



Mistra isgangsverk (VV 1596, VV 6572), Rendalen kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

32
2018



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 32-2018

Mistra isgangsverk (VV 1596, VV 6572), Rendalen kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Jon Magnus Amundsen
Rasmus Meyer Andersen
Media Sehatzadeh
Robin Wood

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Multiconsult

ISBN 978-82-410-1685-1

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Multiconsult har på oppdrag for NVE kartlagt status, og vurdert behovet for oppgradering, for 19 flomverk i Hedmark. Arbeidet ble utført i 2017. Rapporten inneholder resultater fra Mistra isgangsverk ved Åkrestrømmen i Rendalen kommune. Verket er i generelt bra stand, men det er tett og stor vegetasjon på mye av verket. Det er registrert skader på erosjonssikringen over en strekning på ca. 320 m.

Emneord: Flomverk, isgangsverk, Rendalen kommune

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

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
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».

Ansvaret for tilsyn 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 19 flomverk i fem kommuner sommeren 2017, og utarbeidet en rapport for hvert flomverk med tilhørende pumpestasjon. Multiconsult sin underleverandør, Xylem Water Solutions, har utført tilstandsvurderinger på i alt 12 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 vil i 2018 bli foretatt registreringer på ytterligere 32 flomverk og 2 pumpestasjoner, og vi vil med det få et enda mer komplett bilde av tilstanden på de store flomsikringsanleggene i Region Øst.

Oslo, oktober 2017

Anne Britt Leifseth

avdelingsdirektør

Petter Glorvigen

regionsjef

RAPPORT

Mistra isgangsværk (VV 1596, 6572), Rendalen kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

OPPDRAAGSGIVER

NVE

EMNE

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

Tiltaksnummer 1596, 6572

DATO / REVISJON: 12. des. 2017/ 00

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-002



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

OPPDRAG	Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst; status og behov for oppgradering	DOKUMENTKODE	130615-RiEn-RAP-002
EMNE	Mistra isgangsværk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE	OPPDRAGSLEDER	Robin Wood
KONTAKTPERSON	Grete Hedemann Aalstad	UTARBEIDET AV	Jon Magnus Amundsen Rasmus Meyer Andersen Media Sehatzadeh Robin Wood
		ANSVARLIG ENHET	1087 Oslo Hydrologi

SAMMENDRAG

Multiconsult har fått i oppdrag av NVE systematisk å gjennomgå 19 flomverk i 5 kommuner i Hedmark for å kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering.

Denne rapporten inneholder resultater fra Mistra Isgangsværk i Rendalen kommune. Området man tenker seg kan være utsatt for slike hendelser er analysert og inneholder 249 bygg, inkludert 2 barnehager, 2 bensinstasjoner og 56 boliger.

Vedlikehold av verket er generelt bra, men det er tett og stor vegetasjon på store deler av verket. Det er også skader på erosjonssikringen på en ca. 320 meter lang strekning. Sum kostnader for rehabilitering av verket er overslagsberegnet til kr. 350 000,-.

00	12.12.17	Rapport	MEDS/RW/RA/AT	AGB	RW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	5
1 Bakgrunn	6
2 Faktadel.....	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Mistra isgangverk.....	7
2.2 Teknisk oppbygging	9
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger	10
2.4 Hva sikres av isgangverket? Eksisterende sikkerhetsnivå.....	10
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	13
2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner.....	14
3 Teknisk tilstand.....	16
3.1 Sikringsverk	16
4 Vurderinger	20
4.1 Tilsyn og beredskap	20
4.1.1 Tilgang.....	20
4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel	20
4.2 Teknisk tilstand sikringsverk	20
4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold.....	20
5 Kostnadsoverslag for oppgradering.....	21
5.1 Kostnadsoverslag for rehabilitering	21
6 Referanser	22

Vedlegg 1 - Stabilitetsanalyse

Begrepsliste

Begrep	Forklaring
Erosjon	Masseforflytning som følge av strømningskrefter.
Indre erosjon	Erosjon internt i løsmasser som følge av gjennomstrømmende vann.
Lekkasje	Her større vanngjennomstrømning gjennom flomvullen. De fleste flomvoller vil ha noe vannsig gjennom flomvullen ved høy vannstand på utsiden av flomvullen. Lekkasje er derimot helt utilsiktet.
Lavpunkt	Areal som ligger lavere enn den beregnede flomvannstanden, men uten direkte forbindelse til elva.
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 lekkasjeveg.
Rehabilitering	Istandsettelse av en konstruksjon for å opprettholde ønsket sikkerhetsnivå og/eller for å rette på forsømt vedlikehold.
Sandkoking	Kalles også hydraulisk grunnbrudd. Eksempel på indre erosjon, vann som kommer opp av grunnen og som har fraktet med seg sand. Visuelt ligner fenomenet på vann og sand som koker. Kan resultere i utglidninger.
Setninger	Her en langsom sammensynkning av terreng på grunn av f.eks. mekanisk belastning.
Setninger i erosjonssikring	Utvasking av finstoff bak erosjonssikring som fører til setningsskader (pga. ikke oppfylte filterkriterier), setninger som følge av undergraving/erosjon langs tåa av erosjonssikringen (utstrekning og utforming av fotgrøft) eller setning som følge av erosjon i erosjonssikringen (feildimensjonert erosjonssikring / normale driftsskader).
Sikkerhetsfaktor	Her geoteknisk begrep som, for et gitt skjærplan, beskriver antatt maksimal skjærstyrke dividert på mobilisert skjærstyrke.
Sprekkdannelse	Her sprekker som følge av belastninger på flomverk. Eksempler på belastninger kan være skjevsetninger, vanntrykk e.l.
Undergraving	Erosjon som undergraver overliggende fylling, erosjonssikring e.l.
Utglidning	Her utglidning av løsmasser (deler av flomvullen) over et skjærplan.

1 Bakgrunn

I tidsperioden 1960-2005 ble det bygget en rekke omfattende flomsikringsanlegg langs de store vassdragene på Østlandet. Det har blitt utført varierende grad av vedlikehold og skadereparasjoner på flomverkene opp gjennom tiden etter at de ble bygget, men det finnes ingen god oversikt over dagens status for de ulike flomverkene.

På oppdrag for NVE skal Multiconsult systematisk gjennomgå en rekke anlegg og kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering. Resultatet av Multiconsults arbeid vil danne et godt grunnlag for videre vedlikehold og eventuelle oppgraderinger av flomverkene.

2 Faktadel

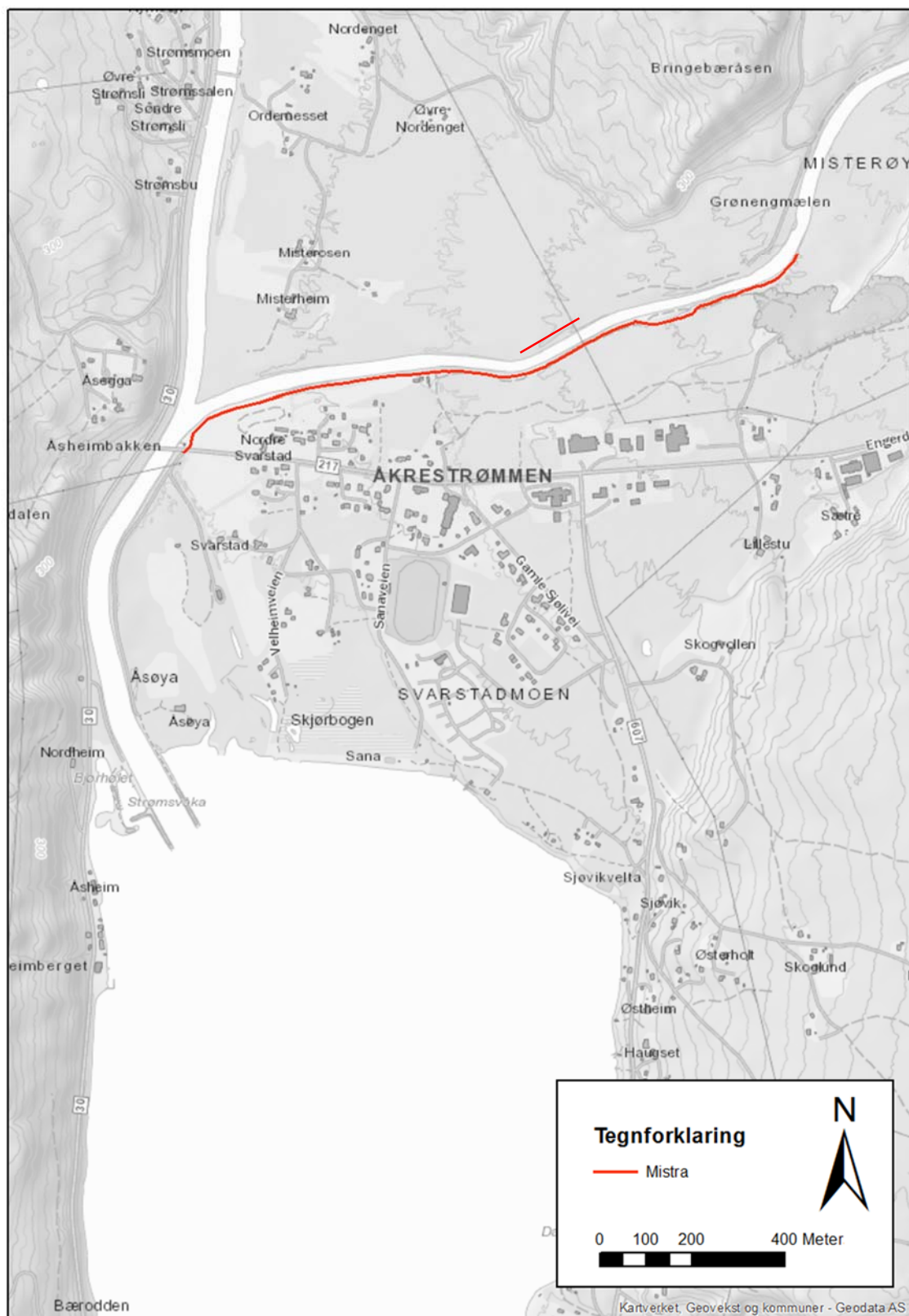
2.1 Nøkkelinformasjon om Mistra isgangsverk

