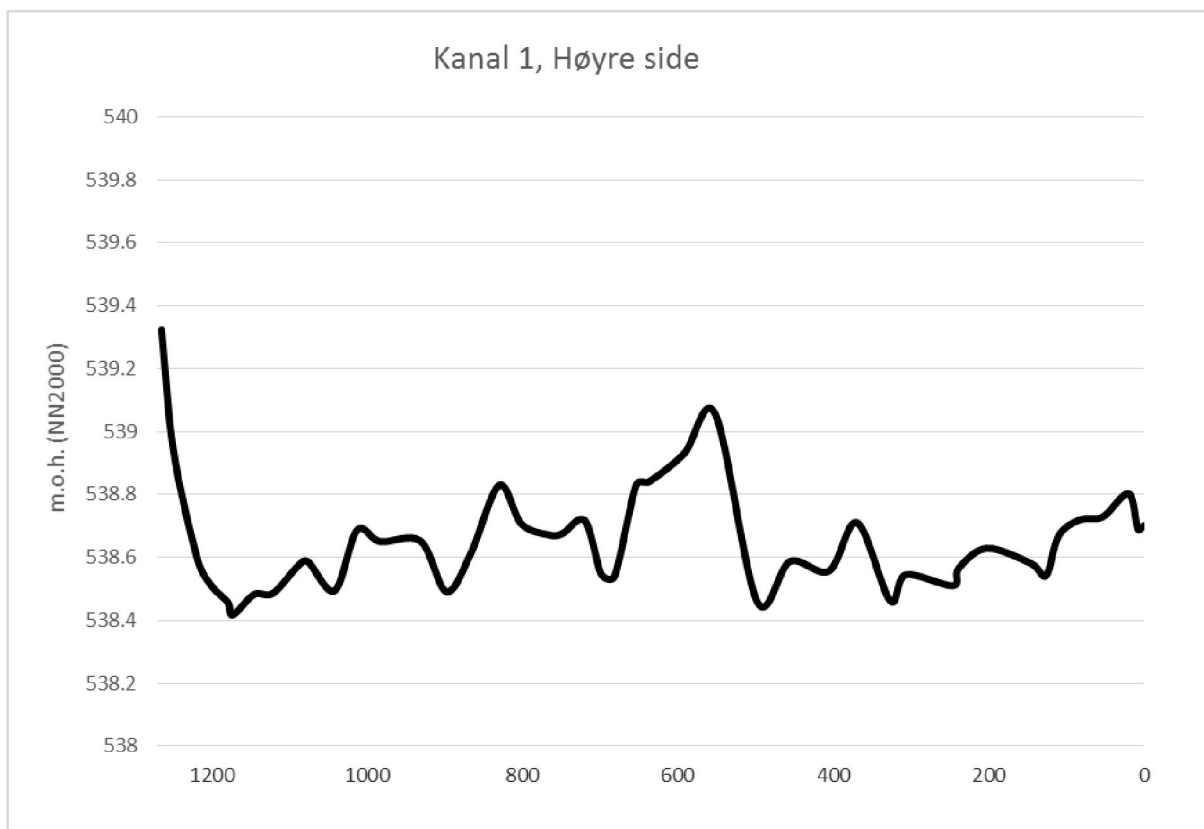




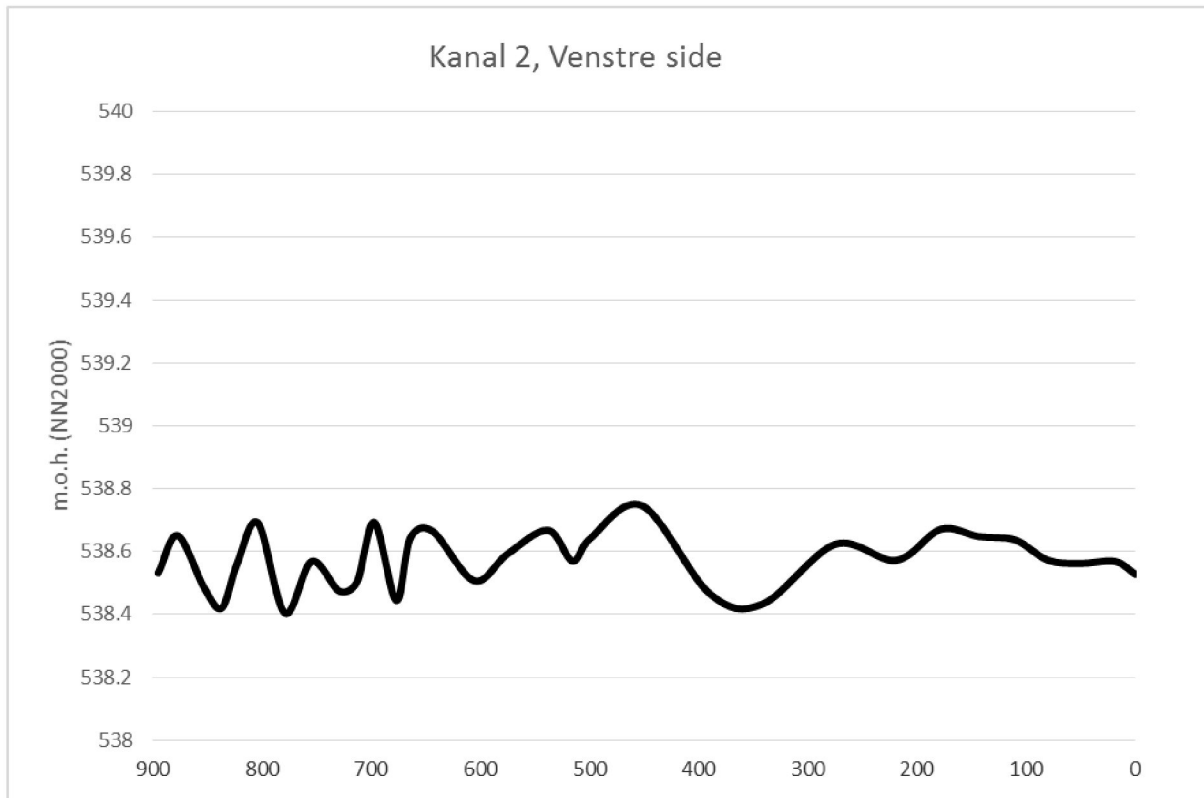
Vedlegg 3 – Innmålte høydeprofiler for Lora og sidekanaler



