

Nr 24/2019

Tronsmoen flomverk (VV 7100) og Tronsmoen pumpestasjon (VV 7100), Alvdal 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 24-2019

Tronsmoen flomverk (VV 7100) og Tronsmoen pumpestasjon (VV 7100), Alvdal 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: 978-82-410-1858-9

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 Tronsmoen flomverk og pumpestasjon i Alvdal kommune. Flomverket er ca. 2,8 km langt. Det sikrer et område på ca. 0,7 km², med 13 bygg og drøyt 500 daa dyrket jord. Det er registrert undergraving og skadet erosjonssikring enkelte steder langs verket. Stabiliteten av ansees som tilfredsstillende.

Emneord: Flomverk, Alvdal 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

Tronsmoen flomverk (VV 7100) og Tronsmoen pumpestasjon (VV 7100), Alvdal kommune

Status og vurdering av behov for oppgradering

OPPDRAKSGIVER

NVE

EMNE

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

Tiltaksnummer 7100

DATO / REVISJON: 7. jan. 2019/ 01

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-036



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-036
EMNE	Tronsmoen 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 Tronsmoen flomverk og Tronsmoen pumpestasjon i Alvdal kommune.

Flomverket er ca. 2,8 km langt og sikrer et område på ca. 0,7 km² og 13 bygg.

Det er registrert undergraving og skadet erosjonssikring enkelte steder langs verket. Stabiliteten av verket ansees som tilfredsstillende.

01	07.01.2019	Revidert rapport etter tilbakemeldinger fra NVE	AGB/TCW/JMA/BER/RA	TCW/JMA/AGB	RW
00	31.10.2018	Rapport	AGB/TCW/JMA/BER/RA	TCW/JMA/AGB	RW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	5
1 Bakgrunn for prosjektet	6
2 Faktadel	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Tronsmoen flomverk	7
2.2 Teknisk oppbygning	8
2.3 Større skader, rehabiliteringer og oppgraderinger	8
2.4 Hva sikres av flomverket?	9
2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå	10
2.4.2 Konsekvenser av flom for bygninger og arealer i sikringsområdet	10
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	12
2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner	12
3 Feltregistreringer	13
3.1 Flomverk	13
3.2 Pumpestasjon	18
4 Vurderinger	19
4.1 Tilsyn og beredskap	19
4.2 Teknisk tilstand	19
4.3 Anbefalt sikkerhetsnivå	20
4.4 Behov for vedlikehold og rehabilitering	20
4.4.1 Flomverk	20
4.4.2 Pumpestasjon	20
4.5 Plassering av nødoverløp	21
5 Kostnadsoverslag	23
5.1 Kostnadsoverslag for rehabilitering av flomverket (eksisterende sikkerhetsnivå)	23
5.2 Kostnadsoverslag for oppgradering av pumpestasjon til anbefalt sikkerhetsnivå	23
6 Referanser	24

Vedlegg 1 - Stabilitetsanalyse

Vedlegg 2 – Kart over flomverk med pel nummer

Vedlegg 3 - Xylem tilstandsrapport VV 7100 Tronsmoen

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 trafikklast, vanntrykk e.l.
Undergraving	Erosjon som undergraver overliggende fylling, erosjonssikring e.l.
Utglidning	Her: Utglidning av løsmasser (deler av flomvollen).
Vedlikehold	Her: Regelmessig foretak 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.

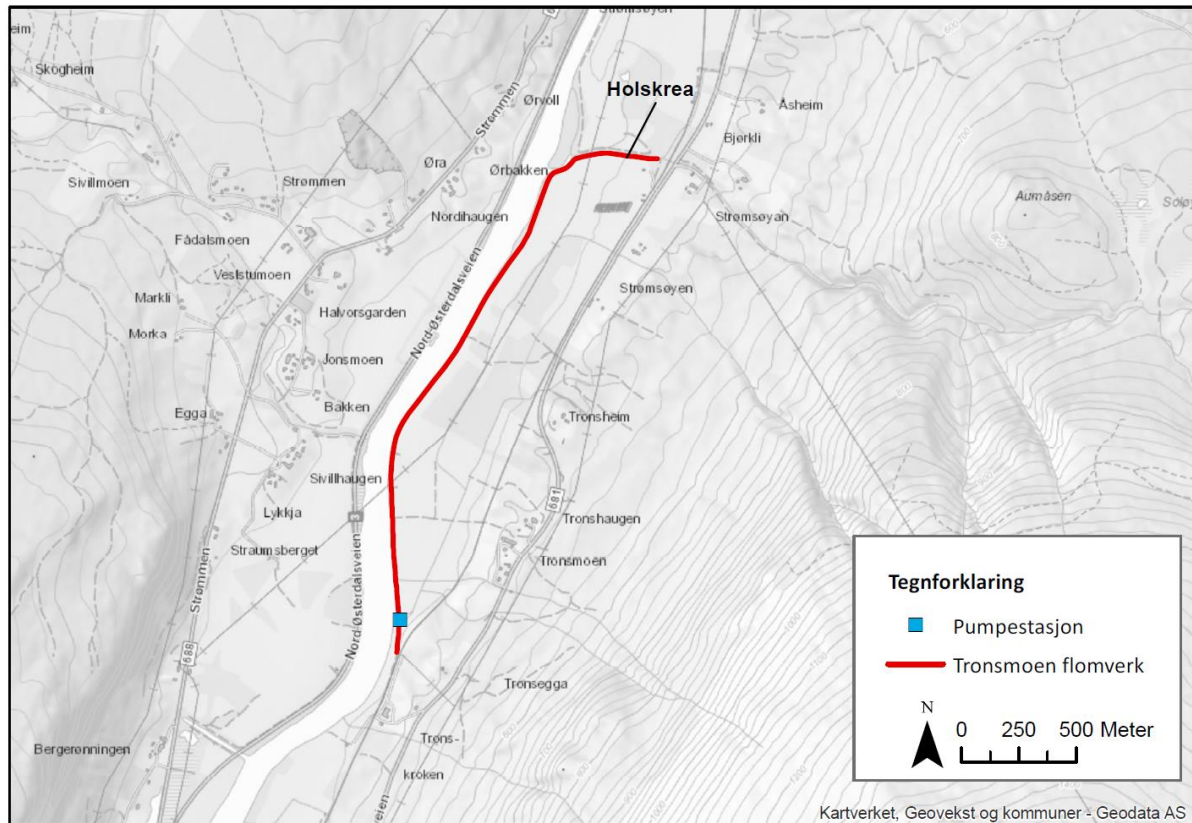
2 Faktadel

2.1 Nøkkelinformasjon om Tronsmoen flomverk

Tronsmoen flomverk (VV 7100) ligger ca. 10 km nord for Alvdal sentrum, i Alvdal kommune.

Flomverket begynner ved utløpet av bekken Holskrea og følger denne ca. 400 m ned til samtløp med Glomma. Videre strekker det seg ca. 2,4 km langs Glommas venstre side, slik at verkets totale lengde blir ca. 2,8 km. Det er en pumpestasjon med 3 pumper tilknyttet anlegget i nedstrøms ende.

Flomverket ble bygget som en jordbruksikring.



Figur 1: Oversiktskart (basert på profilmålinger)

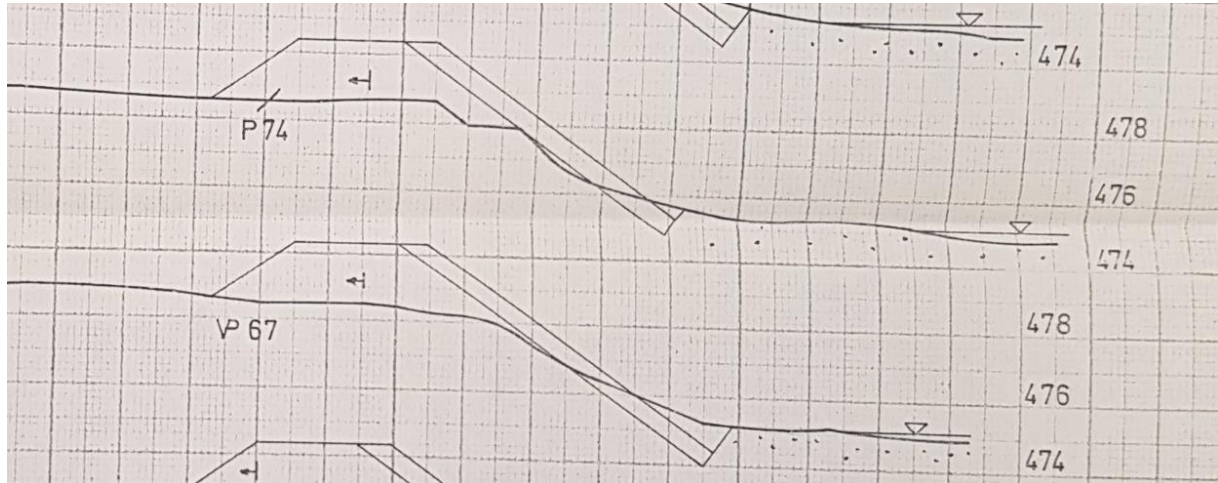
NVE planla flomverk med tilhørende pumpestasjon på strekningen første gang i 1977. Arbeidene startet opp i 1978 og mesteparten av arbeidet knyttet til anlegget ble utført i 1981. Det ble senere utarbeidet reviderte og nye planer for flomverket i 1981, 1987 og 1990. Verket mot Glomma ble ferdigstilt i 2000. I opprinnelig plan (1977) inngikk et tosidig flomverk langs Holskrea. Flomsikring langs Holskrea ovenfor Fv. 681 har senere inngått som en del av andre tiltaksplaner og ble omfattende oppgradert i 2013.

Pumpestasjonen er plassert i nedstrøms ende av flomverket. Pumpene i pumpestasjonen har hatt en lang historikk med driftsproblemer og pumpene ble reparert, overhaldt og ombygd flere ganger før pumpestasjonen ble fullstendig ombygd i 1991.