Ved Mistras utløp i Rena, ved Åkrestrømmen, har isforholdene over lang tid medført store problemer, da isgang ved Mistra bru har ført til at vannstanden stiger og isvann oversvømmer bebyggelse, adkomstveier og dyrket mark. Den tidligste planen for bygging av isgangsverk stammer fra 1935. På grunn av vedvarende problemer har det gjennom årene vært behov for flere oppgraderinger og reparasjonsarbeider ved anlegget. Verket er i dag en sikringsvoll av stedlige masser med lengde på 1,5 km.

- Plan 1935 – Anlegg ferdig 1940 – Overslag 9 000
- Plan 1946 – Anlegg ferdig 1947 – Overslag 7 000
- Plan 1949 – Anlegg ferdig 1954 – Overslag 13 000
- Plan 1959 – Anlegg ferdig 1970 – Overslag 40 000
- Plan 1969 – – Overslag 260 000 *
- Plan 1970 – – Overslag 260 000 *
- Plan 1972 – Anlegg start 1972 – Overslag 460 000 *
- Plan 1989 – Anlegg start 1972 – Overslag 670 000 *
- Plan 1971 – Anlegg ferdig 1976 – Overslag 120 000 (Nordre elvebredd)

**Disse planene beskriver samme anlegg og under arbeidene ble det avdekket behov for ytterligere planer og økninger i kostnadsoverslagene.*

Videre har det vært gjennomført ytterligere utbedringer og oppgraderinger: Ved Grønningsmelen på Mistras nordre bredd ligger det et lavt område som tidligere har vært utsatt når ismasser har trukket seg innover i området ved isgang. Det ble i 1971 fremlagt en plan for isgangsverk og forbygning langs en 240 m lang strekning. Slik denne vollen fremstår i dag har den en lengde på ca. 150 m.



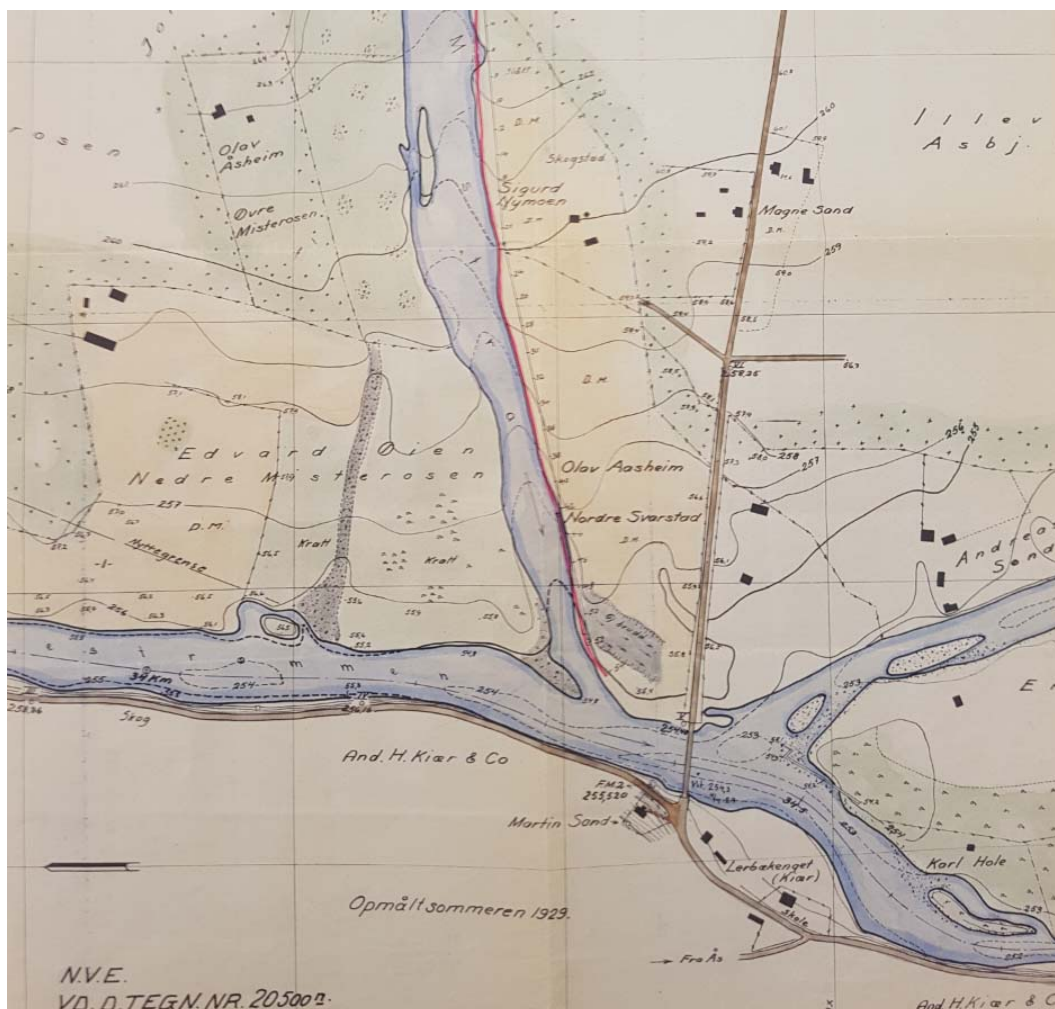
Figur 1- Oversiktskart. Mistra kommer inn mot samløp Rana fra nord-øst