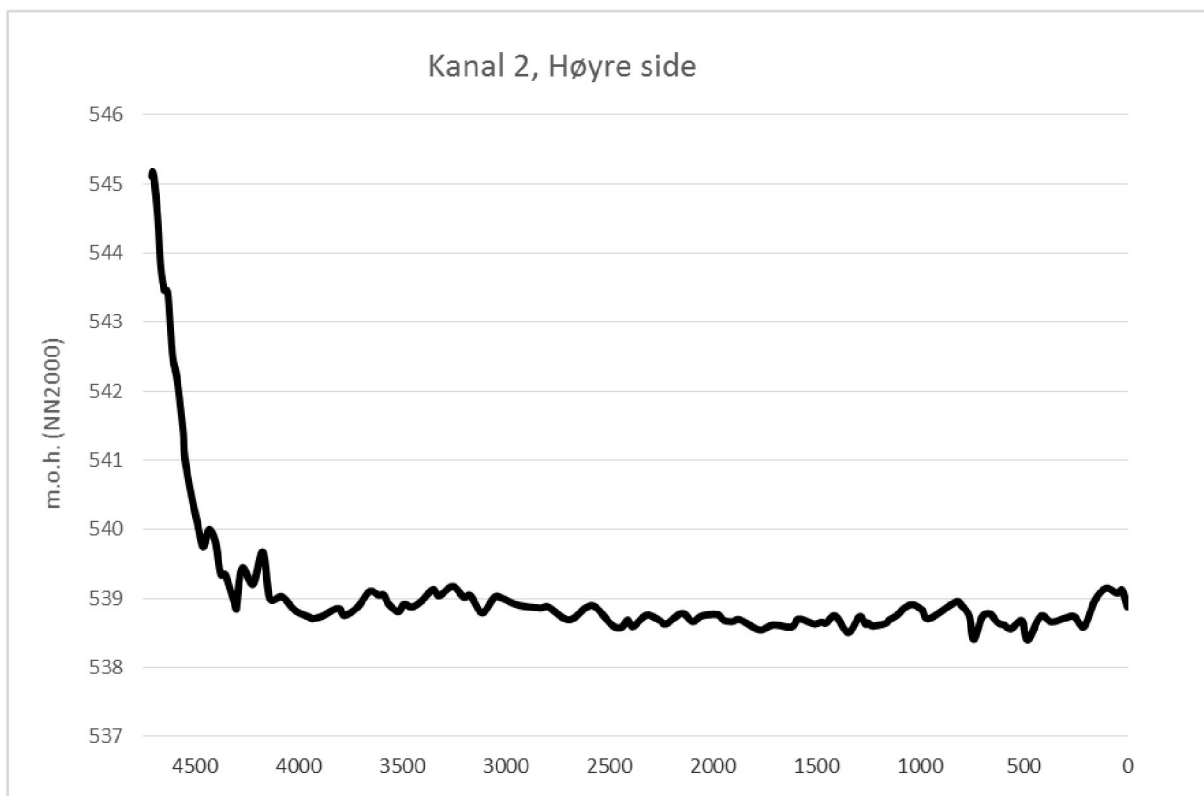
Figur 1: Innmålt lengdeprofil for Lorsagen flomverk. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i oppstrøms ende.



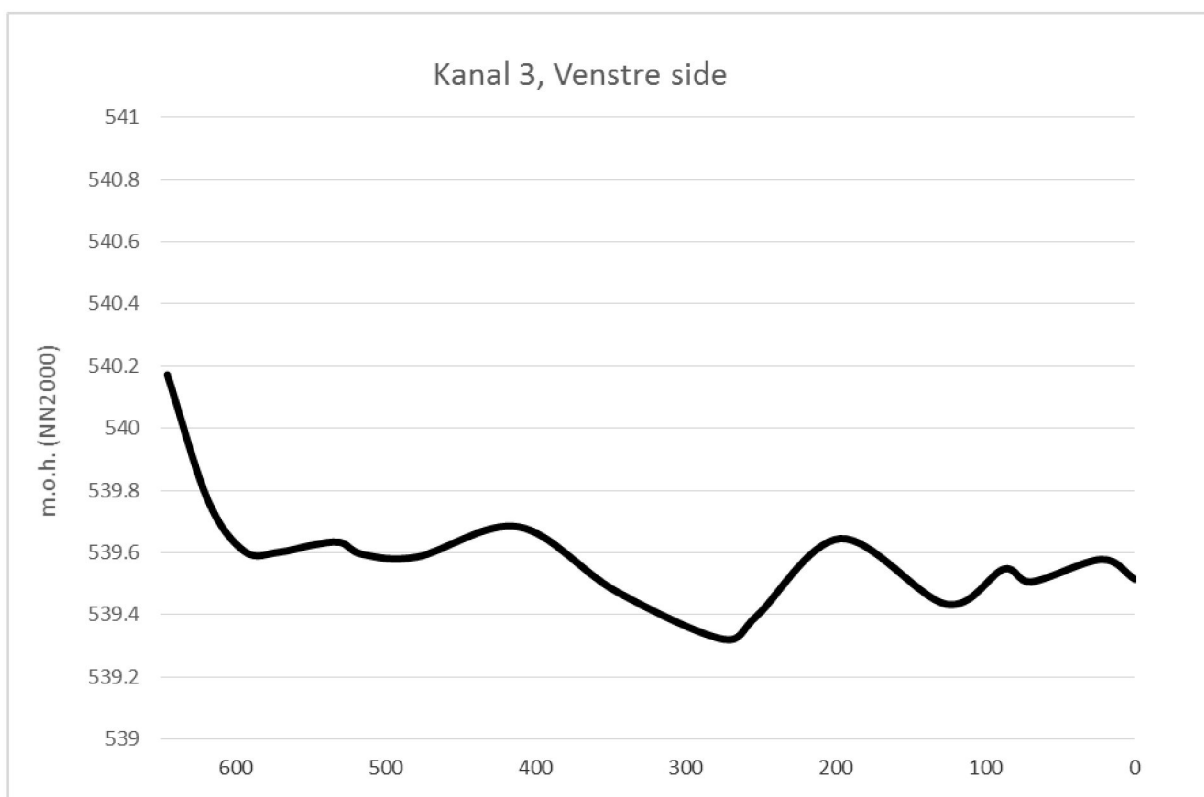
Figur 2: Innmålt lengdeprofil for Kanal 1, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



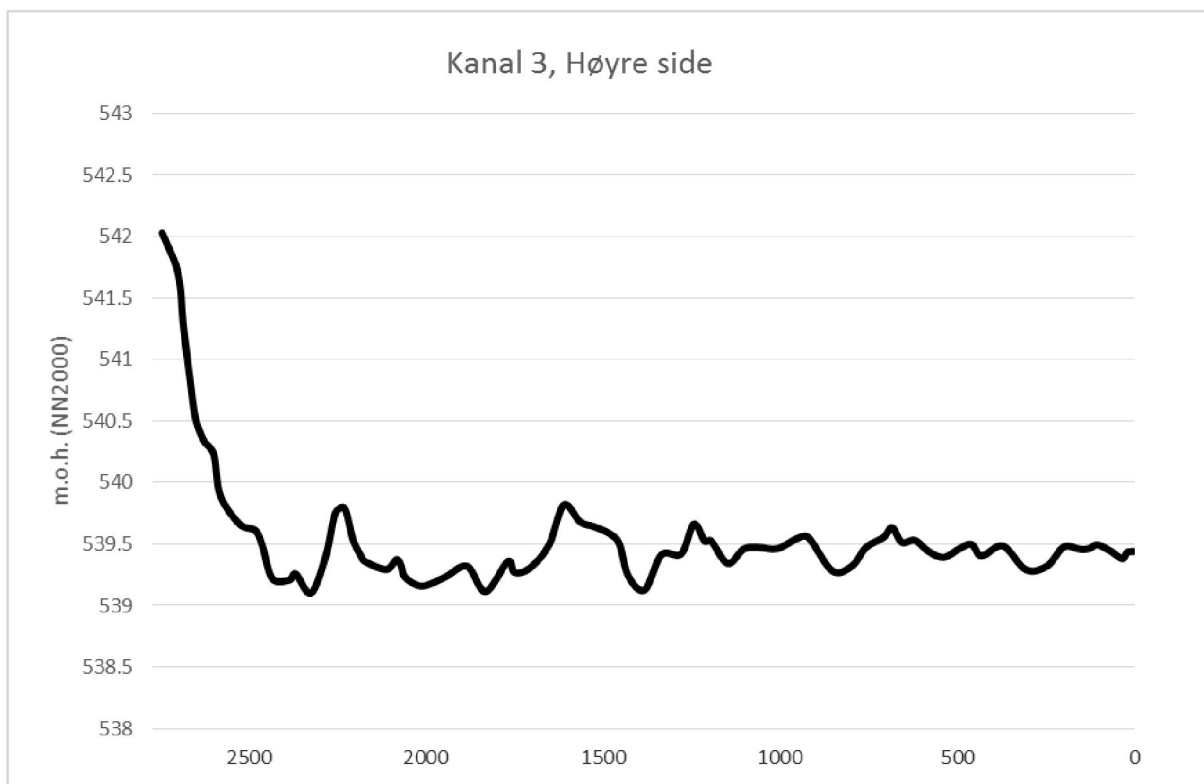
Figur 3: Innmålt lengdeprofil for Kanal 2, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