Nedstrøms Tronsmoen flomverk, ved Tronskroken- Nordeng, ble elveskråningen erosjonssikret over et strekk på ca. 70 m i henhold til plan fra 1977.

2.2 Teknisk oppbygning

Flomverket ble bygget med 30 cm fribord mot 1934 flommen. Kronebredden ble planlagt til 4,0 m og skråningshelninger på 1:1,5 på luft- og vannsiden. Flomverket ble ikke planlagt med tetningskjerne fordi man antok at støttefyllingen i flomverket ville bli tilstrekkelig tett. Flomverket ble plastret med sprengstein på vannsiden med 4 m³ per lengdemeter.



Figur 2: Tverrprofiler av planlagt flomverk ved Tronsmoen (Tegning fra NVEs arkiv, datert aug. 1976)

På strekningen Tronskroken – Noreng ble det kun planlagt erosjonssikring.

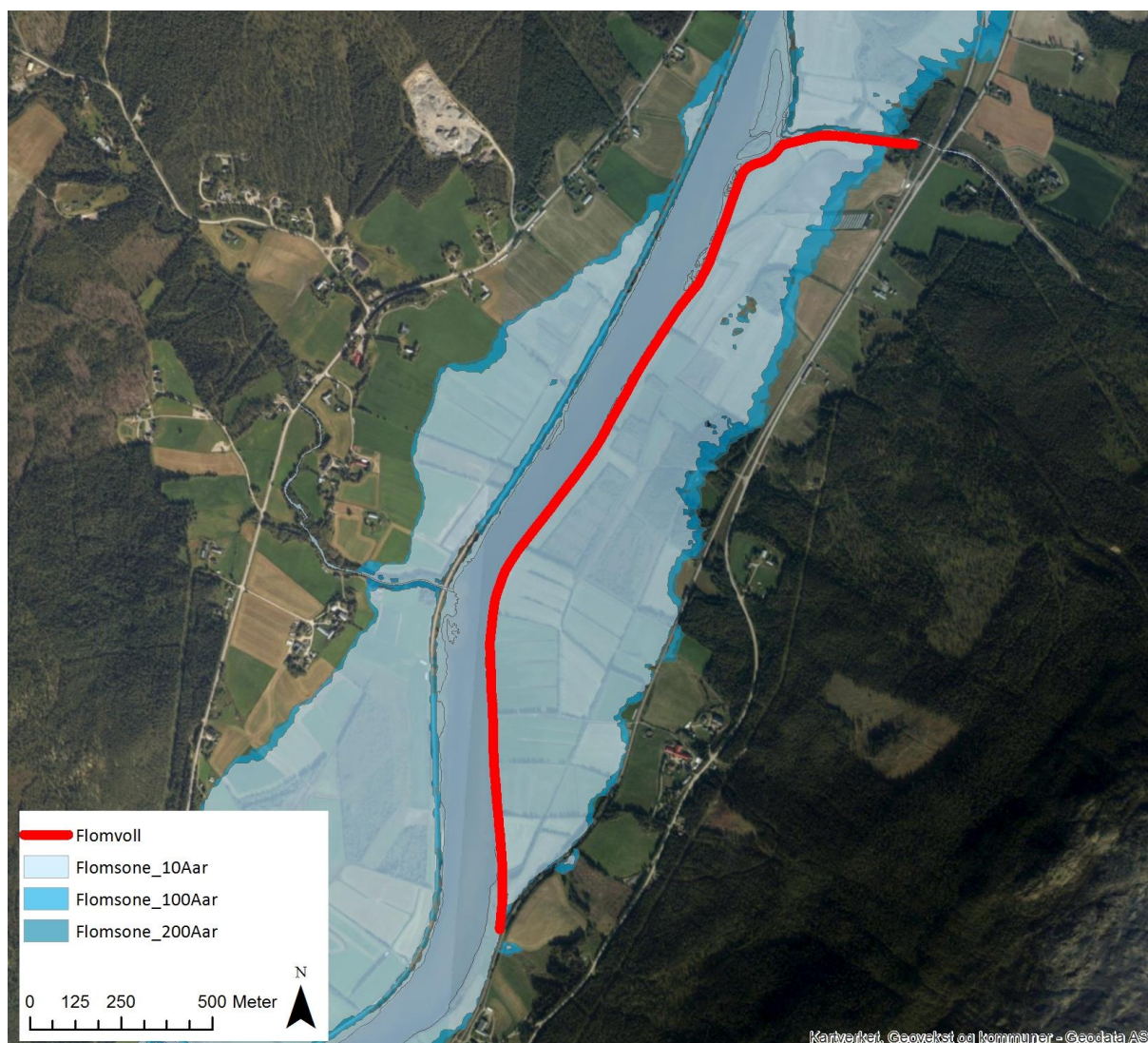
2.3 Større skader, rehabiliteringer og oppgraderinger

Tronsmoen flomverkslag opplyser under befaring (18.06.2018) at flomverket ble overtoppet ved Holskrea under flommen i 1995. Skadene ble senere utbedret, men det er ikke funnet dokumentasjon på dette i NVEs arkiv. Det er ikke kjennskap til at flomverket har blitt overtoppet i etterkant av 1995-hendelsen.

Verket har ved flere anledninger blitt skadet av is i vassdraget. Eksempelvis ble ventiler og tilhørende pakninger skadet av is i 2017, noe som senere har blitt reparert av grunneiere.

2.4 Hva sikres av flomverket?

Flomverket ved Tronsmoen vises i kartet i Figur 3. Kartet viser utbredelsen av flomsoner (inklusive lavpunkt) for flommer av ulike gjentaksintervall i henhold til NVEs flomsonekart¹.



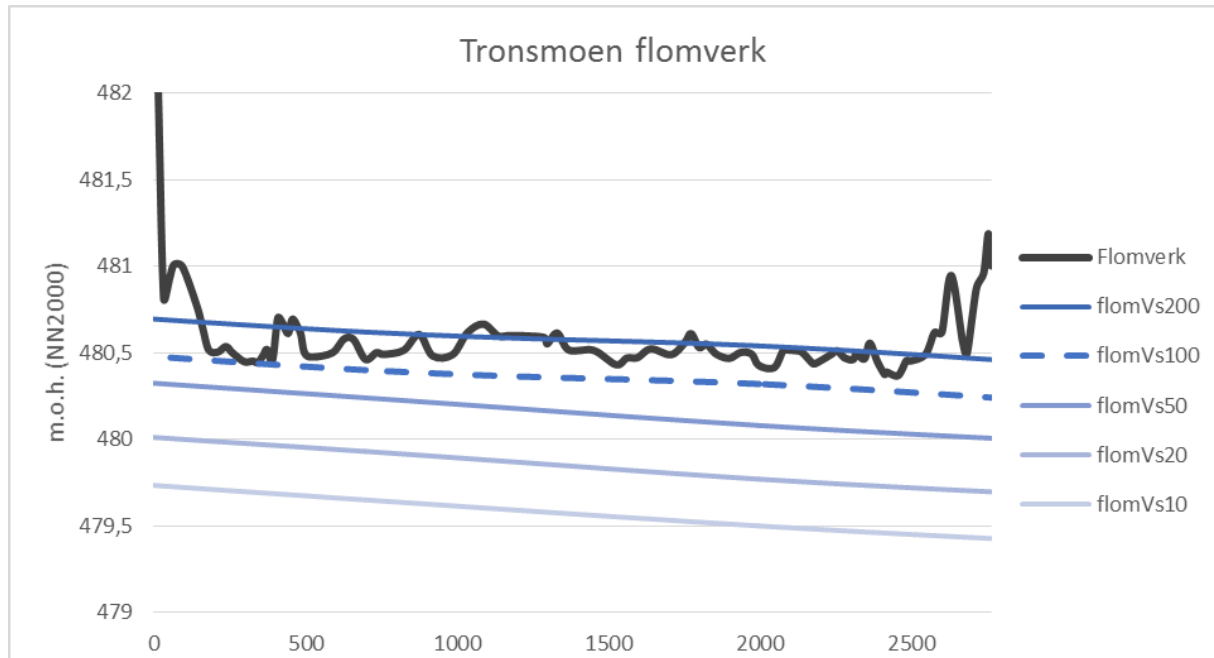
Figur 3: Kartet viser flomtiltaket samt utbredelsen av flomsoner/lavpunkt for ulike gjentaksintervall i en situasjon uten sikringstiltak (Kilde: NVE 2017). Flomsonene er overlappende iht. tegnforklaringen. Utbredelsen av de sjeldnere, større hendelsene illustreres av de mørkere nyanser, som dekker større områder, da inkludert de lysere områdene.

NVEs flomsonekart er utarbeidet med grunnlag i terrengdata, og illustrerer både lavtliggende områder (lavpunkt) og områder med direkte flomfare. Utbredelsen av flomsoner som vises her betyr at området *potensielt* er i fare, *dersom* det er åpning for vanninntrengning. Her er terrenget (inkludert sikringstiltak) avgjørende. Denne analysen har til hensikt å vurdere eksisterende sikringstiltak og nåværende sikringsnivå samt vurdere utsatte områder.