2.2 Teknisk oppbygging

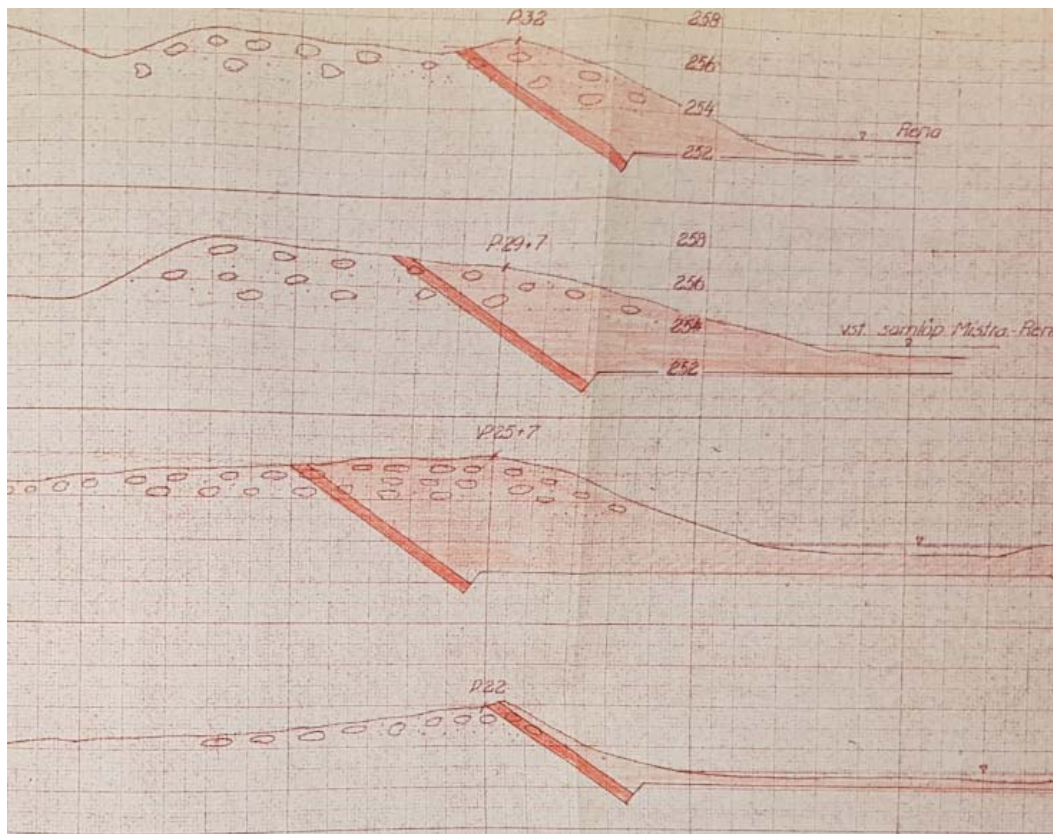
Forbygningene langs Mistra er hovedsakelig bygget med stedlige masser. Sideskråningene har en helning på 1:1,5 og er erosjonssikret. Mistra isgangsverk består i dag av en 1,5 km lang voll, inkludert erosjonssikret kanal med tre terskler. Det er også en 150 m lang voll på motsatt side av elva. Verkene fungerer både som beskyttelse mot oversvømmelse av vann under isgang/flom og som erosjonssikring av elvebredden.

Sikringen er brutt opp flere plasser blant annet på grunn av en skogsbilvei som vekselvis går på toppen av verket og i terrenget på siden. Dette fører til svært variable kotehøyder for toppsikring.

Planverket belyser også at Mistra er en svært masseførende elv og det har i flere omganger vært lastet ut masser fra Mistra og samløpet med Rena elv.



Figur 2- Tidlig kart over planlagt tiltak ved Åkrestrømmen, isgangverket markert med rød strek (Tegning fra NVEs arkiv)



Figur 3- Tidlig profilering med planlagt sikringstiltak fra sikringen langs Mistra (Tegning fra NVEs arkiv)

2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger

Det er ikke funnet dokumentasjon på større skader på verket. Det har likevel vært utført en rekke oppgraderinger av isgangsverket, da problemet med isgang har vedvart.

2.4 Hva sikres av isgangsverket? Eksisterende sikkerhetsnivå

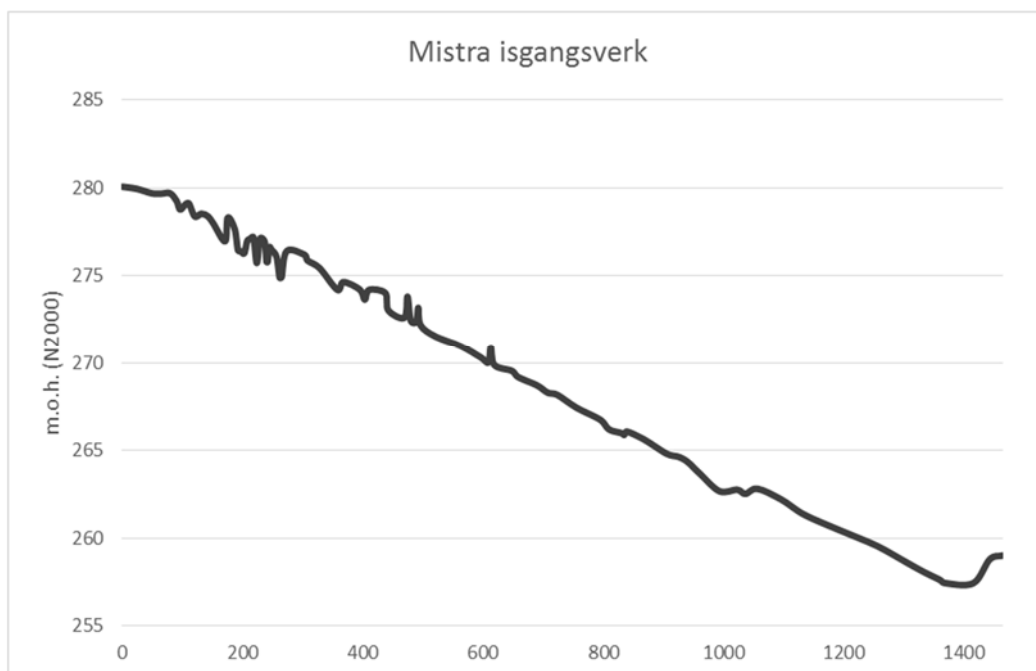
Faren for isgang har først og fremst bestemt av vinterens utvikling i temperatur, snømengder og vannføring. Smelteprosessen som resultat av temperatur og vannføring på våren vil være avgjørende for om isen settes i bevegelse.

Vollene som beskytter Mistra mot isganger er vist på kartet i Figur 4.

Innmålt høydeprofil av hovedverket er vist i Figur 5 etterfølgende.

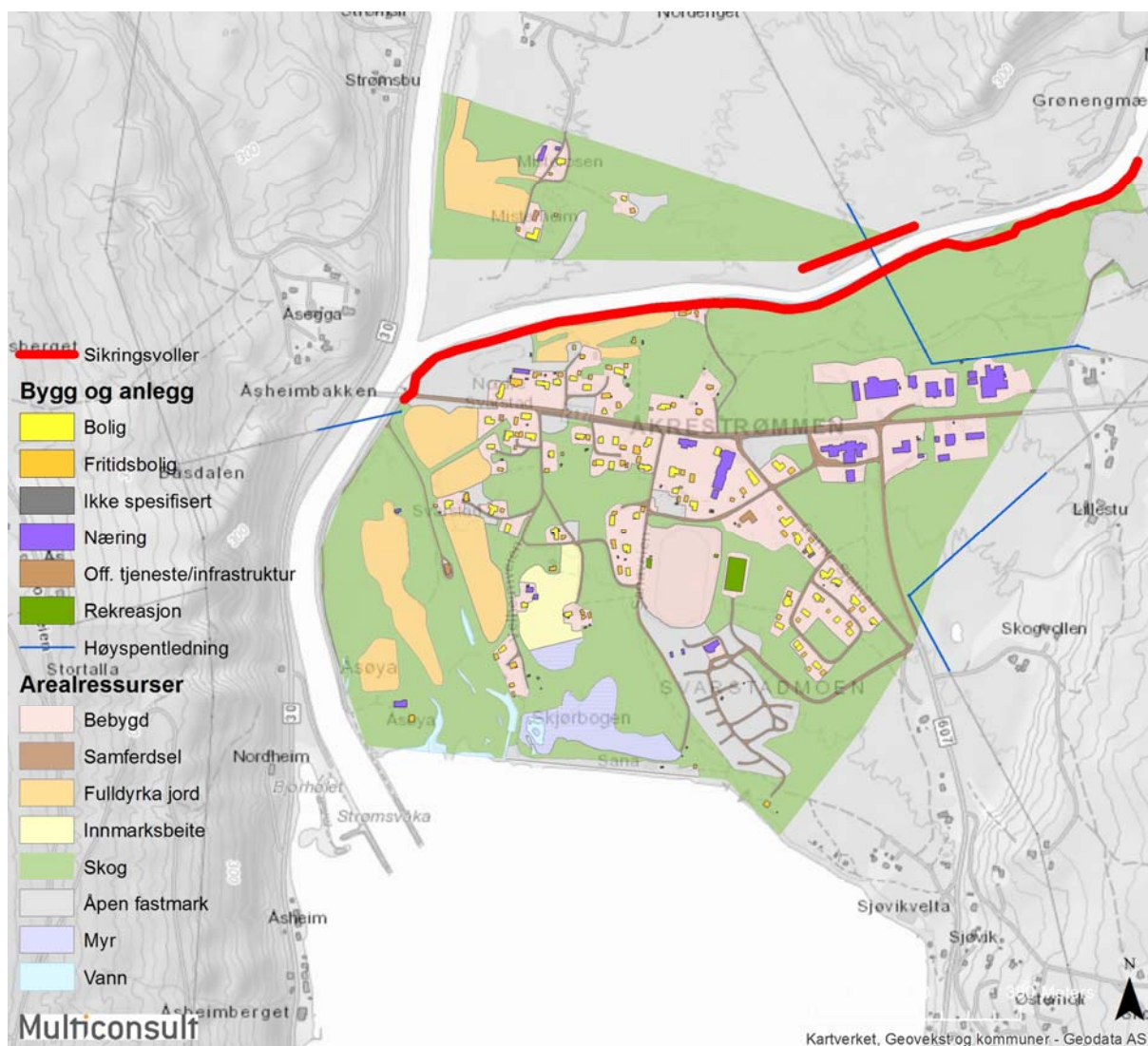


Figur 4 - Ortofoto over Mistra vist med sikringsvoller mot isgang (Kilde: Kartverket)