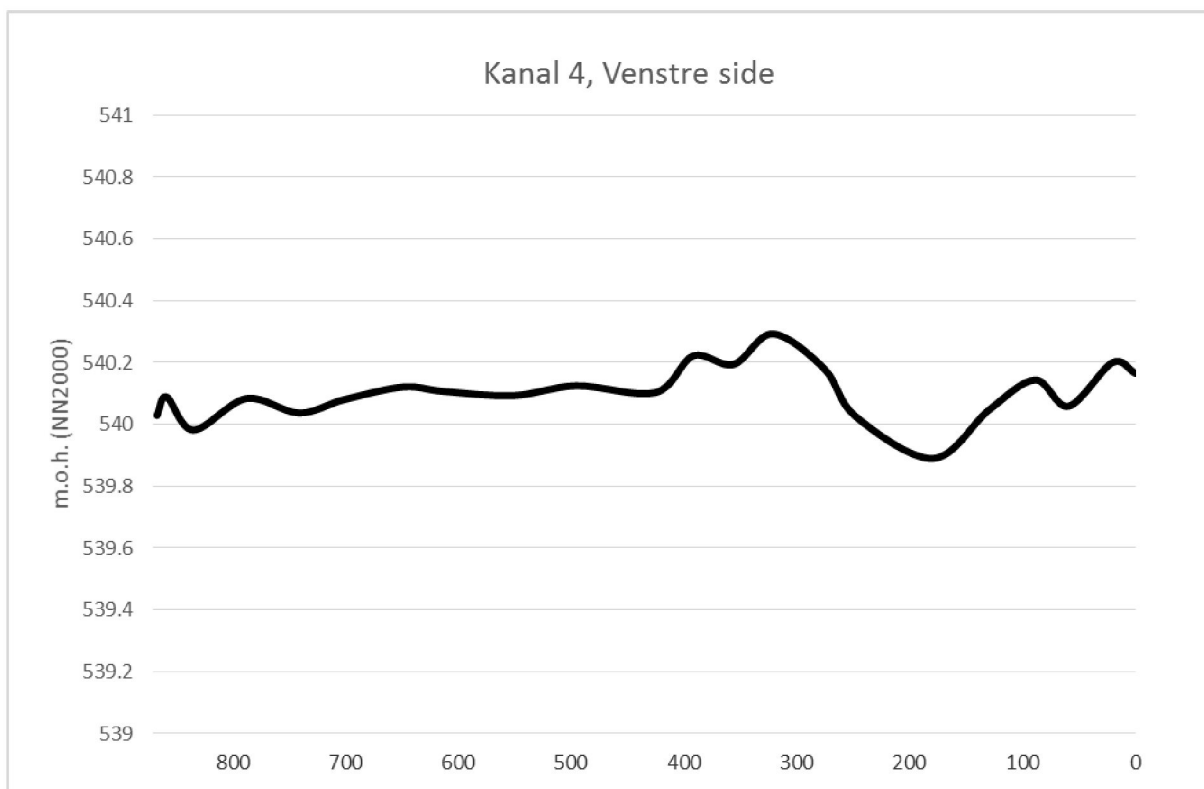
Figur 4: Innmålt lengdeprofil for Kanal 2, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



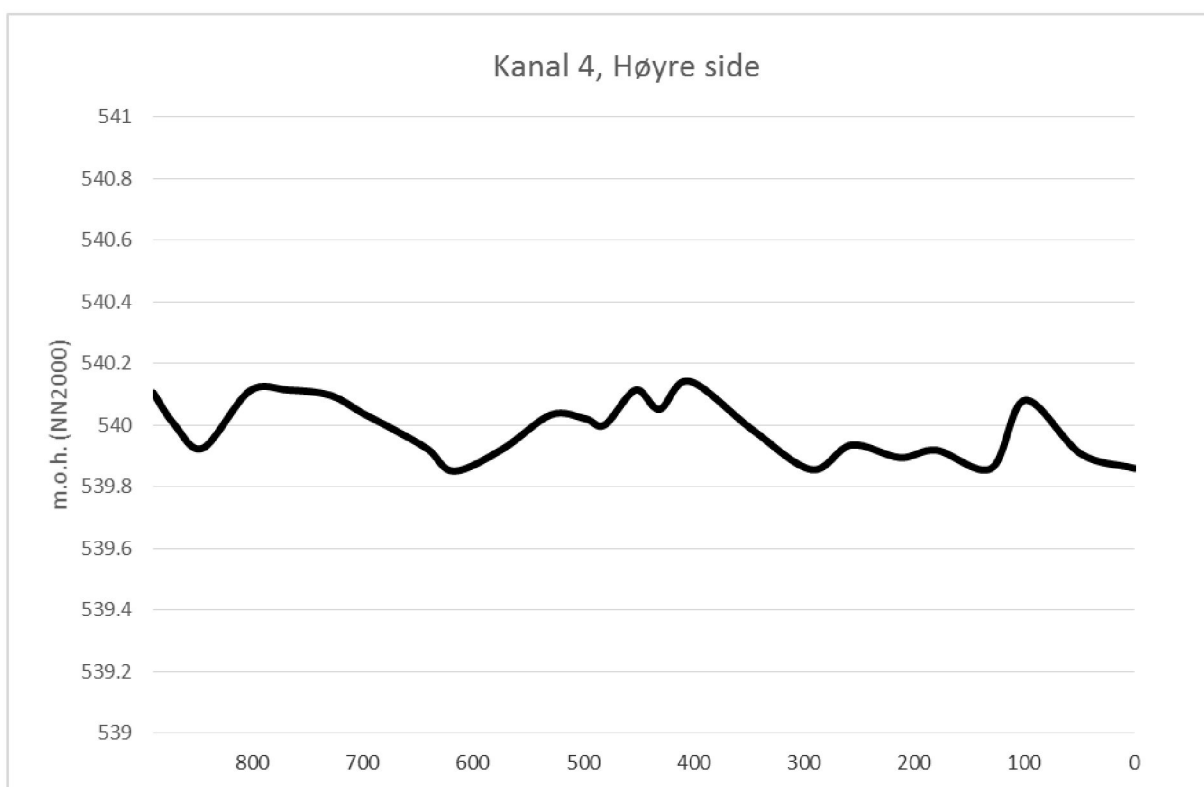
Figur 5: Innmålt lengdeprofil for Kanal 3, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