¹ Kilde: NVE 2017. Flomsoner, Norges vassdrags- og energidirektorat – 12.05.2017

2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå

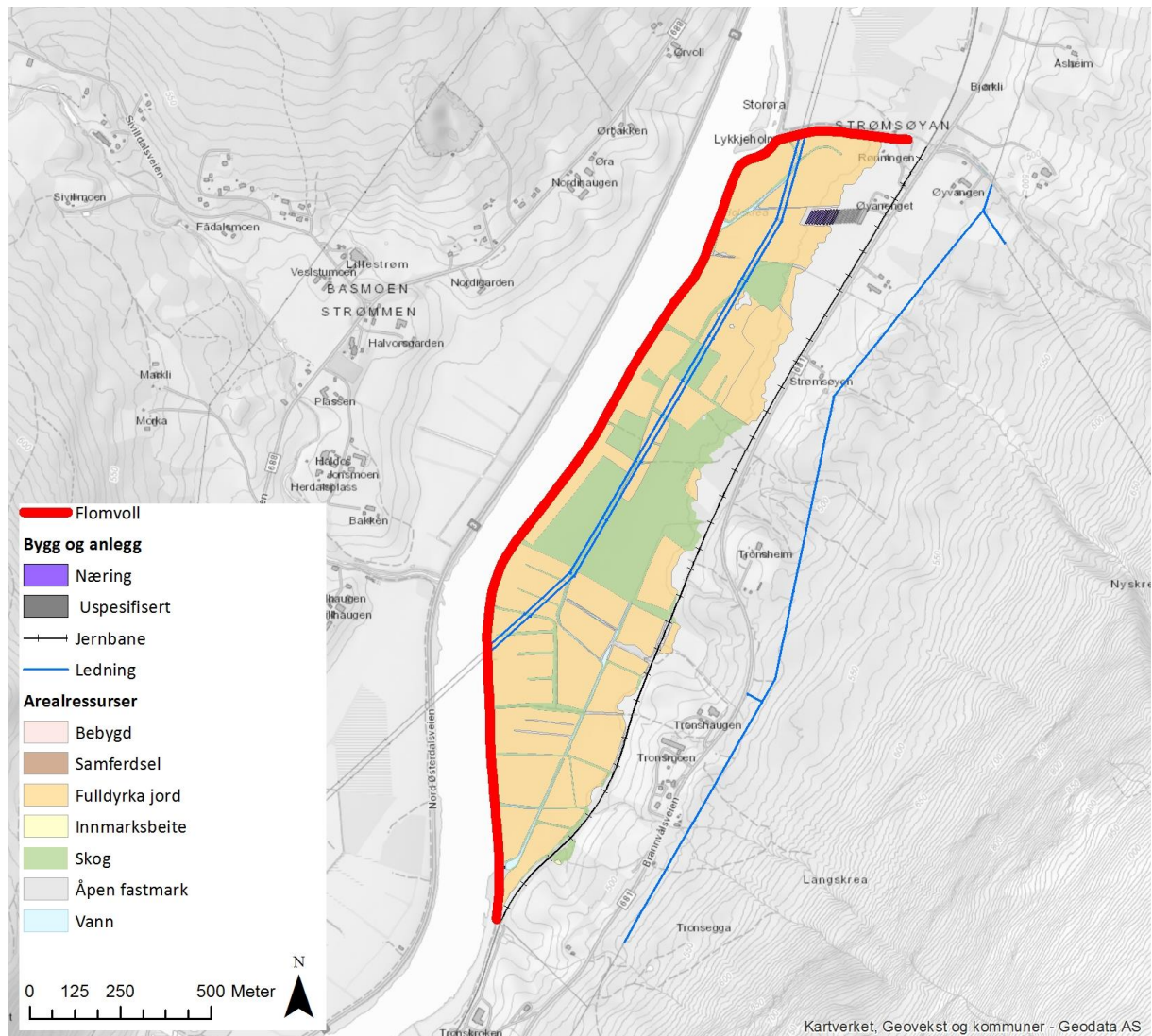
I forbindelse med befaring og vurdering av flomvullen, er det foretatt innmåling av kronehøyden langs flomverket. En sammenlikning av høydeprofil i flomverkets lengderetning med angitte vannstander ved flommer av ulike gjentaksintervall, viser at flomverket har et beskyttelsesnivå opp til en 100-årsflom, mens en 200 års-flom vil overtoppe verket (se Figur 4).



Figur 4: Lengdeprofil for Tronsmoen flomverk samt vannstander ved ulike flomstørrelser (NVE flomdata i tverrprofiler korrigert til NN2000-høyder). Profilet vises fra oppstrøms til nedstrøms ende av flomverket, dvs. at pel nr. 0 begynner seg i oppstrøms ende ved Holskrea.

2.4.2 Konsekvenser av flom for bygninger og arealer i sikringsområdet

Området som flomverket beskytter er analysert for samfunnsverdier. Denne analysen er utført for utbredelsen til en 200-års flom (se Figur 3). Ved en slik hendelse vil et område på 0,7 km² bli rammet. Området er analysert for eksisterende bygg (med ulike formål), arealressurser (AR5) samt viktig infrastruktur som jernbane og transmisjonsnett.



Figur 5: Analyseområdet for samfunnsverdier ved Tronsmoen med arealbruk og bygningsformål.

Omfanget av bygg innen standardiserte kategorier² som potensielt kan rammes av flom er oppsummert i Tabell 1 med antall bygg og grunnareal.

Tabell 1: Antall og samlet grunnareal for potensielt flomutsatte bygg innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: FKB-BYGG, Kartverket 2014))

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
Uspesifisert	2	30
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	11	1638
Total	13	1 668

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 2. Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori samt for totalen. Arealenheten daa tilsvarer 1 000 m².

² Kartverket 2014. SOSI – generell objektkatalog, Fagområde Bygning versjon 4.5 (FKB-BYGG), Kartverket, januar 2014

Tabell 2: Flomutsatte arealressurser (AR5) oppsummert (kilde: NIBIO, 2017).

Arealbruk	Sum grunnareal [daa]
Bebyggd	3,4
Samferdsel	0,0
Fulldyrka jord	511,1
Innmarksbeite	0,2
Skog	210,6
Åpen fastmark	11,1
Ferskvann	7,5
Total	743,9

Samfunnsviktig infrastruktur som finnes i området inkluderer både høyspentledninger for lengre transmisjon og jernbane (tilgrensende).

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2008-2020 er tilgjengelig på kommunens nettside www.alvdal.kommune.no. I følge kommuneplanens arealdel er områdene som sikres av flomverket kategorisert som areal for nåværende Landbruks-, natur og friluftsførmål (LNF-areal).

Det bekreftes på befarig (18.06.2018) at det ikke er kjennskap til utbyggingsplaner i sikringsområdet.

2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner

Tilsynsrutiner

Kommunen fører per i dag ikke systematisk tilsyn av verket. Grunneierne ved Tronsmoen sørger for regelmessig ettersyn av verket og pumpestasjonen. Blant annet heves pumpene årlig for å undersøke tilstanden. Det er i hovedsak grunneier som besørger vedlikeholdsarbeid, som f.eks. skjøtsel av vegetasjon og mindre reparasjon av skader forårsaket av f.eks. isproblematikk.

Beredskapsrutiner

Det er utarbeidet en helhetlig ROS-analyse for kommunen. ROS-analysen har blant annet analysert hendelser som ekstremnedbør og flom/oversvømmelse, og identifisert årsaker, sannsynlighet, sårbarhet, konsekvenser og tiltak ved slike hendelser.

Alvdal kommune har utarbeidet en generell beredskapsplan som tar for seg uønskede hendelser og kriser, blant annet flomsituasjoner. Ved en krisesituasjon etableres kommunal kriseledelse; kriseledelsens organisering og primære oppgaver er definert i beredskapsplanen. Kriseledelsen har en overordnet funksjon og skal som hovedregel ikke delta på skadestedet som en del av redningsberedskapen, men lede, koordinere og prioritere kommunens totale innsats og utnytte alle tilgjengelige kommunale ressurser. Videre inneholder beredskapsplanen klare retningslinjer for bruk av lokaler, samband, varsling, kommunikasjonskanaler, mediehandtering, evakuering og helsemessig og sosial beredskap.

3 Feltregistreringer

3.1 Flomverk

Det ble utført befarings på Tronsmoen flomverk den 18.06.2018. Tilstede på befaringsen var Thea Caroline Wang og Rasmus Liebig- Andersen fra Multiconsult, Bård Kjønnsberg fra Alvdal kommune og grunneierne Hans Gudmund Tronsmoen og Sindre Wålerengen.

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

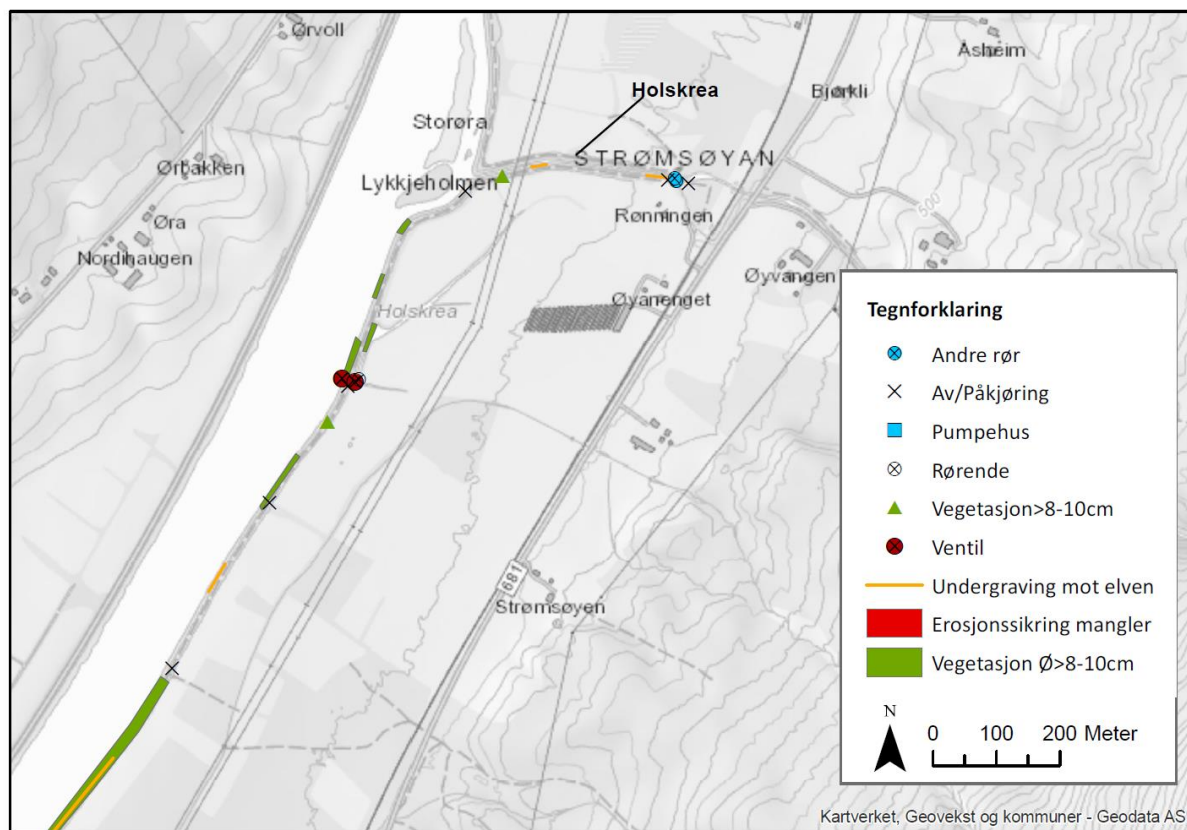
Andre registreringer på flomverk

1. Manglende framkommelighet for kjøretøy
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
3. Manglende erosjonssikring