Figur 5 – Innmålt høydeprofil av hovedverket som sikrer tettstedet mot isganger. Profilet vises fra 0=øst.

Området som er vurdert å være særlig utsatt for en slik hendelse, er analysert for samfunnsverdier i form av antall bygg med ulike bruksformål, totalt areal innen aktuelle arealressurskategorier (AR5, Kartverket 2016), samt viktig infrastruktur som jernbane og transmisjonsnett.



Figur 6 – Analyseområdet nederst for sikringsvollene som vurderes for samfunnsverdier. Kartet viser arealressurser samt bygg og anlegg som potensielt rammes av vannmasser.

Omfanget av bygg som potensielt rammes av vannmasser under isgang er oppsummert i Tabell 1 under med antall bygg for kategoriserte bruksformål og grunnareal. Dette omfatter i hovedsak landbruk og boliger.

Tabell 1 - Antall potensielt utsatte bygg innenfor kategoriserte bruksformål (kilde: FKB bygningsdata for analyseområdet)

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
Annen forretningsbygning	1	340
Annen garasje- /hangarbygning	2	232
Annen idrettsbygning	2	183
Annen industribygning	3	4 080
Annen lagerbygning	3	619
Annen landbruksbygning	3	185

Barnehage	2	409
Bensinstasjon	2	519
Butikkbygning	4	3 055
Bygning for renseanlegg	1	183
Camping/utleiehytte	2	86
Enebolig	54	8 429
Garasje, uthus, anneks til bolig	62	4 082
Helårsbolig som benyttes som fritidsbygning	1	72
Hotellbygning	1	1 444
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	5	813
Hytter, sommerhus og fritidsbygning	14	1 015
Ikke spesifisert	75	1 063
Ishall	1	1 906
Lagerhall	4	1 301
Naust, båthus,	1	32
Tomannsbolig	2	427
Verkstedbygning	2	440
Våningshus	2	265
Total	249	31 180

Arealer som potensielt rammes av vannmasser under isgang er oppsummert i Tabell 2, fordelt på arealressurskategorier (AR5). Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori samt for totalen.

Tabell 2 – Omfanget av potensielt utsatte arealressurser og annen arealbruk innenfor definerte kategorier (kilde: summering av FKB Arealbruksdata for området).

Arealbruk	Sum grunnareal [daa]
Bebyggd	209,1
Samferdsel	40,3
Fulldyrka jord	85,1
Innmarksbeite	13,9
Skog	650,2
Åpen fastmark	95,0
Myr	22,2
Ferskvann	7,4
Total	1 123,2

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2014-2026, er tilgjengelig på kommunens nettside, www.rendalen.no. I følge arealdelen ligger områder i umiddelbar nærhet til Mistra i hensynssone for flomfare. Videre viser planen at fremtidig arealbruk nord for Mistra omfatter områder til Landbruk-, natur- og friluftsmål samt reindrift (LNFR-formål). Sør for Mistra foreligger det i arealplanen områder for fremtidig bebyggelse med sentrumsformål. Kommunen opplyser i midlertid per epost, 12.10.2017, at

i forslaget til ny reguleringsplan ved Åkrestrømmen er områdene langs Mistra regulert til friområder og landbruk.

2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner

Tilsynsrutiner:

Kommunen har ansvar for å føre tilsyn med isgangsverket. Grunneierne på den strekningen der det er etablert isgangsverk blir eier av forbygningen og har ansvar for enkel vegetasjonsrydding. Fylkesmannen i Hedmark er myndighet på kantvegetasjon.

Det er utarbeidet hogstinstruks for området i Nordre Rena med verk (med isgangsverk). Denne hogstinstruksen skal brukes som et verktøy for entreprenører på oppdrag fra grunneier for hogst i de områdene der det i dag er etablert flomverk. All hogst må godkjennes av grunneier. For de kantsonene som ikke er på flomverk må man søke Fylkesmannen i Hedmark om hogst.

Rendalen kommune fører regelmessig tilsyn med verkene (hvert 5. år).

Beredskapsrutiner:

Det er gjennomført en helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse for Rendalen kommune for å gi et overblikk av det lokale risikobildet (*Helhetlig risiko og sårbarhetsanalyse 2017*). Analysen er ment å benyttes til revisjon og videreutvikling av kommunens beredskapsplaner og kommunens øvrige arbeid med samfunnssikkerhet og beredskap. I rapporten er hendelse for ekstremvær/flom gjennomgått og tiltak foreslått.

Det er utviklet en overordnet beredskapsplan (ikke ennå godkjent av kommunestyret, per september 2017) for Rendalen kommune, og kommunen har ansvar for å håndtere krisesituasjoner knyttet til flom og jordskred. Kriseledelsen i kommunen skal koordinere og lede alle kommunale tiltak når krise oppstår. Nødvendige tiltak skal normalt gjennomføres i samsvar med gjeldende fagplaner i beredskapen til de forskjellige utøvende tjenesteenheter.

Kriseledelse vil være den kommunalt ansatte som oppdager eller får melding om krisesituasjon, inntil ansvaret overtas av overordnet eller annen fagansvarlig. Ved en større hendelse vil kommunens ledelse bli kalt inn og etter hvert overta ledelsen. Kommunal kriseledelse er beskrevet i tabellen nedenfor. Det kan være aktuelt at fagpersoner, kommunale eller eksterne (som f.eks. NVE, nødetater eller vegvesen) deltar i beredskapsrådet. Stedfortreder til Beredskapskontakt og Sekretær kan spesifiseres bedre

Tabell 3- Kommunal kriseledelse for Rendalen kommune (Rendalen kommune 2017)

Rolle	Funksjon/Oppgave	Stedfortreder
Ordfører	Leder av beredskapsrådet Informasjon- til media og innbyggere. Representerer det politiske ansvar og kontaktpunkt	Varaordfører
Rådmann	Leder av kommunens kriseledelse	Personalsjef
Virksomhetsleder	Administrativ ledelse helse/omsorg/ hjemmetjeneste	Avdelingsleder Helse og omsorg
Virksomhetsleder Oppvekst	Administrativ ledelse oppvekst og kontaktpunkt mot skoler og barnehager	Stedfortreder for Oppvekstsjef
Virksomhetsleder Kultur	Informasjonsleder	Stedfortreder for virksomhetslederkultur
Beredskapskontakt	Beredskapskontakt/systemadministrator CIM	Stedfortreder
Sekretær	Loggfører CIM	Stedfortreder

3 Teknisk tilstand

3.1 Sikringsverk

Det ble utført befaring på Mistra isgangverk den 30.08.2017. Tilstede på befaringen var Frank Engene fra Rendalen kommune og Media Sehatzadeh og Jon Magnus Amundsen fra Multiconsult.

Under befaringen ble toppen av isgangverket innmålt og anlegget i sin helhet befart. Registrering i felt har bestått av registrering av høyde for vollene og funn på verkene (utglidninger, erosjon, vegetasjon, etc.). Registrering av skader ble utført digitalt ved bruk av ESRI app ArcGIS Collector på Zeno 20 GPS utstyr fra Leica, og ble lagret digitalt i format som er kompatibelt med GIS-programmer.