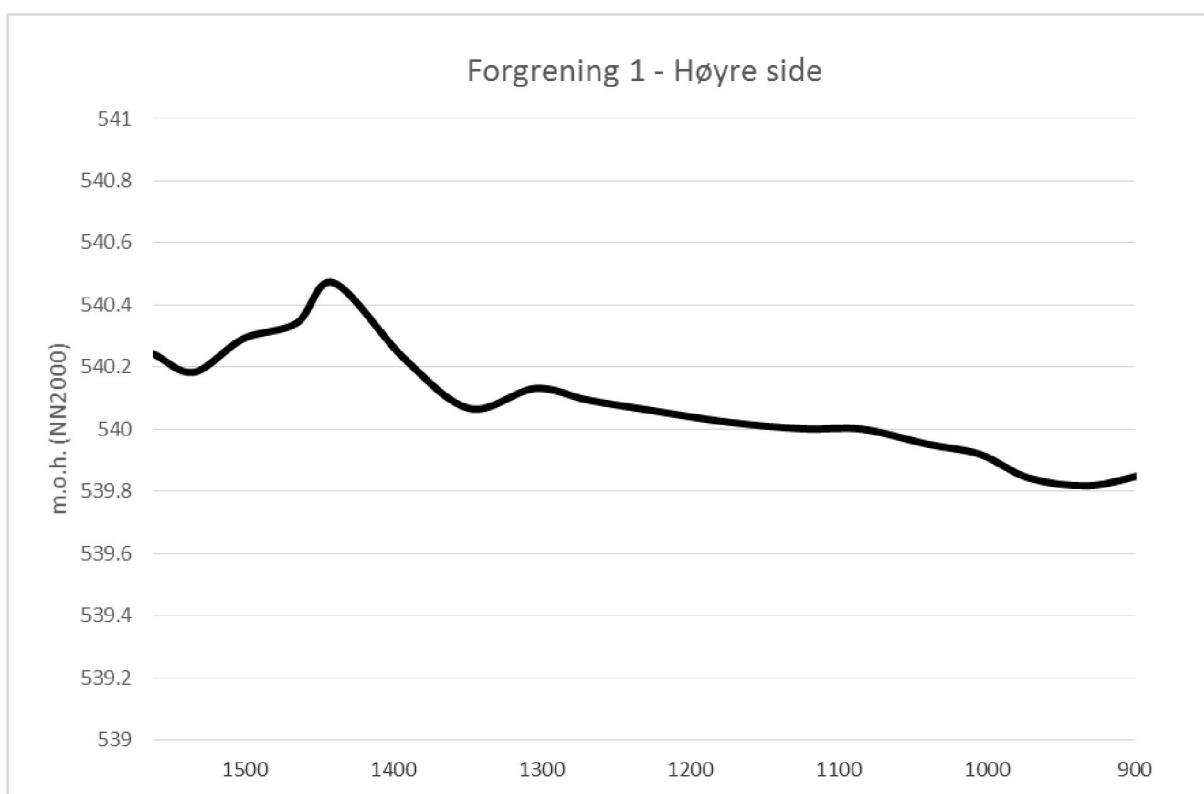
Figur 6: Innmålt lengdeprofil for Kanal 3, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



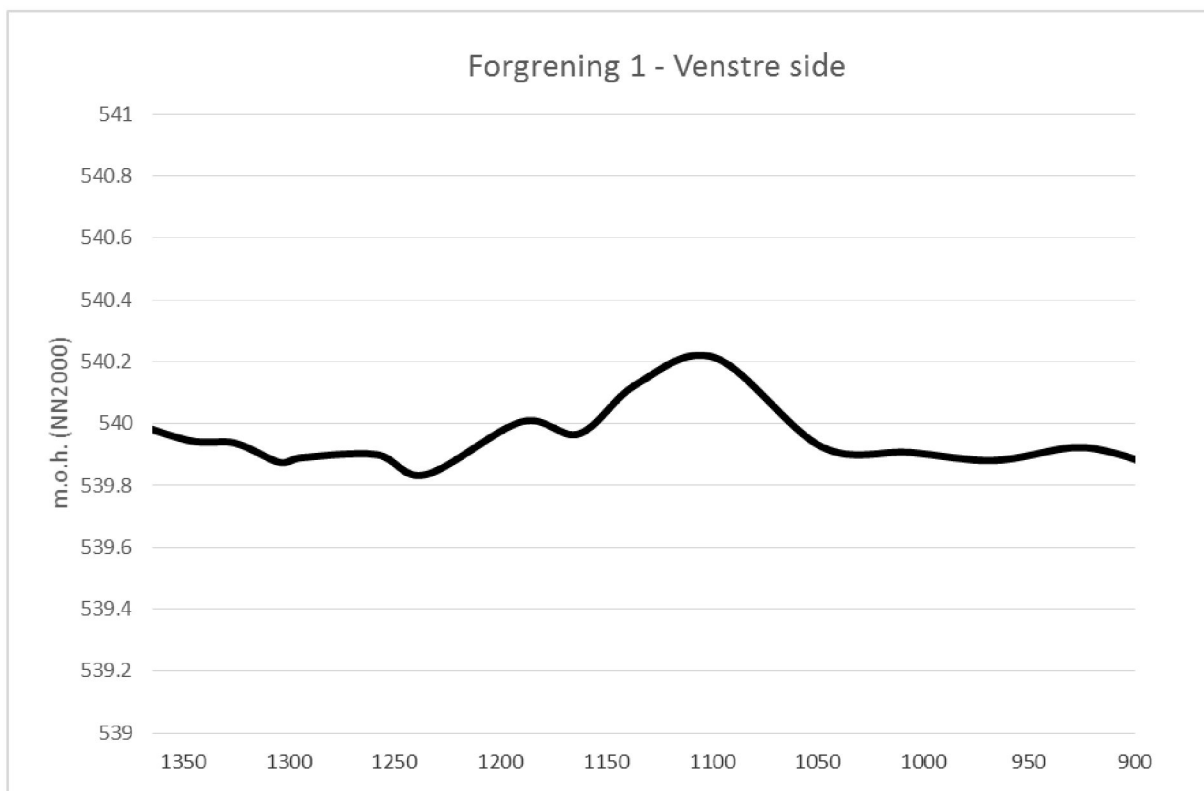
Figur 7: Innmålt lengdeprofil for Kanal 4, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



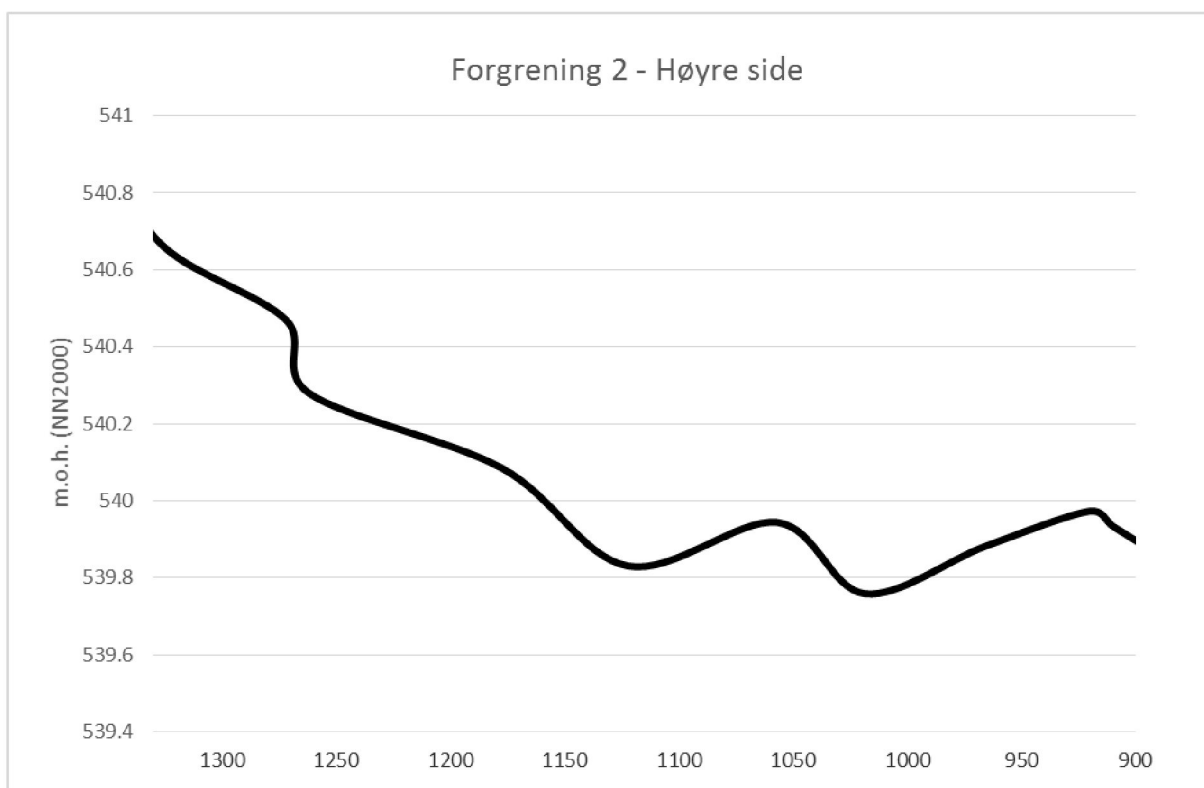
Figur 8: Innmålt lengdeprofil for Kanal 4, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