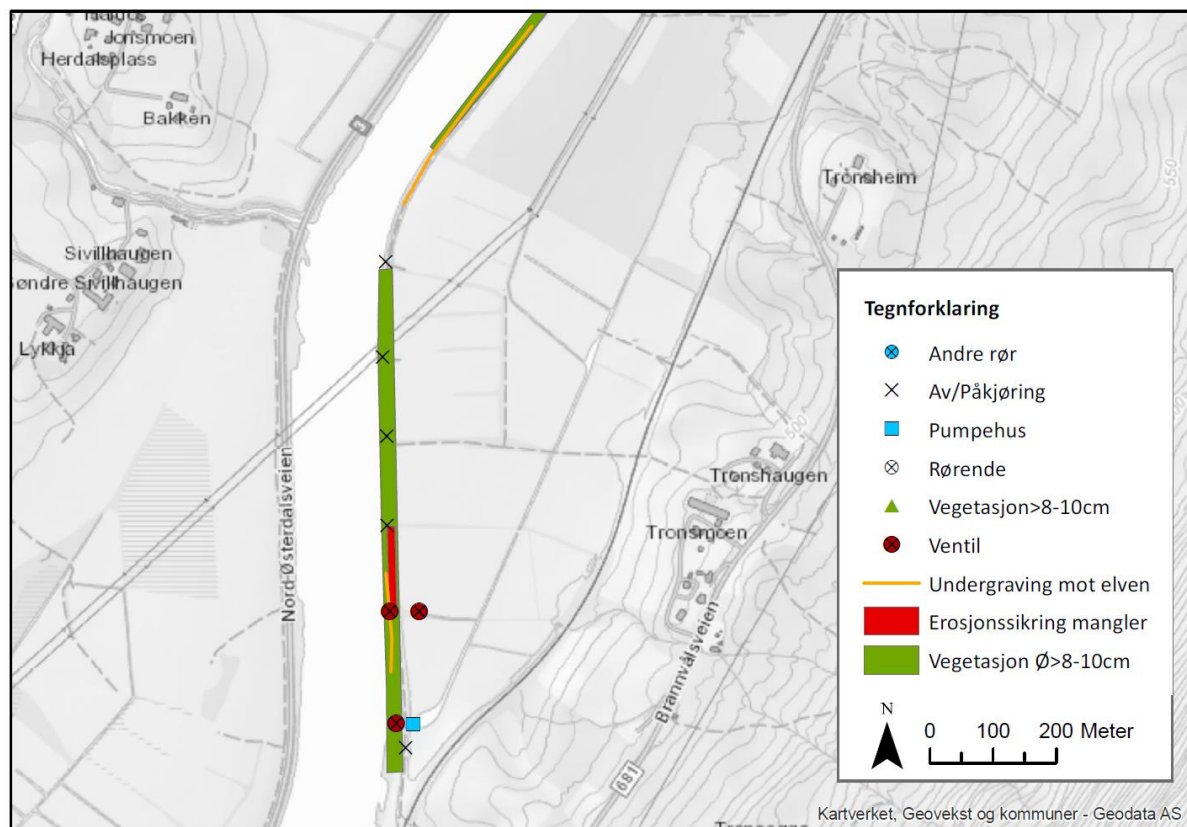
Skader på erosjonssikring

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

En oppsummering av tilstanden på flomverket er presentert i detaljerte kart med markerte observasjoner i Figur 6 og Figur 7. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.



Figur 6: Observasjoner ved Tronsmoen flomverk, oppstrøms ende.



Figur 7: Observasjoner ved Tronsmoen flomverk, nedstrøms ende.

Verket er 2760 m langt, og det er anlagt kjørbare vei på toppen langs hele strekningen. Vegetasjonen på verket er i hovedsak skjøttet, men det er enkelte strekk med større vegetasjon på både luft- og vannside. Verket er erosjonssikret med ørmasser langs hele strekningen som vender ut mot Glomma.



Figur 8: Oversiktsbilde Tronsmoen flomverk (Bilde: Multiconsult).

Ved bekken Holskrea (pel nr. 0-450) er det enkelte steder undergraving mot elven. På dette strekket er det observert erosjonssikring kun på deler av strekningen. Omtrentlig ved pel nr. 350 gikk verket til brudd under 1995-flommen, og det er usikkert om det ble rehabilitert med erosjonssikring.

Ved pel nr. 1100, 1450 og 2350 er det registrert strekk med lett undergraving mot elven. Her er det også observert slamrester avsatt etter høy vannstand under vårflommen i 2018.

I nedstrøms ende av verket, ved pel nr. 2300, er det et område med skadet og/eller manglende erosjonssikring langs skråningen og stedvis helt opp til kronen av verket. Her er det lite vegetasjon og manglende gressdekke som beskytter verket mot eroderende krefter.



Figur 9: Undergraving ved Holskrea (Bilde: Multiconsult).

Det er registrert to rør med tilbakeslagsventil som går gjennom verket, ett ved pel nr. 750 og ett ved pel nr. 2440. Ved pel nr. 750 er det et Ø800 mm rør med ventil, og det er noe gjengrodd ved utløpet, se Figur 10. Ved pel nr. 2440 er det et Ø600 mm rør med ventil.

Flomverket er beskrevet med skråningshelninger på 1:1,5 på vann- og luftside. På befaringen ble imidlertid skråningshelningen på vannsiden målt til 1:2,18-2,25 og på luftsiden målt til 1:2-4. Kronebredden ble målt til 3,5 – 4,2 m.

Det er enkel adkomst til hele flomverket via en vei på toppen som går fra Tronsmoen gård og helt til pumpestasjonen. Det er også enkel adgang til oppstrøms ende av flomverket via nedkjørsel fra Rv. 681 til Rønningen.



Figur 10: Ventil ved pel nr. 750 (Bilde Multiconsult).



Figur 11: Strekning med manglende erosjonssikring ved pel nr. 2300. (Bilde: Multiconsult)

3.2 Pumpestasjon

Pumpestasjonen består av et pumpehus plassert over en betongkum for pumpene, og et hus på toppen av flomverket med teknisk styring. Dette huset ble flyttet etter at det stod under vann under 1995-flommen.



Figur 12: Teknisk hus ved pumpestasjonen (hus for pumper kan skimtes nede til høyre) og utløpsventiler fra pumperørene på vannsiden av flomverket (Bilder: Multiconsult).

Pumpestasjonen ble befart av Xylem, som er Multiconsults underkonsulent. Pumpestasjonen er generelt i god stand med relativt nyoverholte pumper (2013-2017). Driftsmønsteret er forandret fra det opprinnelige designet og det er i dag ikke mulig å kjøre alle tre pumpene samtidig. Det er kun mulig å kjøre en pumpe om gangen, pluss en pumpe manuelt med dieselaggregat. Det er veldig tett vegetasjon rundt stasjonen, se Figur 12.

Det er enkel adkomst til hus for elektrisk anlegg på toppen av verket. Huset mangler lås på døren. Det er knyttet usikkerhet til om huset for det elektriske anlegget er stort nok for ny automatikktavle. Selve pumpehuset ligger nedenfor en bratt skråning, uten definert adkomstvei. Gulv og dør i pumpehuset er i dårlig stand, og er planlagt byttet. Det er vanskelig adkomst med tanke på rensing av inntaksrist. Det mangler gjerde og skilt ved utløpsrør som bør være på plass for å hindre uvedkommende adkomst.

Se tilstandsrapport fra Xylem, vedlegg 3.

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

Alvdal kommune fører per i dag ikke regelmessig tilsyn av verket, men har oversikt over verket gjennom kontakt med grunneiere og flomverkslag. Flomverkslaget fører tilsyn, og dette fremstår som regelmessig og godt.

Kommunens generelle beredskapsplan dekker flomsituasjoner. Ved flomsituasjoner er det som regel grunneiere som iverksetter tiltak ved Tronsmoen. Det ansees som fordelaktig at dette skjer i dialog med kommunen for optimal ressursbruk i flomsituasjoner.

Det er lett adkomst til hele strekningen om det skulle oppstå behov for å iverksette tiltak på selve verket.

4.2 Teknisk tilstand

Vegetasjon er skjøttet langs store deler av flomverket, men det er enkelte strekk med større vegetasjon. 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. Det anbefales også at man jevnlig rydder vegetasjon ved rørene med ventil.

Det er registrert lett undergraving på flere strekk ut mot Glomma. Dette anses ikke som kritisk for flomverkets funksjon per i dag, men bør overvåkes etter større flomhendelser. Langs flomverket ved Holskrea er undergravingen mer betydelig og det er manglende erosjonssikring. Dette ansees som et svakt punkt ved verket, særlig med tanke på at verket tidligere har gått til brudd her. Det anbefales at denne strekningen erosjonssikres.