Følgende liste er brukt for registrering i felt:

Tegn på lekkasje gjennom isgangverk

1. Indre erosjon

Ytre skader på isgangverk

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

Andre registreringer på isgangverk

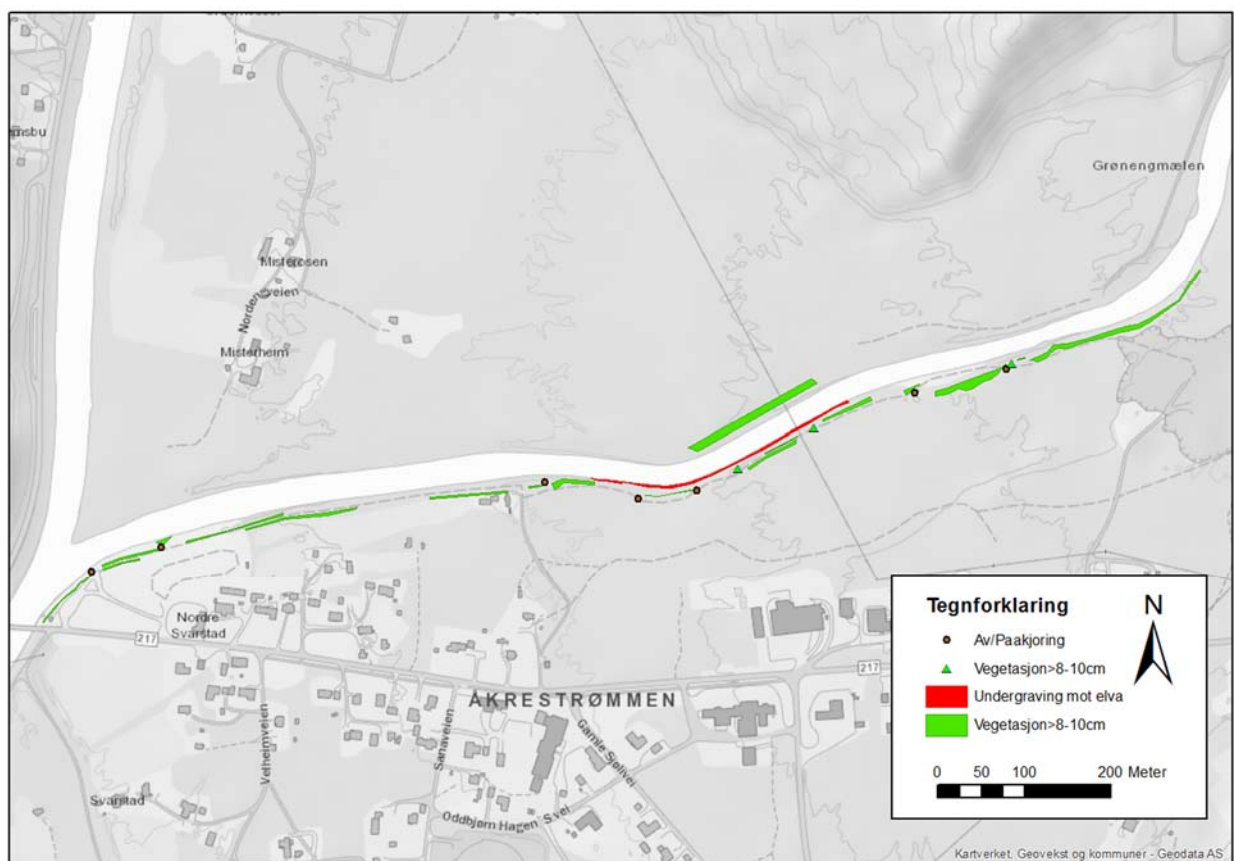
1. Manglende framkommelighet for kjøretøy
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten
3. Manglende erosjonssikring

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 tilstand på sikringsverkene er presentert i detaljert kart med markerte observasjoner i figurene nedenfor. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.

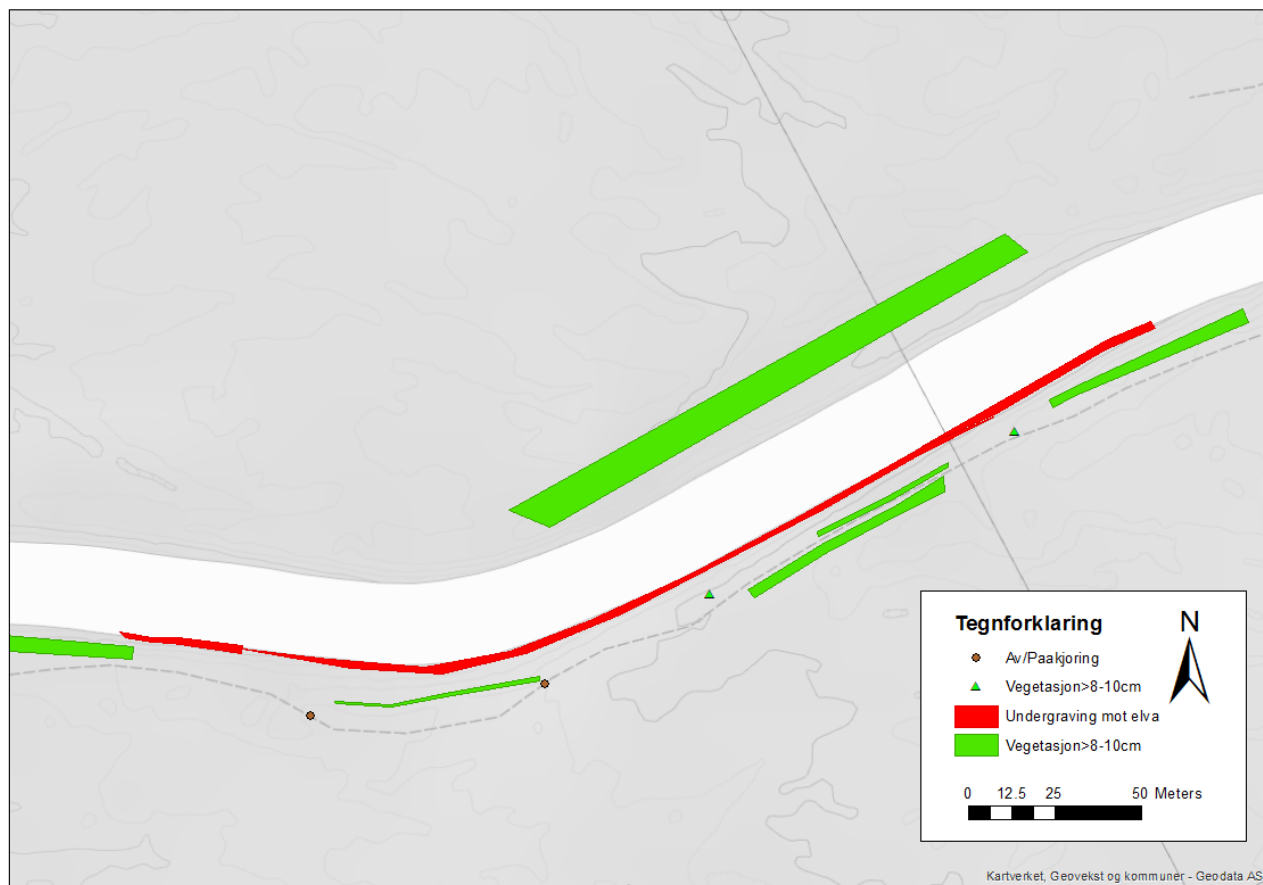
Ved befaringen ble det observert et ca. 150 meter langt verk på nordre side av elva (også med tiltaksnr. 6572) som var dekket med tett vegetasjon og dermed ikke kunne måles inn. Vegetasjonen er likevel markert på kartet. Området bak det 150 m lange verket består av skog (se figurene nedenfor).



Figur 7- Observasjonene ved isgangverket.



Figur 8- Isgangverket mot Mistra. Skader på erosjonssikringen er ikke synlig på grunn av buskene (Bilde: Multiconsult)



Figur 9- Observasjoner fra befaring. Skadet erosjonssikring

På et lengre parti er erosjonssikringen skadet. Eroderbare masser er blottlagt og verket undergraves på en ca. 320 meter lang strekning. Verket er også stedvis dekket med større vegetasjon. Det er 7 av- og påkjøringer på isgangverket på denne strekningen.

Det ble observert to terskler i elva ved befaringen. Den øvre terskelen ser ut til å være i god stand og det ble ikke observert noen erosjonshull eller andre svake punkter. Den andre terskelen var vanskelig å vurdere på grunn av høy vannstand på befaringstidspunktet.