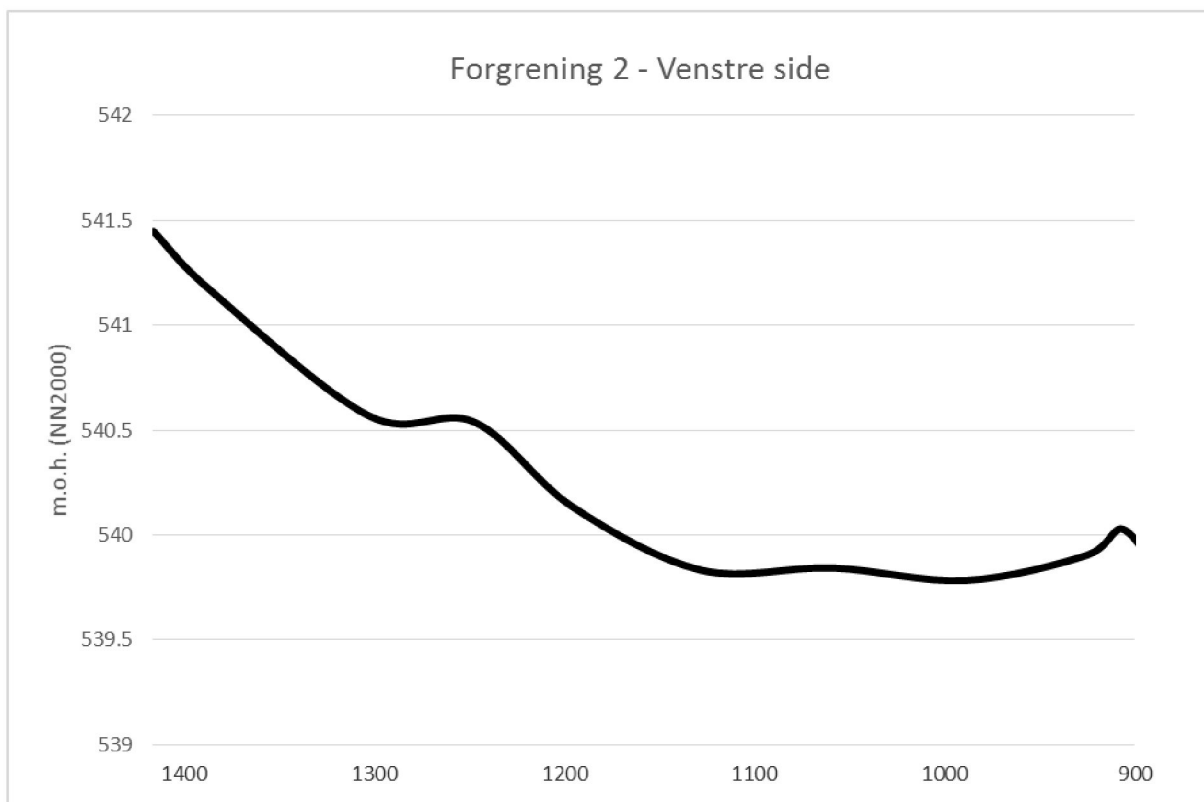
Figur 9: Innmålt lengdeprofil for forgrening 1 (mot vest) i Kanal 4, høyre side sett fra sammenløpet i kanalen. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av forgreningen, dvs. at pel nr. 900 befinner seg i nedstrøms ende ved samløpet i kanal 4.



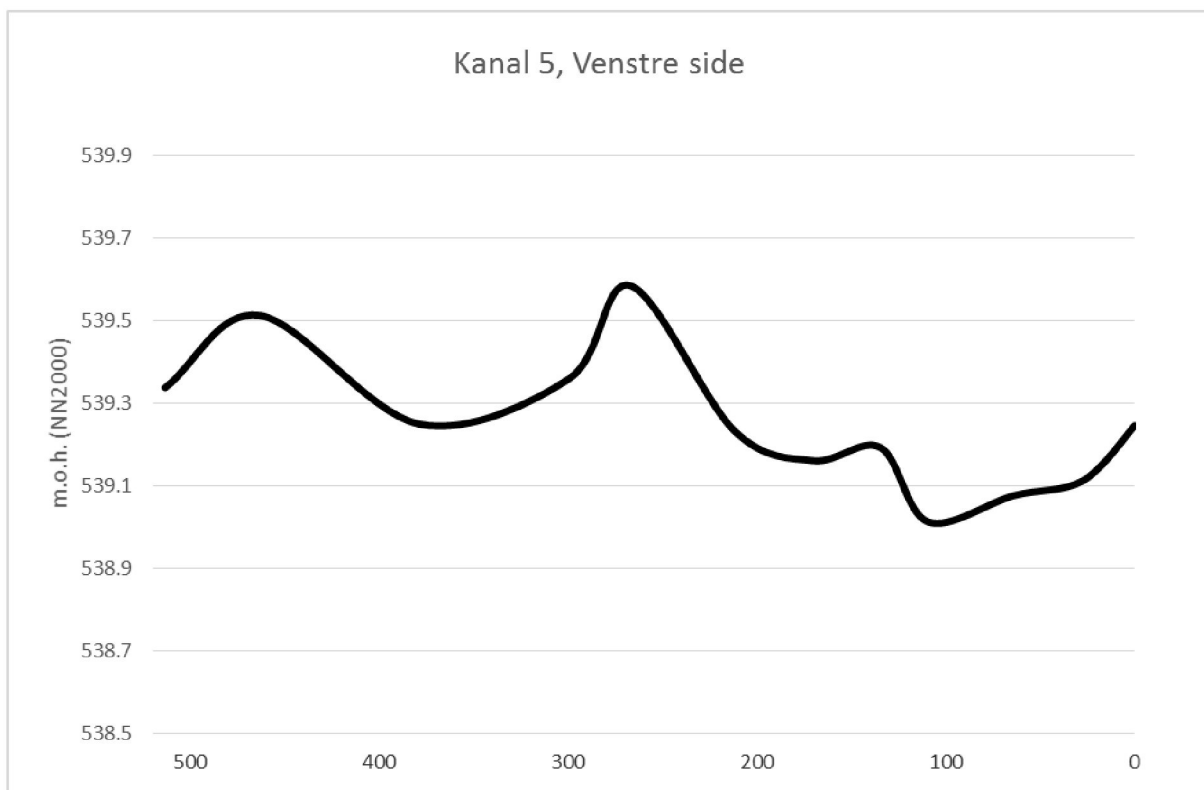
Figur 10: Innmålt lengdeprofil for forgrening 1 (mot vest) i Kanal 4, venstre side sett fra sammenløpet i kanalen. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av forgreningen, dvs. at pel nr. 900 befinner seg i nedstrøms ende ved samløpet i kanal 4.