Ved pel nr. 2300 ble det observert et strekk med skadet og manglende erosjonssikring. Skadene er lokalisert høyt oppe på flomverket og er sannsynligvis forårsaket av is i vassdraget. Andre mulige årsaker er overflateerosjon på grunn av styrtregn. Langs strekningen er det manglende gressdekke som kan beskytte mot eroderende krefter. Dersom skaden får utvikle seg vil verket være utsatt for videre erosjon. Dette er et svakt punkt ved verket og bør utbedres.

Flomverkets luftside og vannside har blitt vurdert gjennom en stabilitetsanalyse for et typisk flomverk, se Vedlegg 1. Helningen på flomverkets luftside ble målt til 1:2. Sikkerhetsfaktoren for utglidninger til flomverkets luftside vurderes som tilfredsstillende, etter en sammenligning med det typiske flomverket.

På vannsiden ble skråningshelningen målt til slakere enn 1:2. Dette samsvarer med det typiske flomverket i vedlegget. Også her vurderes sikkerhetsfaktoren som tilsvarende det typiske flomverket og stabiliteten ansees som tilfredsstillende.

De innmålte tverrprofilene ble valgt med henblikk på å finne representative profiler for hele flomverket. Ut ifra beskrivelsen av planlagt flomverk i NVEs arkiv er skråningene blitt slakere enten fordi flomverket har blitt bygget slik eller på grunn av setninger. Dette har kun positive effekter når man ser bort fra et større arealbehov.

Alle flomverk har begrenset sikkerhet ved overtopping, som inntreffer når vannstanden i elven stiger over krona på flomverket. Ved en slik overtopping vil vannmasser strøkke ukontrollert over krona og nedover luftsiden på flomverket med fare for erosjon og brudd i selve flomverket. Luftsiden av flomverket har normalt ingen erosjonssikring, kun vegetasjon, noe som bare gir begrenset beskyttelse mot erosjon i tilfelle vannstrømning på luftsiden. Områder der flomverket på luftsiden 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 myravssetninger 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. Det ble ikke funnet indikasjoner på at noen av disse mulige bruddvariantene er under utvikling.

4.3 Anbefalt sikkerhetsnivå

Bak flomvollen finnes det i dag bygg som etter Byggteknisk forskrift (TEK 17) § 7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» vil inngå i sikkerhetsklasse F1. Dersom man skal bygge et nytt F1 klasse bygg må man dokumentere at dette har sikkerhet mot en 20-årsflom. Byggteknisk forskrift gjelder imidlertid kun for ny bebyggelse og påbygg på eksisterende bebyggelse.

Flomverket sikrer i dag mot en 100-års flom, og dette vurderes som tilstrekkelig. Det gjøres likevel oppmerksom på at ut ifra nåværende lengdeprofil, se Figur 4, vil det være mulig å heve enkelte partier marginalt/ jevne ut kronen på verket for at det skal kunne sikre mot en 200-års flom. Hvor vidt dette vil være hensiktsmessig vil måtte baseres på en analyse av kost/nytte forholdet.

4.4 Behov for vedlikehold og rehabilitering

Følgende tiltak anbefales for rehabilitering av flomverkene:

4.4.1 Flomverk

- Utbedre /etablere erosjonssikring – i en lengde av 860 m langs flomverket.

4.4.2 Pumpestasjon

- Rehabilitering av gulvpaneler og dør i selve pumpehuset
- Montere lås på døren til hus for elektrisk drift
- Sikre rundt utløpsrør med tanke på tilfeldig forbipasserende.
- Bedre adkomst til inntaksrist for rensing
- Oppgradere alarmsystem for pumpestasjon. Installere GSM-oppringer fremfor blinkelampe på stasjonstak.
- Eventuelt etablere nytt bygg for elektrisk drift, dersom eksisterende bygg ikke er stort nok for ny automatikktavle.

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 luftside. 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 strømming 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:

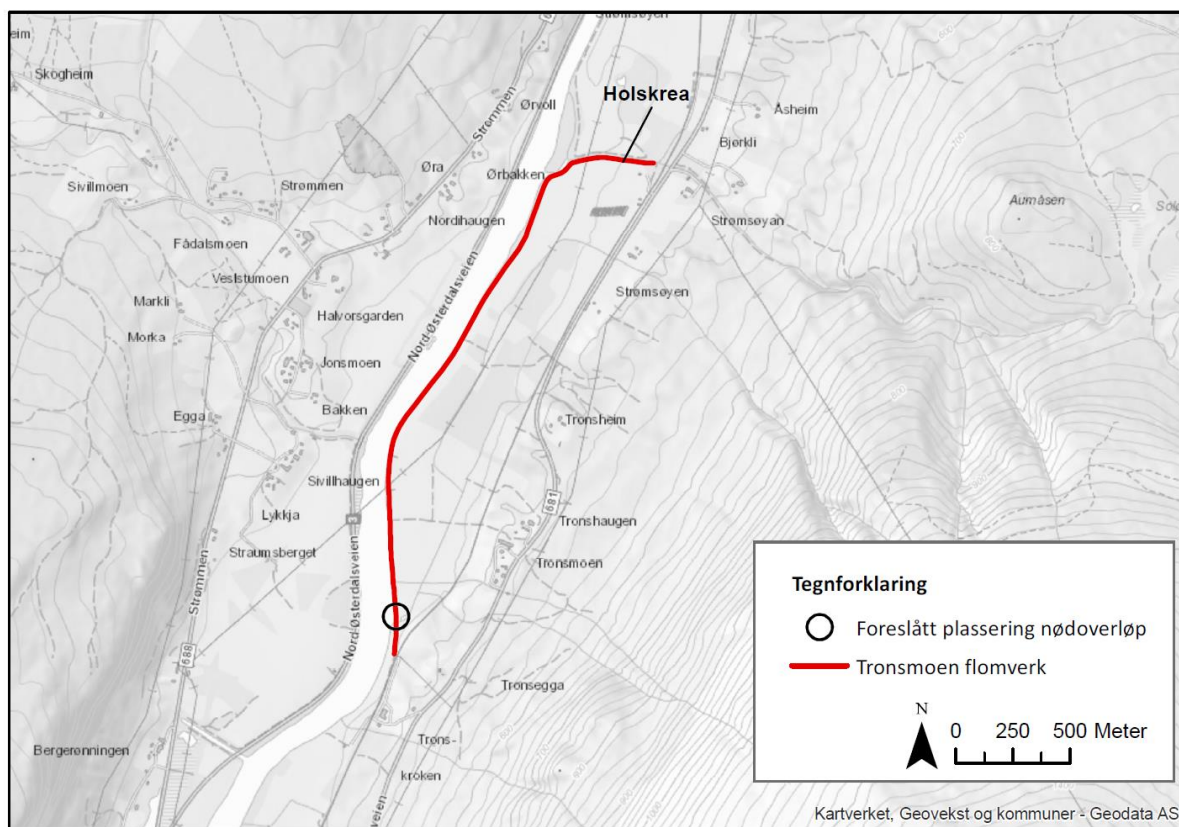
- omfang og konsekvenser av erosjon- og strømskader på innsiden av overløpet
- spredningsforløp og innfylling av vannet som passerer overløpet
- sikring og bruk av viktige bygninger, veiforbindelser m.m.
- adkomst, arbeidsforhold og mulighet for kontroll mens innfylling pågår
- adkomst og mulighet for (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.

Fra nedstrøms ende av verket og til pumpestasjonen går det jordkabel som forsyner stasjonen med strøm. Det vil derfor ikke være hensiktsmessig å etablere nødoverløp nedstrøms pumpehuset. Det anbefales at et eventuelt nødoverløp blir plassert litt oppstrøms pumpestasjonen. Nødoverløpet blir da plassert så langt nedstrøms som mulig slik at man unngår at det strømmer vann med stor hastighet over jordene. Figur 13 viser forslag til plassering av nødoverløpet. Det vil være stor erosjonsfare rundt overløpet, men denne faren ansees som mindre enn den totale erosjonsfaren for verket ved brudd. Et avgrenset område ved nødoverløpet vil vanligvis være overkommelig å erosjonssikre for å redusere potensielle erosjonsskader ved overløpet.

Pumpestasjonen bør stoppes i forbindelse med planlagt bruk av nødoverløp, slik at vannstanden bak vollen får tid til å stige mest mulig før nødoverløpene tas i bruk, da et vannspeil i området bak flomvollen vil virke erosjonsdempende.



Figur 13: Foreslått plassering av nødoverløp.

5 Kostnadsoverslag

Kostnadsestimatet er basert på NVEs *Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg* og NVEs *Kostnadsgrunnlag for vannkraft*; modifisert og forenklet for denne beregningen.

I tillegg til postene som er beskrevet i kostnadsoverslaget vil det tilkomme kostnader til prosjektering og byggeledelse, kapitalytelser som rigg og drift av anlegget samt andre uforutsette kostnader. Størrelsen på disse postene vil avhenge av arbeidenes størrelse og kompleksitet.

5.1 Kostnadsoverslag for rehabilitering av flomverket (eksisterende sikkerhetsnivå)

Basert på punktene i 4.4.1 er det utarbeidet et kostnadsoverslag. Erosjonssikring av flomverket foreslås gjennomført ved å grave bort eventuell eksisterende erosjonssikring og planere ut flomverket og elveskråningen samt etablering av fotgrøft. Videre er det lagt til grunn at erosjonssikringen gjennomføres som ordnet røysfylling, med gjennomsnittlig massebehov på 6 m³ per løpemeter.