Figur 10- Terskel lengst oppstrøms (Bilde: Multiconsult)

Sikringshøyden langs bredden er svært variabel. Det går i dag en vei langs isgangverket som bryter opp sikringen flere plasser.

På befaringen ble det opplyst at is tidligere har gått over isgangverket ved en hytte ca. 750 m nedover fra oppstrøms ende. Samtidig gikk det is over verket i oppstrøms ende og isen tok seg inn i steinbruddet på elvas venstre side.

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

4.1.1 Tilgang

Det er god tilgang til isgangverket, men framkommeligheten begrenses noe av vegetasjon. Deler av fyllingen inneholder svært lite finstoff, steinene vipper og ferdsel føles noe utrygt.

4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel

Vedlikehold av verket er generelt bra, men det er tett og stor vegetasjon på store deler av verket.

Det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig for å sikre at den ikke vokser seg for stor. Slik blir det også lettere å inspisere isgangverket.

4.2 Teknisk tilstand sikringsverk

Vegetasjonen langs isgangverket kan potensielt føre til skader på erosjonsbeskyttelsen og forårsake ustabilitet (spesielt dersom store trær blåser overende, river med seg deler av rotsystemet og blir liggende som rotvelt). Når vegetasjonen dør og røttene råtner bort vil de etterlate hull og svake soner som er ekstra utsatt for lekkasje. Vegetasjon større en 8-10 cm i diameter, markert i Figur 7, bør derfor fjernes. Skjøtsel må skje regelmessig.

Erosjonssikringen langs de nedre delene av Mistra isgangverk er i god forfatning, og det ble ikke observert større skader, mens de øvre delene har en del erosjonsskader. Erosjonsskadene har oppstått midt i skråningen og skyldes trolig skader fra is som driver i overflaten ned elva. Dimensjonering av erosjonssikringen er ikke kontrollert.

Toppen av isgangverket er flere steder svært udefinert. Mange steder er det også lite finstoff i løsmassene, her fremstår vollen som ur av stor stein. Hvor vidt dette skyldes utvasking fra vann som strømmer over/gjennom vollen eller om vollen ble bygget slik er noe usikkert. Den variable sikringshøyden og erosjonssikringen med stor stein vil trolig være godt egnet for å bryte opp isen, men vollen vurderes som svært permeabel. Det vil med andre ord være mye lekkasje dersom vannstanden presses opp mot toppen av vollen, for eksempel på grunn av isdammer. For isganger dette vil trolig ikke være et problem.

Høyden på isgangverket er godt dimensjonert mot flom, ut fra flomsonekart. Hvor vidt sikringstiltaket har en god effekt ved isgang og høy vannstand som følge av isdammer er ikke videre vurdert da dette vil kreve en mer detaljert gjennomgang av observasjoner og erfaringer fra tidligere hendelser.

Isgangverkets stabilitet er vurdert gjennom en generell stabilitetsanalyse for typiske flomverk, se vedlegg 1. Isgangverkets største høyde over terreng er i størrelsesorden 1-1,5 m. Denne beskjedne høyden tilsier en høy sikkerhetsfaktor mot utglidninger på luftsiden og vurderes som tilstrekkelig.

Skråningshelningen på vannsiden på 1:1,5 er en del brattere enn det typiske flomverket i vedlegget. Det kan være en fare for at høyt poretrykk i fyllingen ved avtakende vannføring kan redusere skråningsstabiliteten. Det er viktig at man etter en flom og isganger inspiserer vannsiden av verket for skade på erosjonssikringen og samtidig ser etter utglidninger som kan ha oppstått.

4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold

Utbedring av erosjonssikring på en 320 m lang strekning, se Figur 9.

5 Kostnadsoverslag for oppgradering

Rater 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

Kostnader er estimert basert på rehabiliteringsarbeider anbefalt i 4.3, og inkluderer ikke alle anbefalte opsjoner eller driftsrelatert vedlikehold, dvs. skjøtsel av vegetasjon, etablering av nødoverløp eller ytterligere undersøkelser.

Isgangverk (1596/6572)	Mengde	Enhetspris	Delsum
Forberedende gravearbeider	640 m ³	110 kr/m ³	Kr 70 400
Utlekking av filtermaterialer	250 m ³	170 kr/m ³	Kr 42 500
Utlekking av erosjonssikring	1500 m ³	170 kr/m ³	Kr 255 000
SUM			Kr 370 000

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

6 Referanser

- [1] NVE 2002, Flomsonekart Delprosjekt Åkrestrømmen Rendalen kommune, Ahmed Reza Naserzadeh, august 2002
- [2] Rendalen kommune 2017, Beredskapsplan, Versjon 0.1 Utkast til Beredskapsplan september 2017
- [3] Rendalen kommune 2014, *Arealplan etter PLB av 2008, Kommuneplanens arealdel 2017-2026*, tilgjengelig fra <http://www.rendalen.kommune.no/file=17954>, lastet ned 09.10.17 Rendalen kommune 2017, Helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse, august 2017
- [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

Vedlegg 1

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	Robin Wood
KONTAKTPERSON	Grete Hedemann Aalstad	SAKSBEHANDLER	Robin Wood
KOPI		ANSVARLIG ENHET	1087 Oslo Hydrologi

1 Geotekniske beregninger – Typisk flomverk

1.1 Generelt

Multiconsult har fått i oppdrag av NVE å systematisk gjennomgå 19 flomverk i 5 kommuner i Hedmark for å kartlegge disse anleggenes status og vurdere behov for oppgradering.

Dette notatet vurderer stabiliteten til et typisk flomverk. Denne analysen vil bli brukt som grunnlag for en stabilitetsvurdering av de 19 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 bare 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 myravssetninger i gamle meanderslynger.
- Mangelfull drenasjekapasitet på luftside
- Punktert plastfolie (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)
- Glidning langs plastefolien (I flomverk bygget fra 1975 til 1985)

01	6.11.17	Etter kommentar fra NVE	ROW	JMA	ROW
00	26.10.17	Geotekniske beregninger – Typisk flomverk	ROW	JMA, AB	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:

- Stasjonærtilstand (Luftside)
- «Transient analysis» (Vannside og Luftside)

«Stasjonærtilstand» 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 før eller etter 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.

1.3 Inngangsdata og beregninger

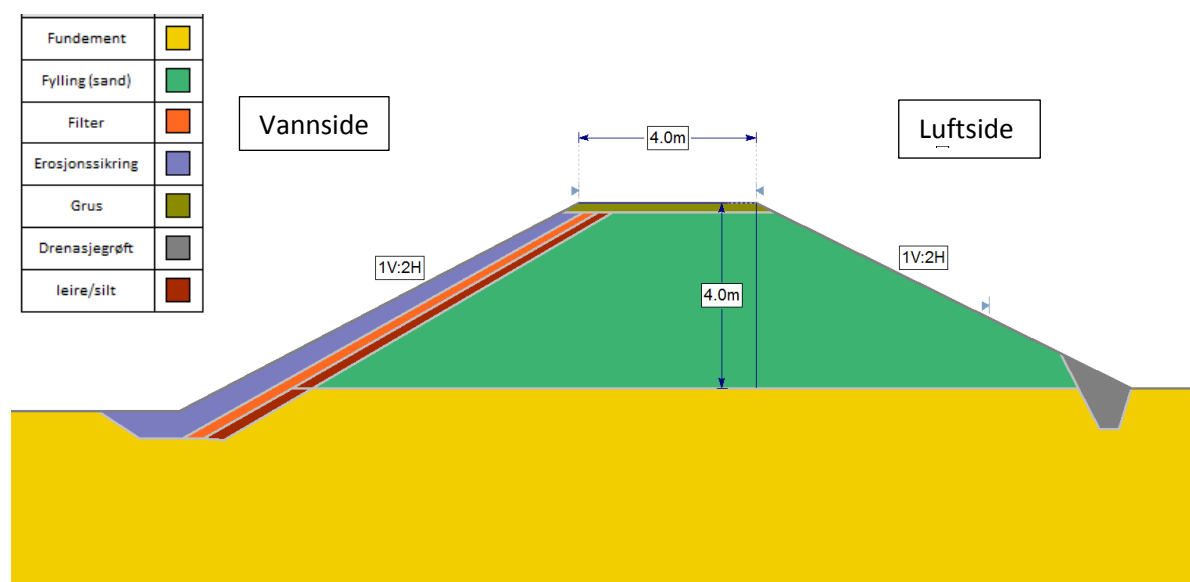
1.3.1 Analysemetode

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:

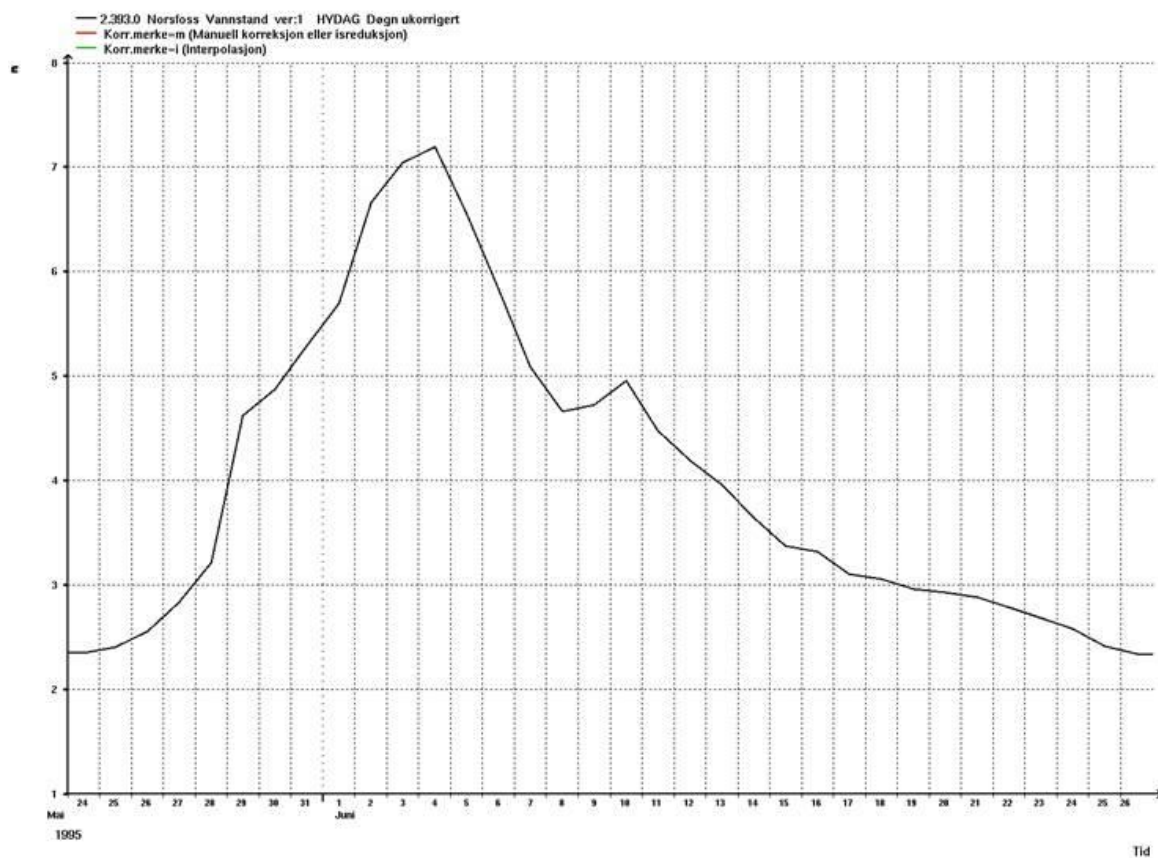
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



Figur 1: Representativt snitt av flomvoll, med soneinndeling

1.3.3 Hydrauliske forutsetninger

Ved stasjonærtilstand ble vannstanden på 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, 0,5m under topp flomverk.



Figur 2: Hydrogram fra 1995 flommen

1.3.4 Geotekniske parametere

Styrkeparametere og permeabilitetsverdier benyttet i beregningen er vist i tabell 1. 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 1: Geotekniske styrkeparametere.

Materiale	Beskrivelse	Parameter	Kommentar / kilde
1 Fundament (Naturlig grunn)	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	34°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
2. Fylling (sand)	Vekt	18 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	36°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
3. Filter (Grus)	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0	
	Friksjon	38°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁴ m/s	
4. Erosjonssikring	Vekt	18 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	42°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻¹ m/s	
5. Drenasjegrøft	Vekt	23 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	38°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻² m/s	
6. leire/silt	Vekt	20 kN/m ³	Konservativt anslått
	Kohesjon	0 kPa	
	Friksjon	32°	
	Mettet permeabilitet	10 ⁻⁶ m/s	

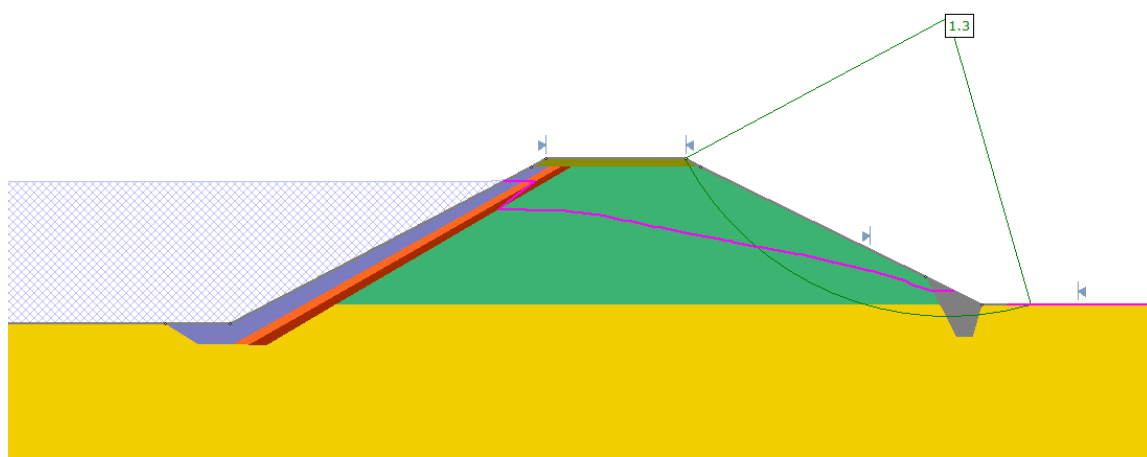
1.4 Beregninger og resultater

Tabell 2 Resultatene av analysen.

Tilfelle	Damside	Vannstand	Beregnet SF
Stasjonærtilstand	Luftside	0,5m under toppen	1,3
"Transient analysis"	Luftside	0,5m under toppen	1,3
	Vannside		1,5
	Luftside	Ugunstig (se, Figur 4 og Figur 5	1,3
	Vannside		1,4

1.4.1 Stasjonærtilstand Luftside,

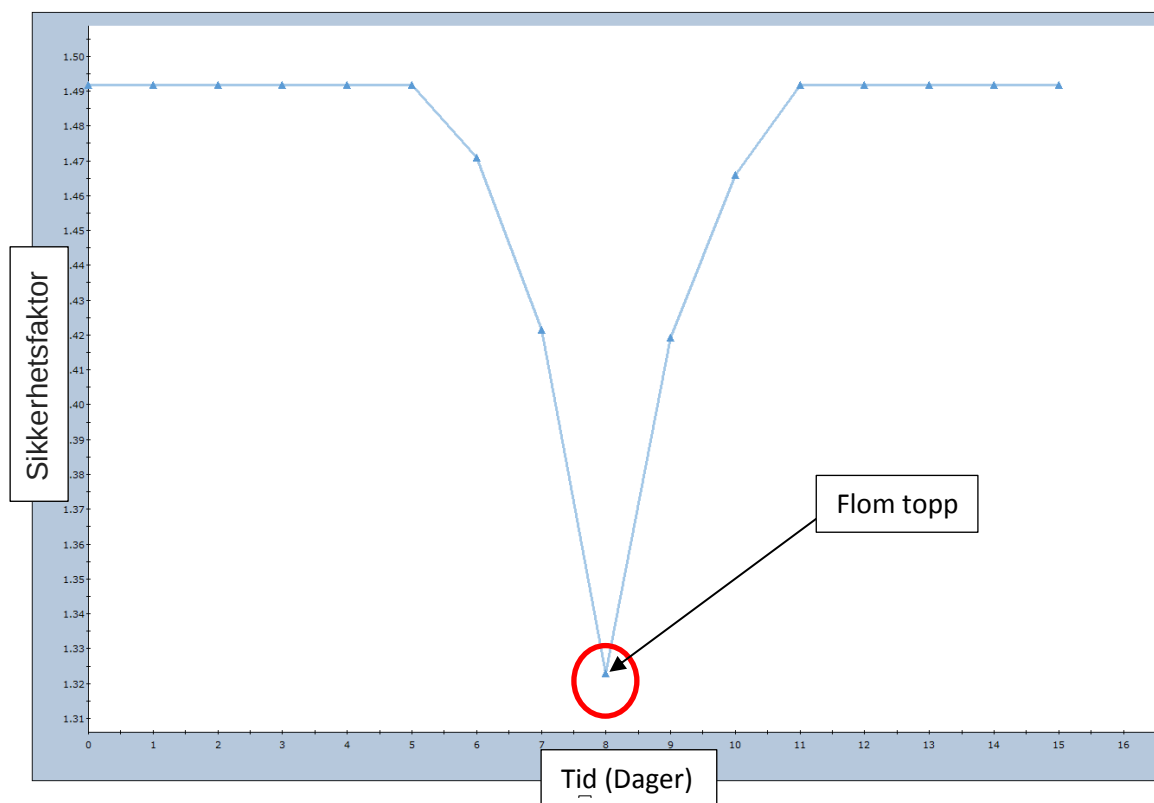
Sikkerhetsfaktoren under stasjonærtilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom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