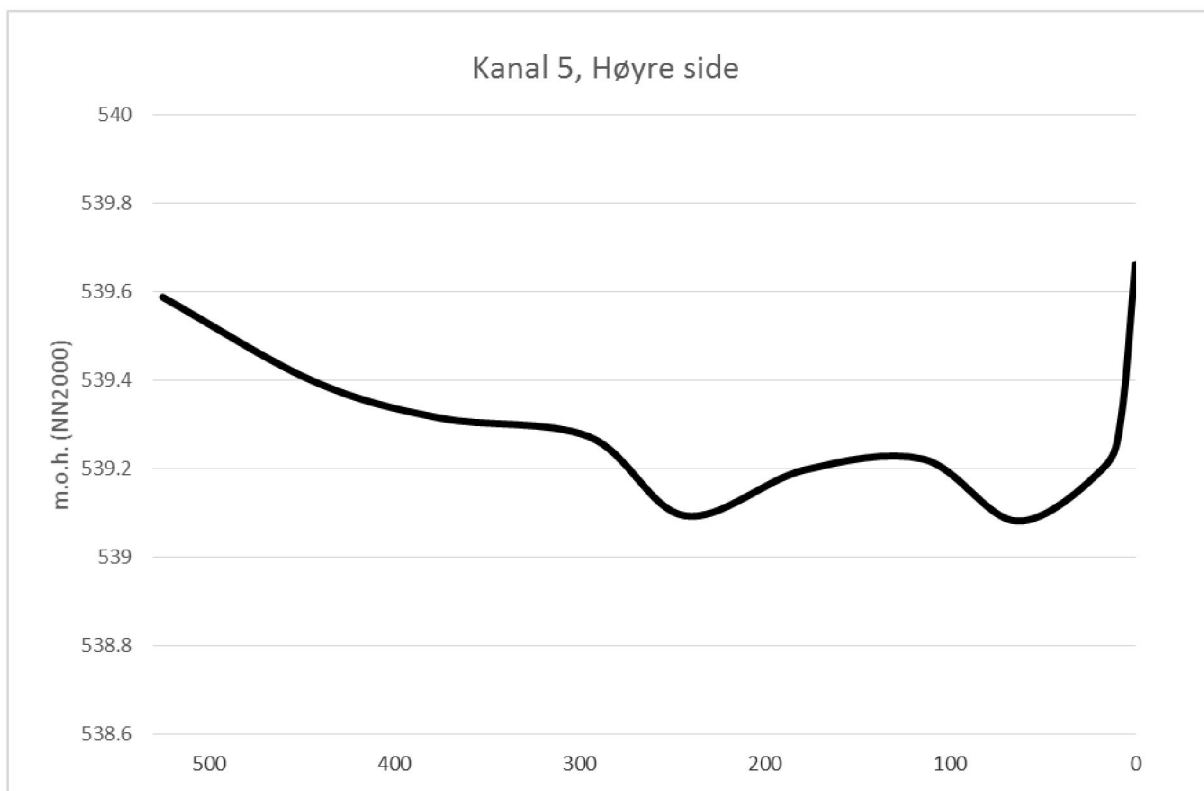
Figur 11: Innmålt lengdeprofil for forgrening 2 (mot sør) i Kanal 4, høyre side sett fra sammenløpet i kanalen. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av forgreningen, dvs. at pel nr. 900 befinner seg i nedstrøms ende ved samløpet i kanal 4.



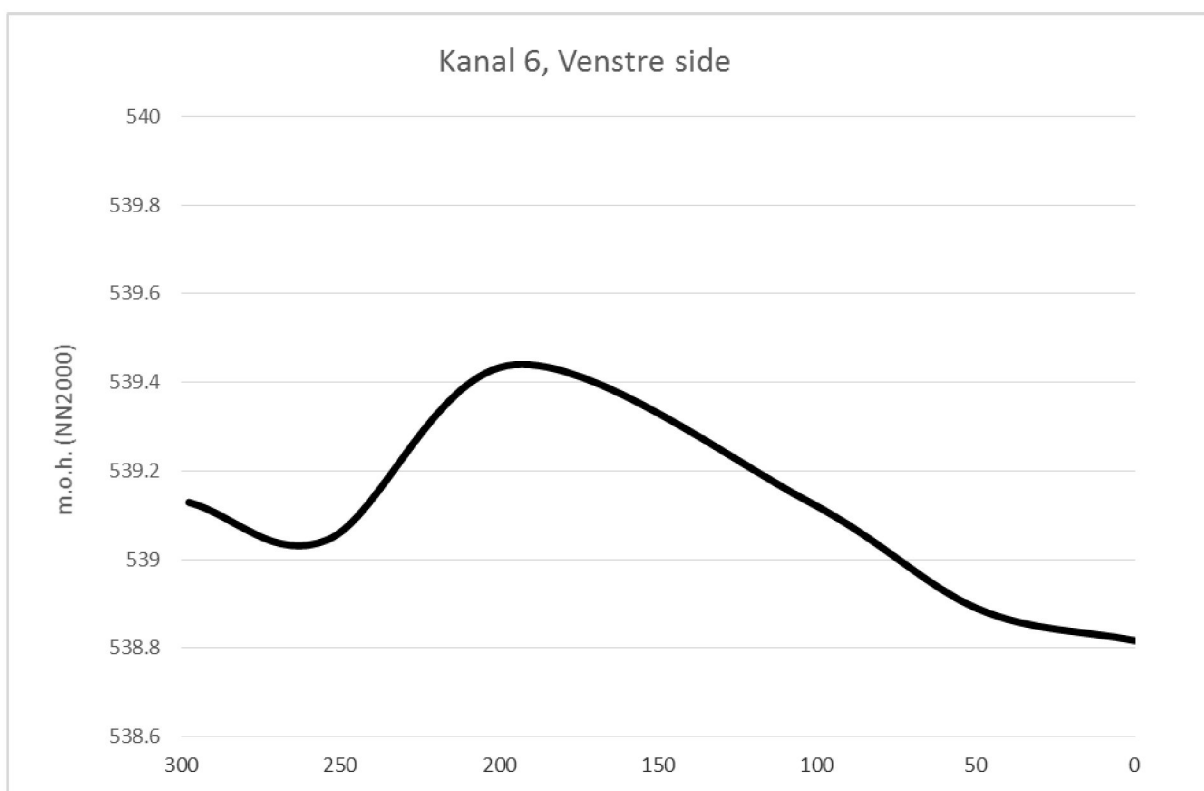
Figur 12: Innmålt lengdeprofil for forgrening 2 (mot sør) i Kanal 4, venstre side sett fra sammenløpet i kanalen. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av forgreningen, dvs. at pel nr. 900 befinner seg i nedstrøms ende ved samløpet i kanal 4.