	Mengde	Enhetspris	Delsum
Markrydding, grunnforsterking, graving og fylling: Utbedring og etablering av erosjonssikring.	5160 m ³	170 kr/m ³	Kr 880 000
Geotekstiler, og geotekstilrelaterte produkter: GEO-tekstiler som filter	5160 m ²	23 kr/m ²	Kr 120 000
SUM			Kr 1 000 000

Rigg, drift, uforutsette kostnader og merverdiavgift vil komme i tillegg. Sum er rundet opp til nærmeste 10 000.

5.2 Kostnadsoverslag for oppgradering av pumpestasjon til anbefalt sikkerhetsnivå

Det er knyttet usikkerhet til om det eksisterende tavlehuset er stort nok for ny automatikktavle. Det er derfor i tabellen under tatt med kostnader for nytt bygg til automatikktavle.

	Mengde	Enhetspris	Delsum
Rydde vegetasjon	1 stk	RS	Kr 10 000
Ulike sikringstiltak (Flettegjerde etc.)	1 stk	RS	Kr 10 000
Vedlikehold av stasjonsbygg for pumper	1 stk	RS	Kr 25 000
Opprydding av steiner rundt utløpsrør	1 stk	RS	Kr 15 000
Graving og støping av fundament.	1 stk	RS	Kr 25 000
Nytt stasjonsbygg og automatikktavle & PLS	1 stk	RS	Kr 800 000
SUM			Kr 890 000

Rigg, drift, uforutsette kostnader og merverdiavgift vil komme i tillegg. Sum er rundet opp til nærmeste 10 000

6 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] Alvdal kommune 2008. *Kommuneplanens arealdel 2008-2020*, tilgjengelig fra:
<http://tema.webatlas.no/Alvdal/Planinnsyn>, lastet ned 11.07.18
- [3] Alvdal kommune 2017. *Beredskapsplan for Alvdal kommune*. Revidert 13.09.2017
- [4] Midt-Hedmark Brann- og redningsvesen. *Risiko- og sårbarhetsanalyse i forbindelse med utarbeidelse av kommundedelplan for Alvdal kommune*. 07.12.2009
- [5] Kartverket 2014. *SOSI Generell objektkatalog Bygning*, Versjon 4.5. Januar 2014
- [6] Kartverket 2016. *Produktspesifikasjon FKB-AR5 4.6*. Juni 2016
- [7] 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

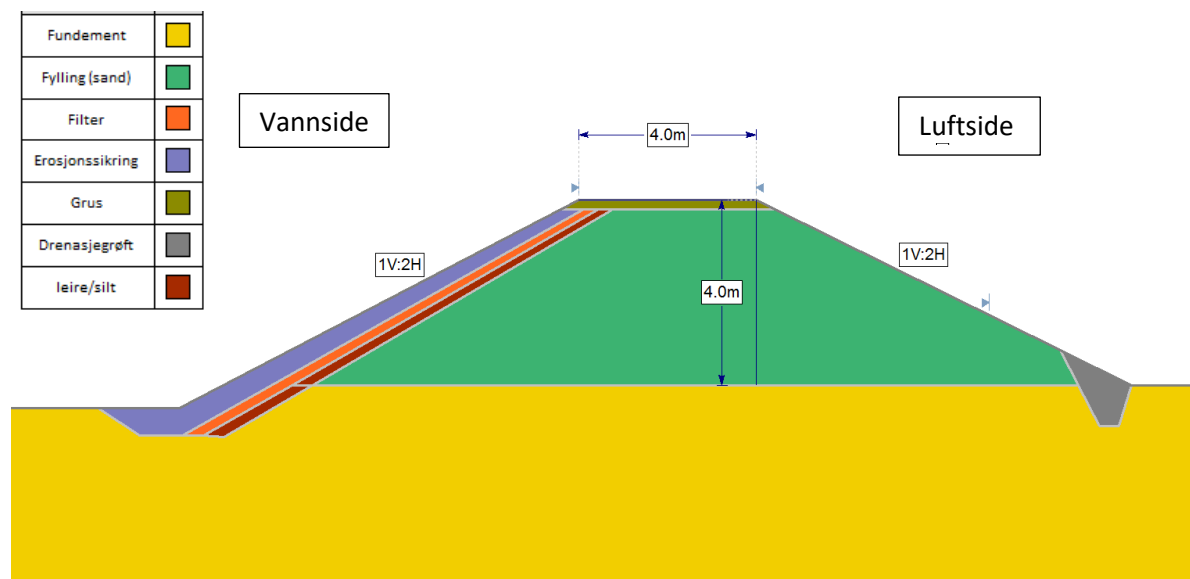
1.3.1 Analysemetode

Analysen er basert på grenselikevektsbetraktning ("General Limit Equilibrium"), og tilfredsstiller 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:

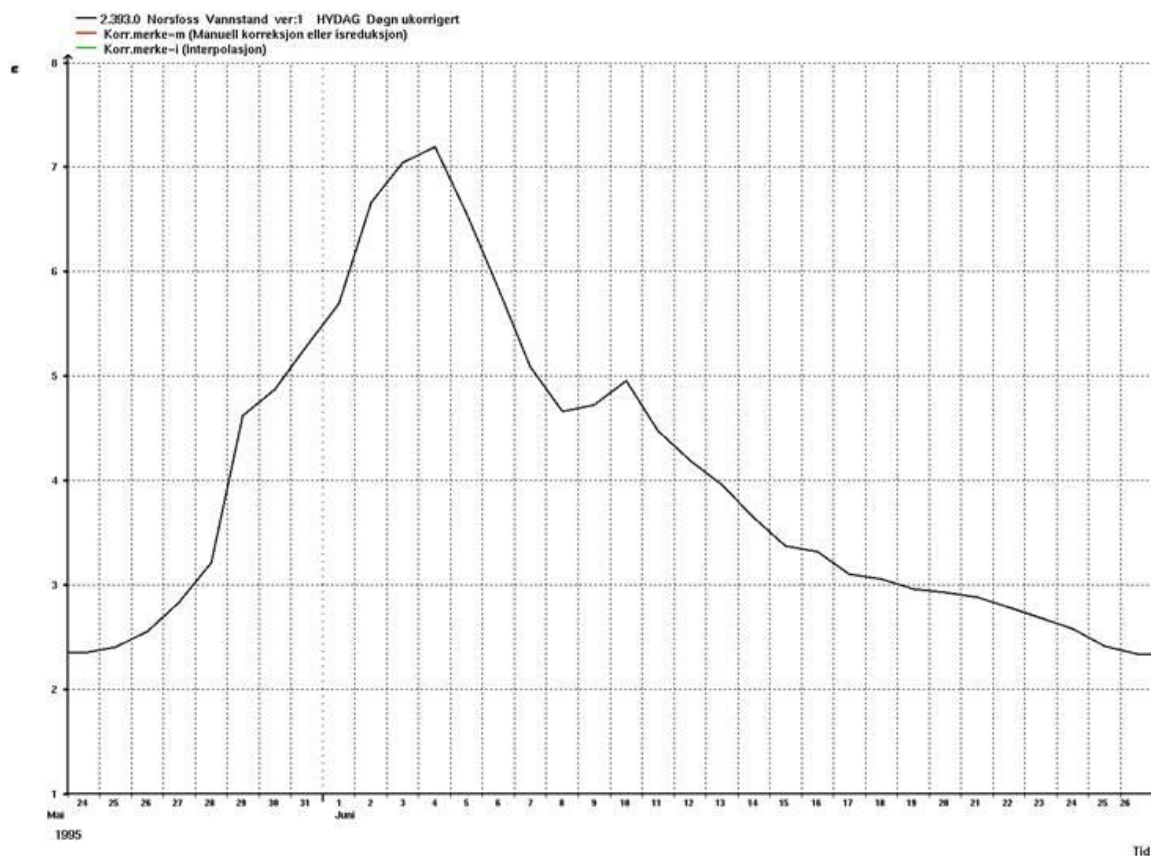
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



