



Seim flomverk (VV 9156), Sør-Odal kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

30
2018



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 30-2018

Seim flomverk (VV 9156), Sør-Odal kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

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

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Einar Moss

ISBN 978-82-410-1683-7

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 Seim flomverk ved Seimsjøen i Sør-Odal. Flomverket er ca. 400 m langt, og beskytter et område på ca. 550 daa. Sikringsområdet består hovedsakelig av dyrka mark, samt tre bygg hvorav ett bolighus. Flomverket er i generelt god stand, og har kun behov for ordinært vedlikehold.

Emneord: Flomverk, Sør-Odal

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

Seim flomverk (VV 9156), Sør-Odal kommune

Status og vurdering av behovet for oppgradering

OPPDRAUGSGIVER

NVE

EMNE

Flomverk og pumpestasjoner i Region Øst;
status og behov for oppgradering
Tiltaksnummer 9156

DATO / REVISJON: 12. des. 2017/ 00

DOKUMENTKODE: 130615-RiEn-RAP-020



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-011
EMNE	Seim Flomverk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	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 Seim flomverk i Sør-Odal kommune. Flomverket beskytter et 0,55 km² stort areal, som inneholder 3 bygg.

Det er observert manglende erosjonssikring ved flomverket, og noe kratt og vegetasjon. Det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig for å sikre at den ikke vokser seg for stor. Da flomverket beskytter mot stillestående vann vil det ikke være behov for oppgradering av erosjonssikringen. Det er vurdert at flomverket ikke har behov for oppgraderinger eller rehabilitering foruten noen punkter som regnes som normal drift og vedlikehold.

00	12.12.2017	Rapport	MEDS/RW/RA/AT	HANN/TCW/AGB	RW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

Begrepsliste	Error! Bookmark not defined.
1 Bakgrunn	5
2 Faktadel.....	7
2.1 Nøkkelinformasjon om Seim flomverk.....	7
2.2 Teknisk oppbygging	5
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger	9
2.4 Hva sikres av flomverket? Eksisterende sikkerhetsnivå.....	10
2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå.....	10
2.4.2 Konsekvensvurdering av flom	11
2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet	14
2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner.....	14
3 Teknisk tilstand.....	15
3.1 Flomverk	15
3.2 Pumpestasjon	18
3.2.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på pumpestasjonen.....	18
4 Vurderinger	20
4.1 Tilsyn og beredskap	20
4.1.1 Tilgang.....	20
4.1.2 Vedlikehold	20
4.2 Teknisk tilstand flomverk.....	20
4.3 Teknisk tilstand pumper og pumpestasjon	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på pumpestasjonen.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Behov for oppgradering og vedlikehold.....	20
4.5 Anbefalt sikkerhetsnivå	20
4.6 Plassering av nødoverløp	20
5 Referanser	21

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 sammensynking av terreng på grunn av f.eks. mekanisk belastning.
Setninger i erosjonssikring	Utvasking av finstoff bak erosjonssikring som fører til setningsskader (Problem med 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.