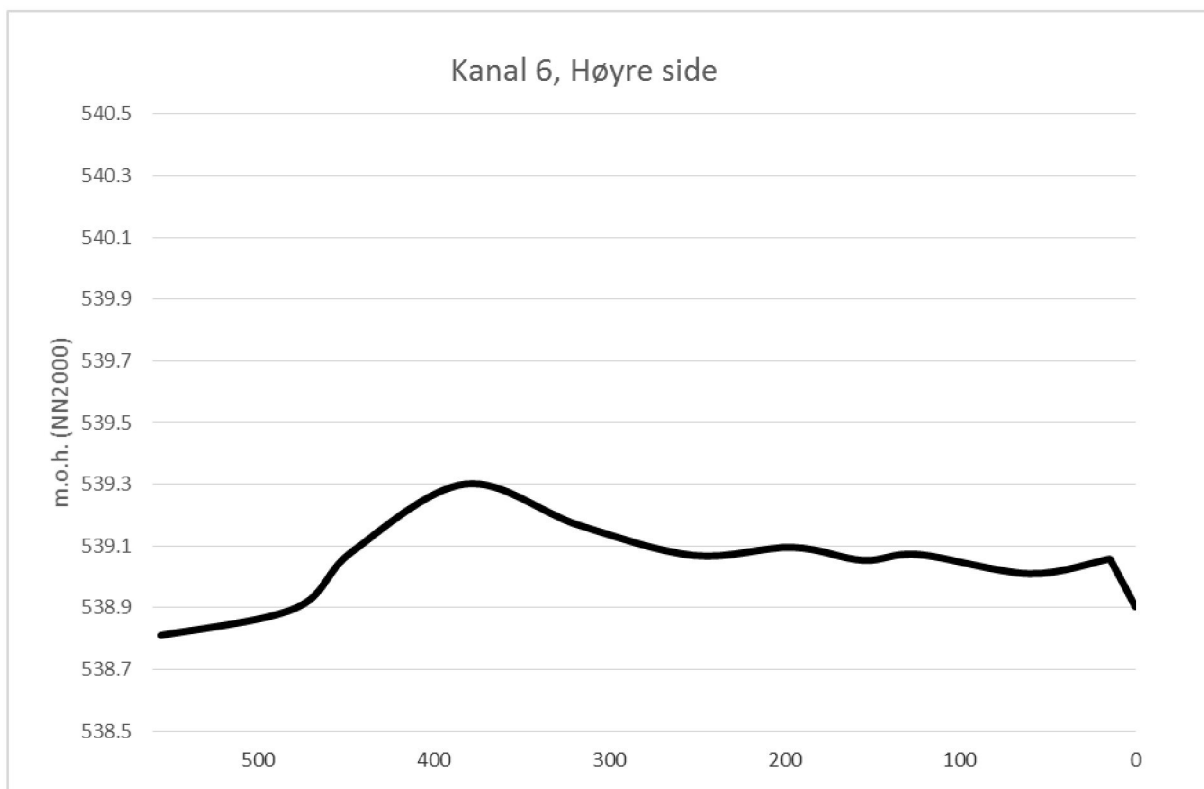
Figur 13: Innmålt lengdeprofil for Kanal 5, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



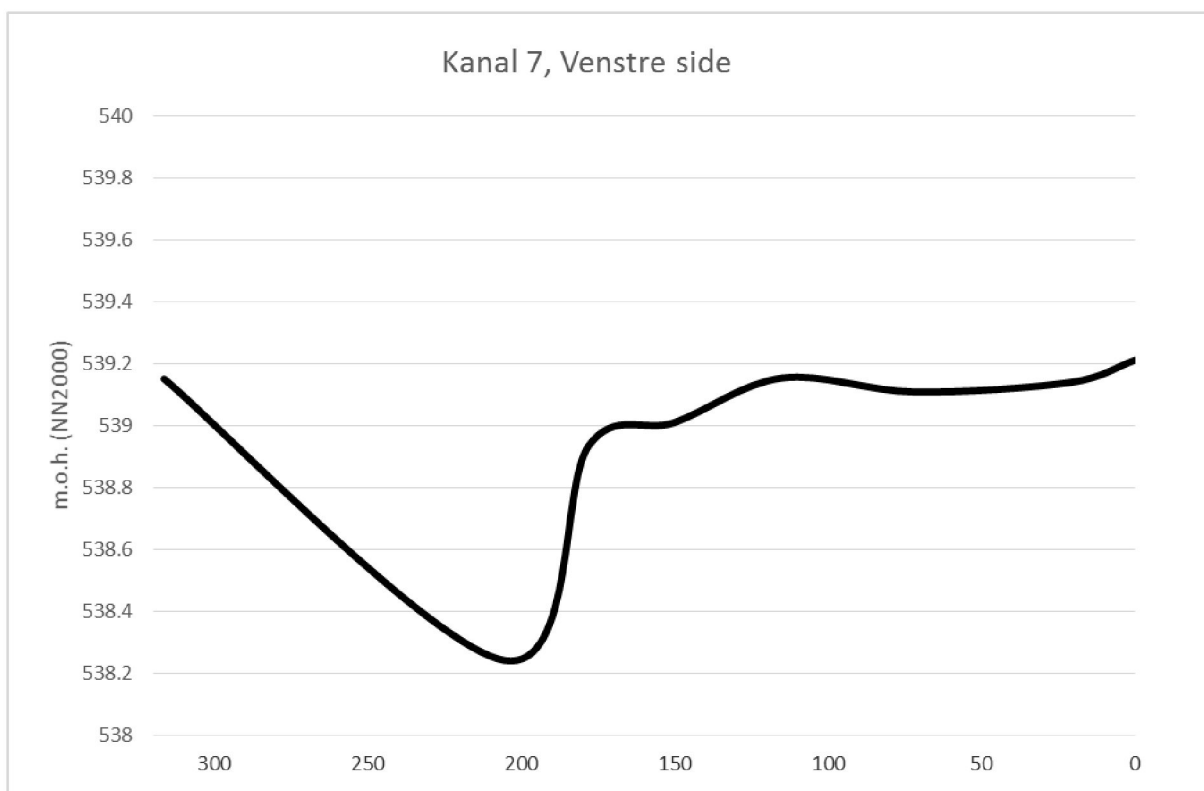
Figur 14: Innmålt lengdeprofil for Kanal 5, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



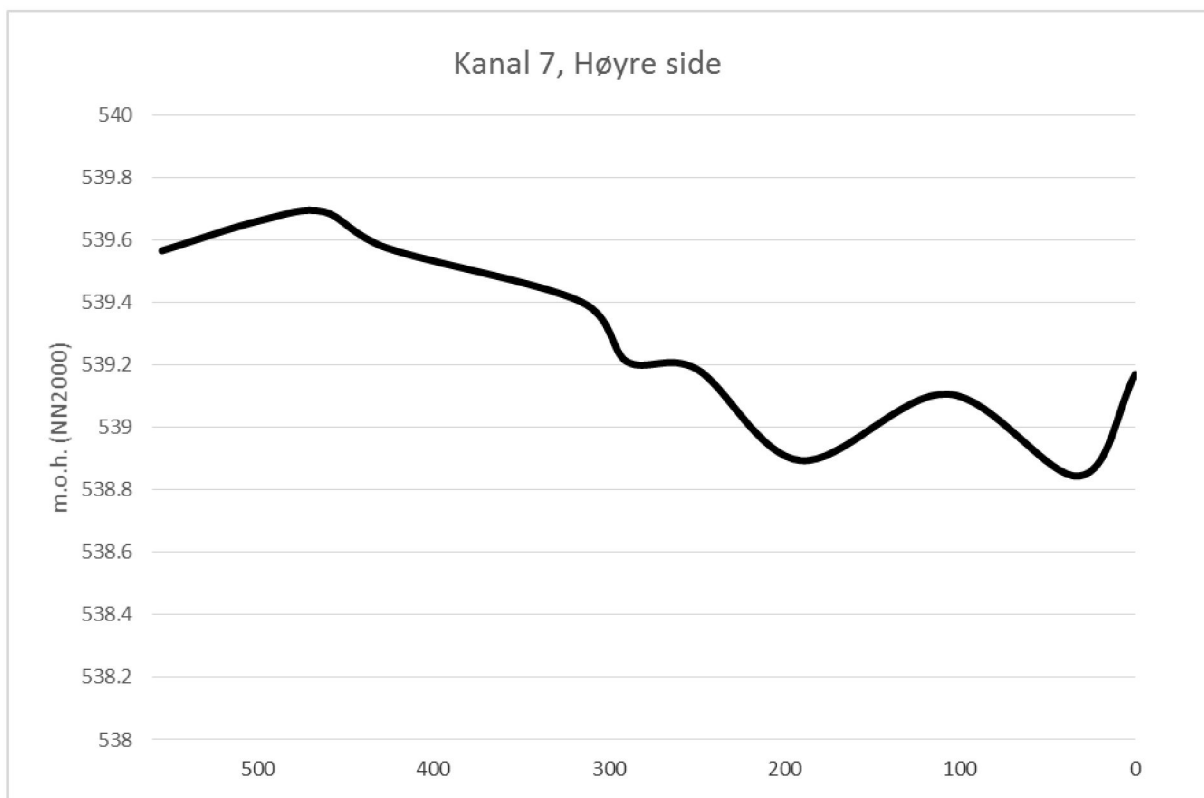
Figur 15: Innmålt lengdeprofil for Kanal 6, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