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	

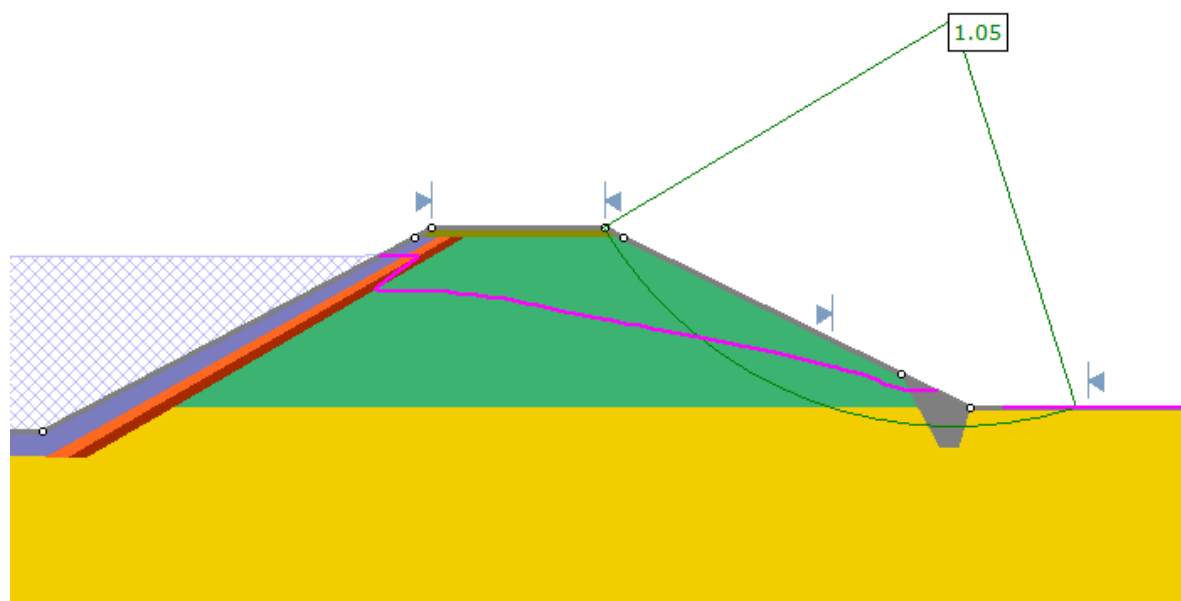
1.4 Beregninger og resultater

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,

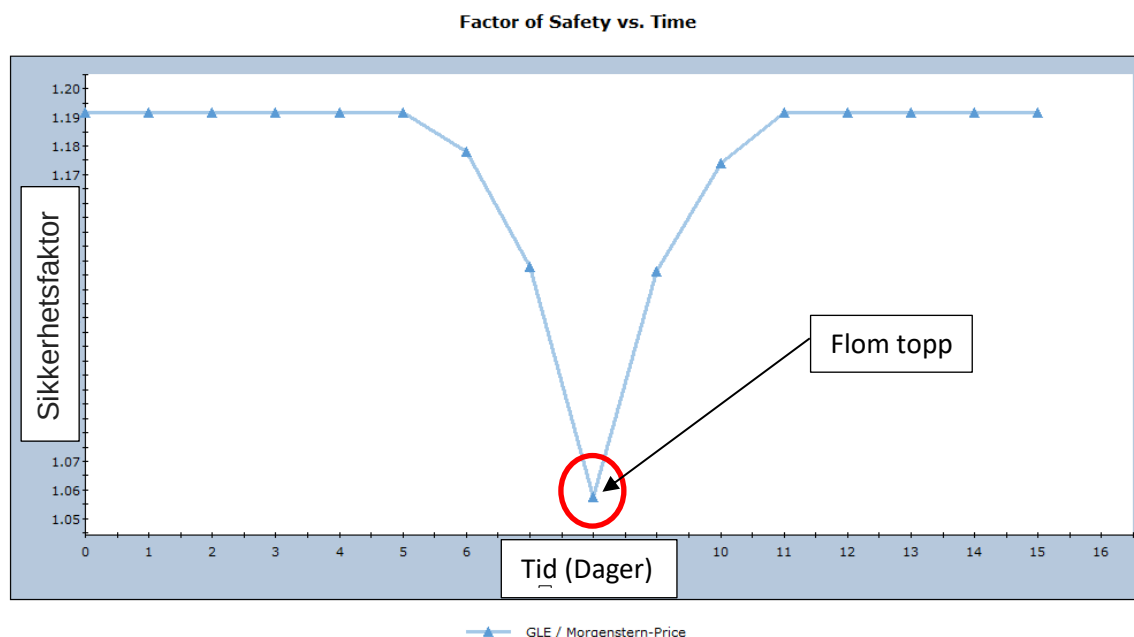
Sikkerhetsfaktoren under stasjonært tilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom 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.

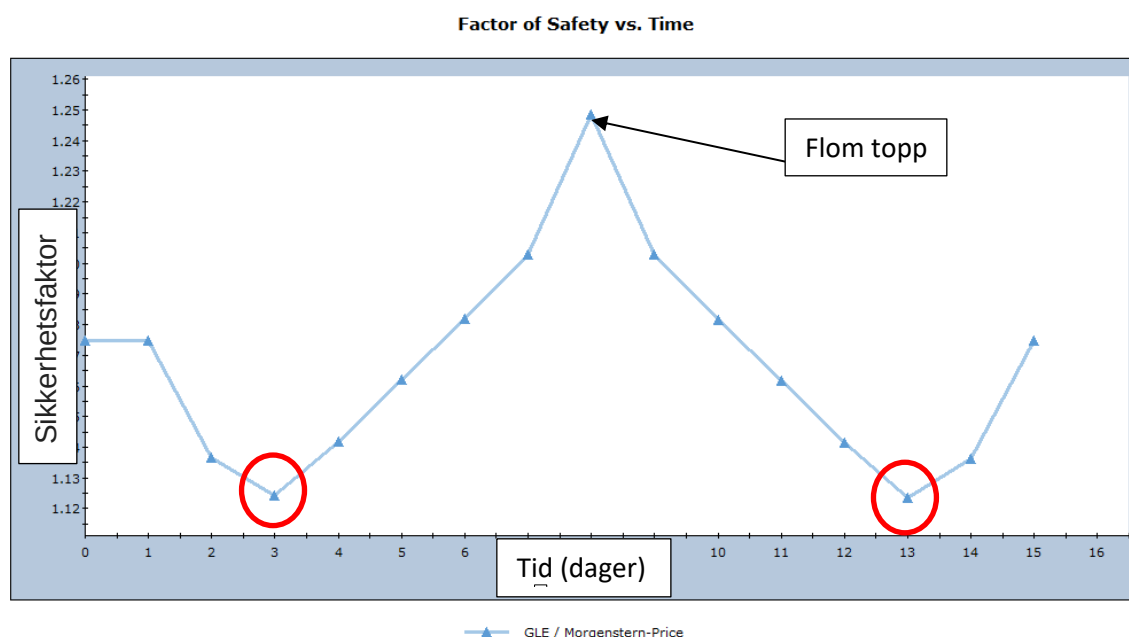


Figur 4: «Transient analysis» luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstigste situasjon markert med en rød sirkel)

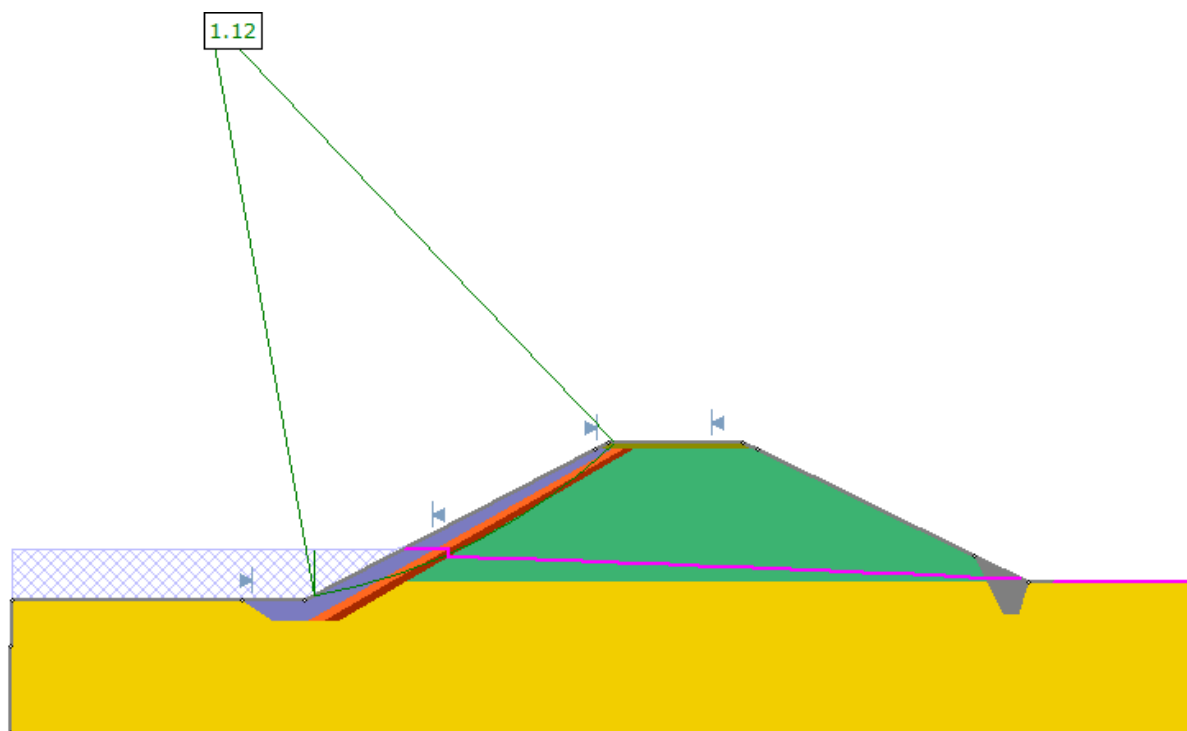
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

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)



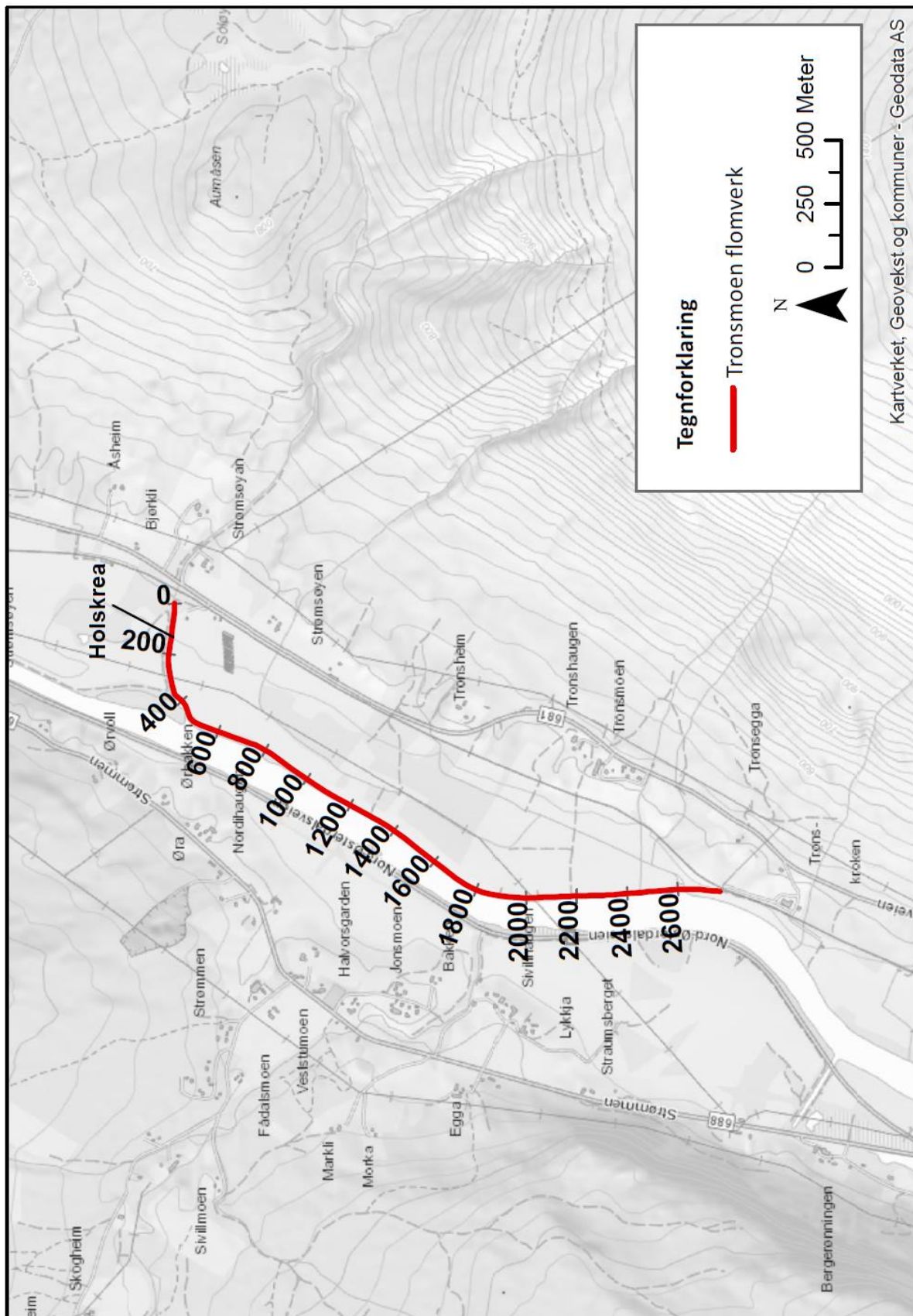
Figur 6: «Transient analysis» vannside, Etter 13 dager