1.4.2 «Transient analysis» Luftside,

Analysen viser at sikkerhetsfaktoren er minst ved flomtoppen. Under normal elveflyt 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 stasjonærtilstand. En tykkere tetning eller mindre permeabel tetning vil bety at faktorsikkerheten faller mindre under flommen, da poretrykklinjen i flomverket vil ligge lavere.

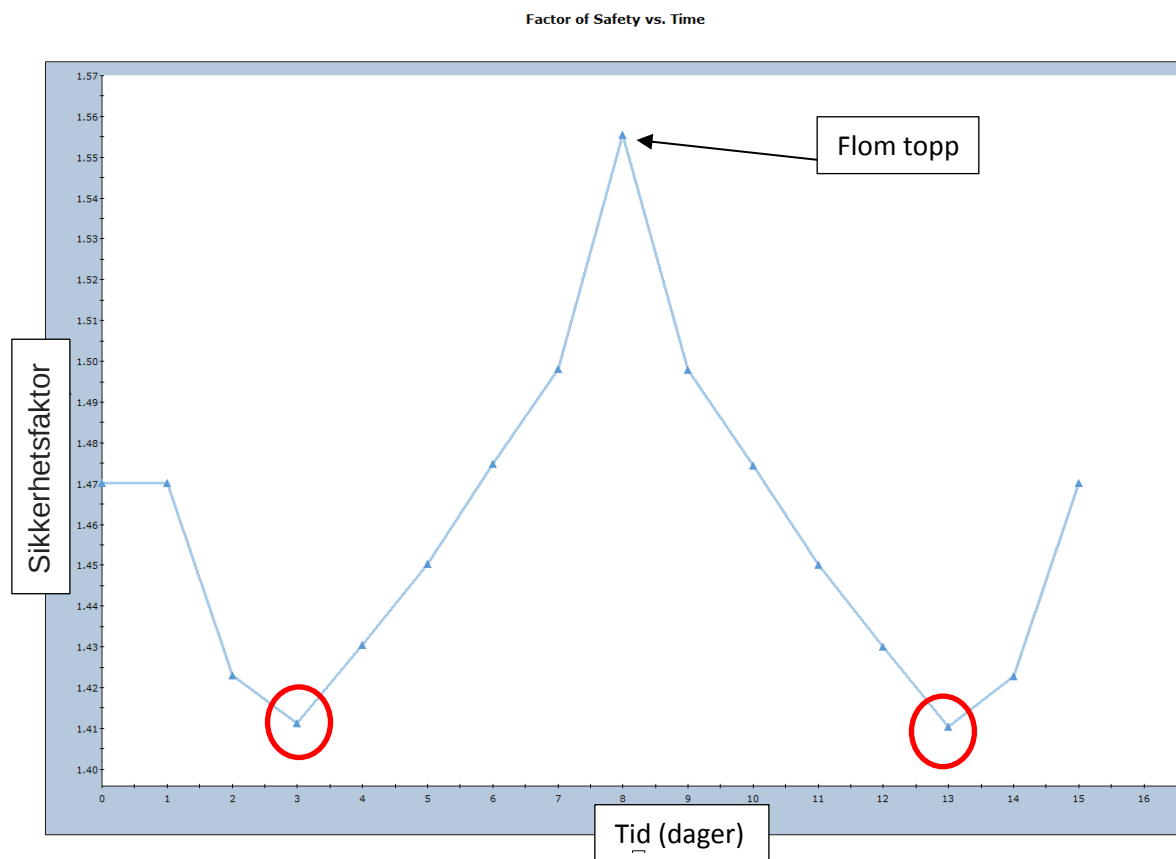


Figur 4: «Transient analysis» Luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)

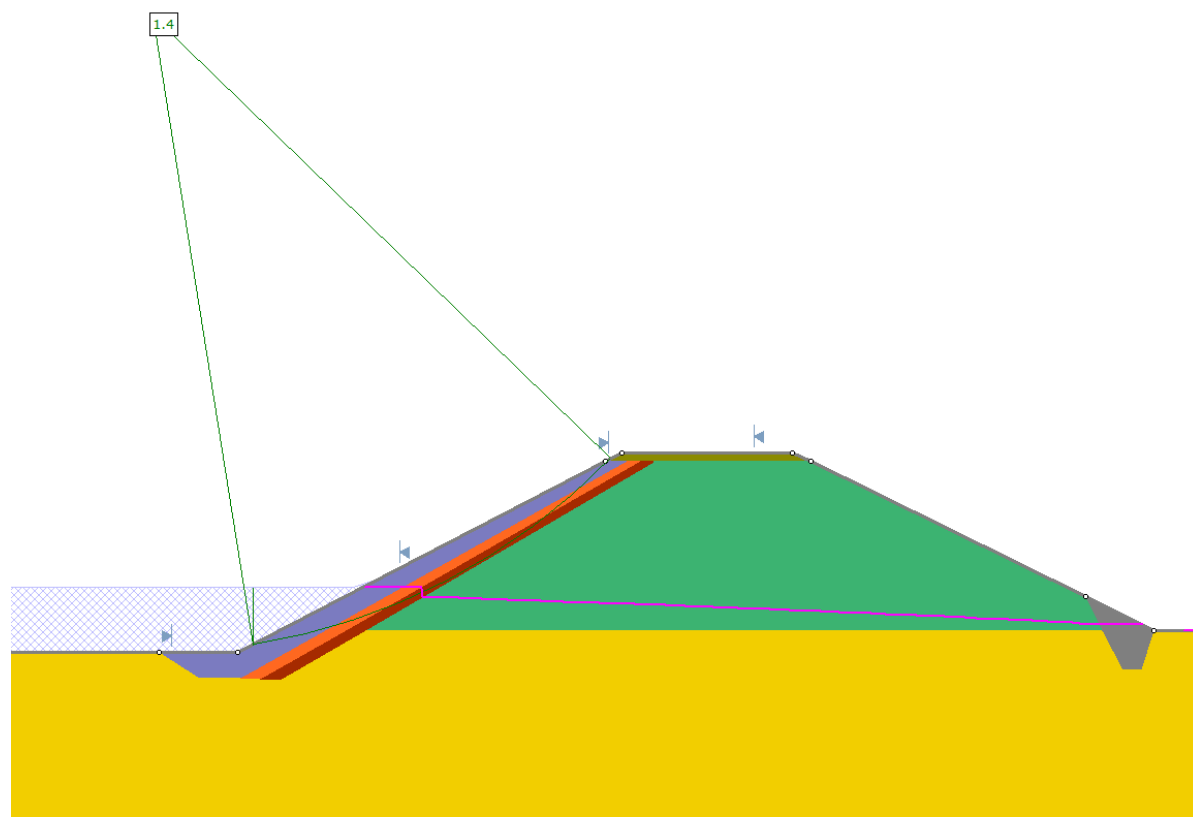
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

Sikkerhetsfaktoren på vannsiden er lavest under flom start (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 (ugunstig markert med en rød sirkel)



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

1.5 Konklusjoner

Analysen viser at det typiske flomverket har en sikkerhetsfaktor på mer enn 1,3 i alle tilfeller og det typiske flomverket anses derfor å være tilstrekkelig stabilt gitt de konservative antagelsene.

De 19 flomverkene vil bli 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.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

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