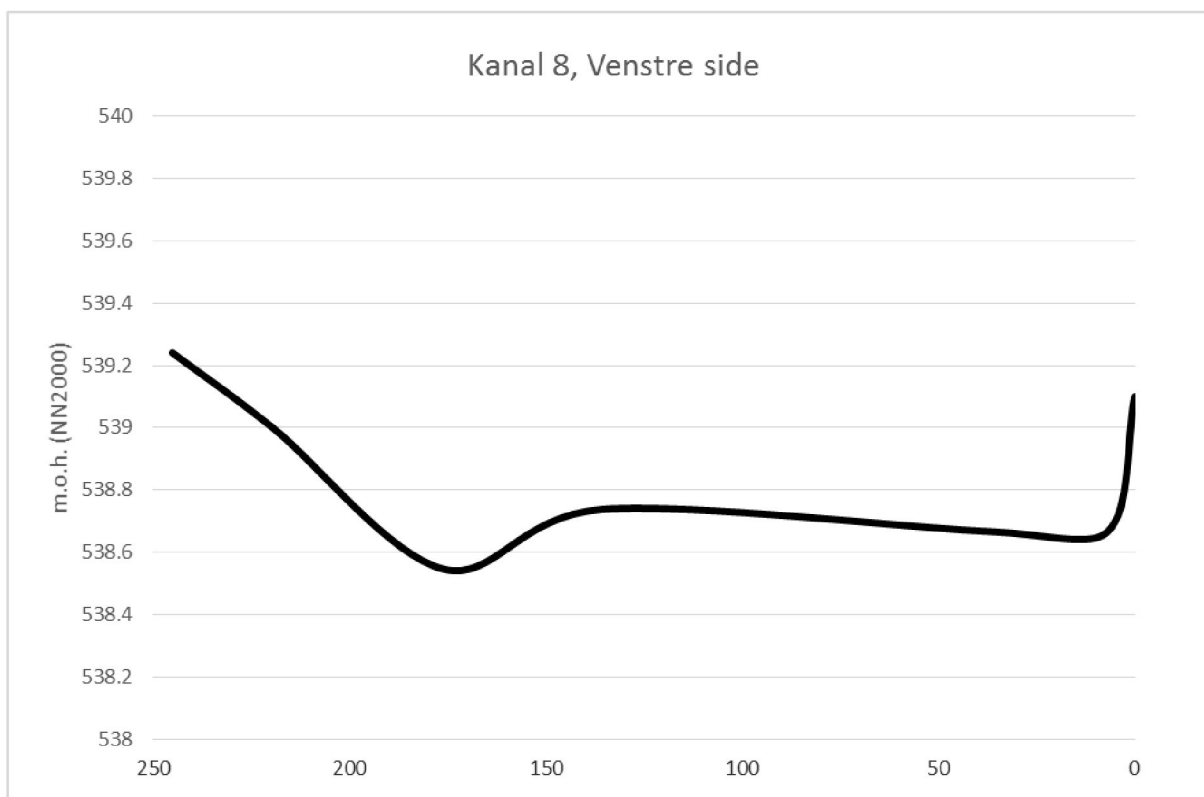
Figur 16: Innmålt lengdeprofil for Kanal 6, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



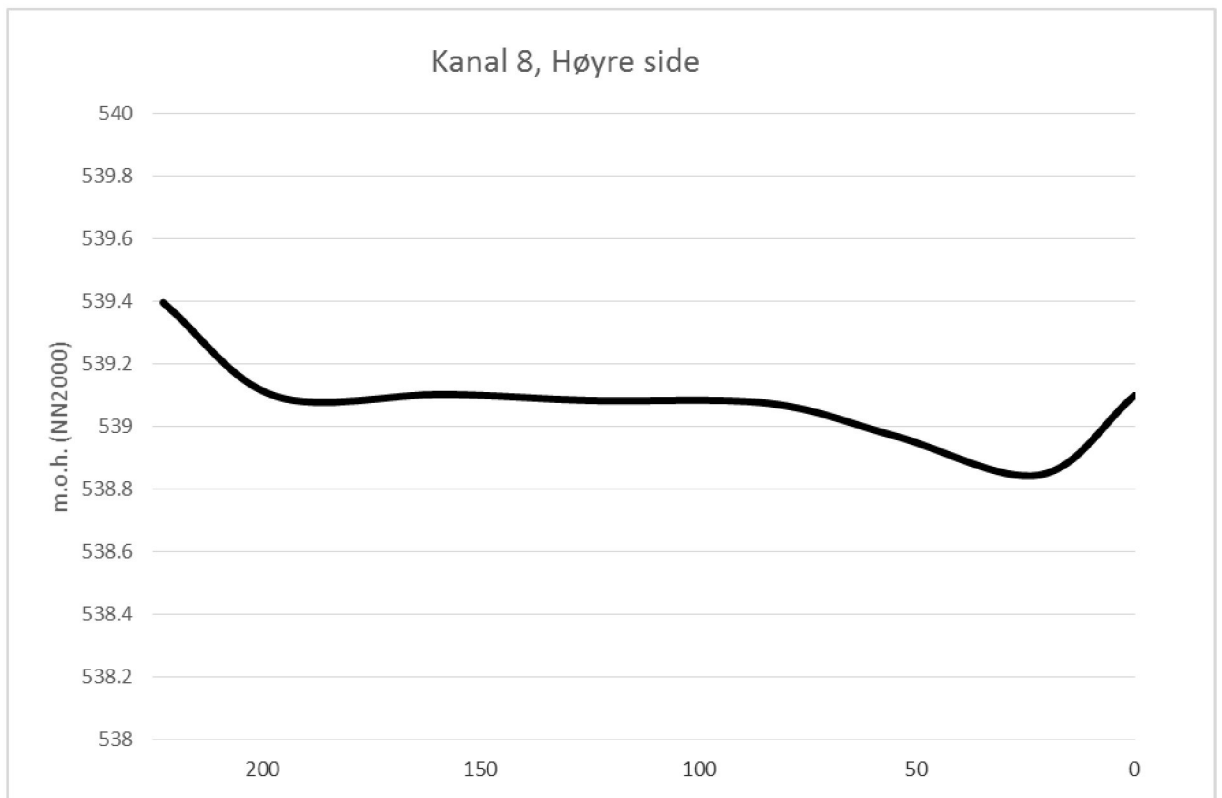
Figur 17: Innmålt lengdeprofil for Kanal 7, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



Figur 18: Innmålt lengdeprofil for Kanal 7, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



Figur 19: Innmålt lengdeprofil for Kanal 8, venstre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



Figur 20: Innmålt lengdeprofil for Kanal 8, høyre side sett fra hovedverket. Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av kanalen, dvs. at pel nr. 0 befinner seg i nedstrøms ende, ved hovedverket.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 509 I MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no