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 2



Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst

Statusrapport: VV nr.7100 Tronsmoen

Sammendrag:

I forbindelse med prosjektet «Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst, Status og behov for oppgradering», NVE 2018, har Xylem Water Solutions Norge AS i samarbeid med Multiconsult gjort befaringer og tilstandsvurderinger av pumpestasjoner. Dette er statusrapport for pumpestasjon VV nr. 7100 Tronsmoen.

Pumpene på VV. 7100 Tronsmoen er i god stand, men stasjonen bør sikres. Bygg og tavle må få lås, og man bør oppdatere tavle og PLS, som er gamle.

Videre bør det ryddes vegetasjon og renses opp i stein rundt utløpsrør.



Innledning:

Denne rapporten er laget i forbindelse med prosjektet «Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst, Status og behov for oppgradering», NVE 2018. I dette prosjektet er Xylem Water Solution Norway AS som underleverandør til Multiconsult for tilstandsvurdering av pumpestasjoner.

Dette er statusrapport for følgende pumpestasjon: VV nr.7100 Tronsmoen

Kontrollen ble gjennomført følgende dato: 20.06.2018

Sjekkliste med funn:

Sjekkliste er vedlagt – vedlegg 1 til rapporten.

Funn 1: Mangelfull sikring av stasjon med inn- og utløp. Se bilde 1 – tilstand sikring



Bilde 1 – tilstand sikring.

Funn 2: Ikke mulig å låse dører, hverken på bygg eller automatikktavler.

Funn 3 – Mye vegetasjon rundt stasjonen, både rundt bygg, innløp og utløp. Se bilde 2 – vegetasjon rundt stasjon.



Bilde 2 – Vegetasjon rundt stasjon.

Funn 4: Utløpsrør: Det ligger store steiner mellom rør og luke slik at disse ikke tetter. Se bilde 3 – utløpsrør.



Bilde 3 – utløpsrør.

Funn 5: Automatikkskap – behov for oppgradering. Det finnes ikke lenger deler til den PLS-en som sitter der.

Funn 6: Bygg trenger generell vedlikehold.

Anbefalinger:

Det anbefales følgende for denne stasjonen:

- Stasjonen bør sikres mye bedre enn i dag.
- Dører til bygg og automatikkskap må få lås.
- Det bør ryddes vegetasjon rundt stasjonen.
- Det må renses opp i stein rundt utløpsrør slik at lukene tetter.
- Oppdatere tavle og PLS, samt eventuelt å se på mulighet for alarm på SMS.

Konklusjon:

Pumpene på VV. 7100 Tronsmoen er i god stand, men stasjonen bør sikres. Bygg og tavle må få lås, og man bør oppdatere tavle og PLS, som er gamle.

Videre bør det ryddes vegetasjon og renses opp i stein rundt utløpsrør.

Hamar 18.07.2018

Anders Kvarnstrøm

Xylem Water Solutions Norge AS

Arild Heimlid

Xylem Water Solutions Norge AS

Sjekkliste – Pumpestasjoner

Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst.

Dato: 20.06.2018

Pumpestasjon:

VV nr. 7100 Tronsmoen

GPS-koordinater:

N 62*189228 Ø 10*635319

Kommune:

Alvdal

Kontaktperson pumpestasjon:

Gudmund Tronsmoen Tlf. 91608165

Type pumper/kW:

Flygt 7050.680 År: 1991

Antall pumper: 3

Tilgjengelighet pumpestasjon:

God adkomst for kranbil.

Tilgjengelig servicehistorikk:

Ja fra 2017.

Sjekk av status

Sikring av stasjonen (HMS):

Dårlig sikret. Mangler luker over rister, disse står helt åpent. Mangelfullt gjerde ved rister. Mangler gjerde ved utløpsrør. Det er heller ikke skiltet ved utløpsrør. Dårlige dører på hus over pumpestasjon og hus for el tavle. Disse dørene mangler også lås.

Innløpsrister*:

Tilstand god. Må renses fra platting over rister.

Luker:

Tilstand er god. Det må renses opp i stein rundt utløpsrør slik at lukene stenger. Sånn som det er nå ligger det store steiner mellom rør og luke slik at de ikke tetter i lukket stilling.

Tilstand bygg:

Ok. Men bærer preg av manglende vedlikehold. Dårlige dører som ikke kan låses.

Tilstand rundt stasjonen (vegetasjon osv).:

Må ryddes vegetasjon rundt hele stasjonen. Mye vegetasjon som henger over rister og innløps kanal. Det må også ryddes rundt utløpsrør.

Løfteutstyr:

Ikke

*For innløpsrister: sjekk også hvor lett er det å rens disse.

Pumpe 1: 7050.680-9142112

Timetall drift:

2101

Isolasjonsmotstand: Ohm >500-500-500=Tett

Ampere:

74-76-76

Dreieretning: OK

Løfteanordning: OK

Oljetilstand: OK

Tilstand kabel: OK

Kabelinnføringer: OK

Tilstand pumpehjul: OK

Tilstand slitering: OK

Korrosjon:

Ikke

IOM tilgjengelig: Ja

Generell kommentar:

Tilstand på pumpe er meget god. Ble gjennomgått og overhald våren 2017.

Pumpe 2: 7050.680-9142113

Timetall drift:

5246

Isolasjonsmotstand: Ohm >500-500-500=Tett

Ampere:

70-72-71

Dreieretning: OK

Løfteanordning: OK

Oljetilstand: OK

Tilstand kabel: OK

Kabelinnføringer: OK

Tilstand pumpehjul: OK

Tilstand slitering: OK

Korrosjon:

Ikke

IOM tilgjengelig: Ja

Generell kommentar:

Tilstand på pumpe er meget god. Ble gjennomgått og overhald våren 2017.

Pumpe 3: 7050.680-9142114

Timetall drift:

7478

Isolasjonsmotstand: Ohm >500-500-500=Tett

Ampere:

68-66-68

Dreieretning: OK

Løfteanordning: OK

Oljetilstand: OK

Tilstand kabel: OK

Kabelinnføringer: OK

Tilstand pumpehjul: OK

Tilstand slitering: OK

Korrosjon:

Ikke

IOM tilgjengelig: Ja

Generell kommentar:

Tilstand på pumpe er meget god. Ble gjennomgått og overhald våren 2017.

Automatikkskap:

Sikkerhetsbrytere: Ikke OK

Mangler

Styringstype:

Trykk giver

Funksjonstest: OK

Startutrustning type:

Kontaktor. D start.

Startutrustning tilstand: OK

Gammel

Start- og stoppnivå:

Ok

Inntak tavle: OK

400 A 400V

Overvåkning:

Lamper i dør på tavle. Gammel Flygt FMC 200 PLS.

Alarmhåndtering:

Utringer av alarmer med uviss funksjon. Gammel og utdatert.

Varmgang:

Ikke.

El skjema/Koblingsskjema: Tilgjengelig

Generell tilstand:

Gammel tavle og gammel PLS. Behov for oppgradering. PLS ble reparert vår 2017, det finnes ikke lenger deler til denne. Den må byttes ut for og opprettholde driftssikkerheten på pumpeanlegget. Det bør også monteres inn nytt system for og sende alarmer ut i fra stasjonen.

Oppstillingsrør:

Lokk: OK

Lekker litt på pakninger. Dette er ikke kritisk.

Lufteklokke: OK

Lekker litt. Dette er ikke kritisk.

Bolter: OK

Pakninger: Ikke OK

Lekker litt.

Koblingsfot: NA

Geiderør: NA

Generell tilstand:

Tilstand er god

Sjekk er gjennomført av:

Anders Kvarnstrøm / Jøran Mannvik

Dato: 12.07.2018

Servicehistorikk VV nr. 7100 Tronsmoen

Servicehistorikken før 2017 foreligger ikke.

2017: Samtlige pumper overhald.

Byttet FMC 200. Den som er satt inn er gammel men i orden. Vi har gjort dette pga. FMC 200 er gått ut av produksjon. Det går heller ikke og skaffe deler til denne.

Byttet trykk giver til MJK.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

.....

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no