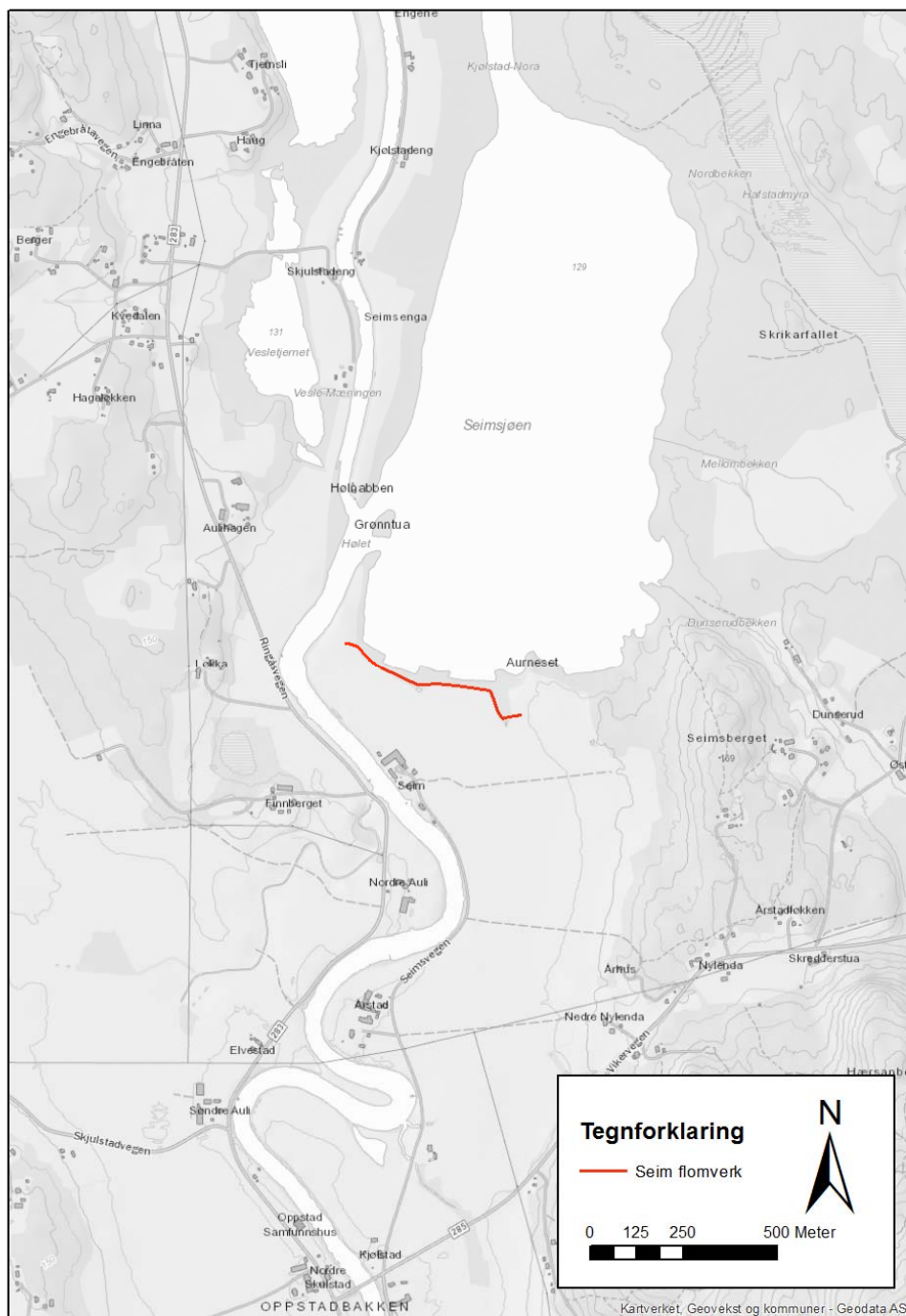
2 Faktadel

2.1 Nøkkelinformasjon om Seim flomverk

Seim flomverk ligger mot Seimsjøen som er en del av Storsjøen. Utløpet til Seimsjøen er starten på Oppstadåa som videre renner ut i Glomma. Oppstadåa oppfører seg noe spesielt på grunn av den lave gradienten ut til Glomma, og ved høye vannføringer i Glomma kan strømmen i Oppstadåa vende om og vannet kan renne motsatt vei helt opp til Storsjøen.

Tiltakene ved Seim består hovedsakelig i en 402 meter lang flomvoll mot Seimsjøen med to pumpestasjoner, som beskytter dyrket mark og bebyggelse. I tillegg omfatter tiltakene erosjonssikring mot Oppstadåa. Erosjonssikringen er ikke videre vurdert i denne rapporten, men terrenghøydene langs Oppstadåa er tatt med i vurderinger rundt sikringshøyde.

Seim flomverk er et privat flomverk bygget med tilskudd fra NVE.



Figur 1 – Oversiktskart (rød linje er basert på profilmålinger)

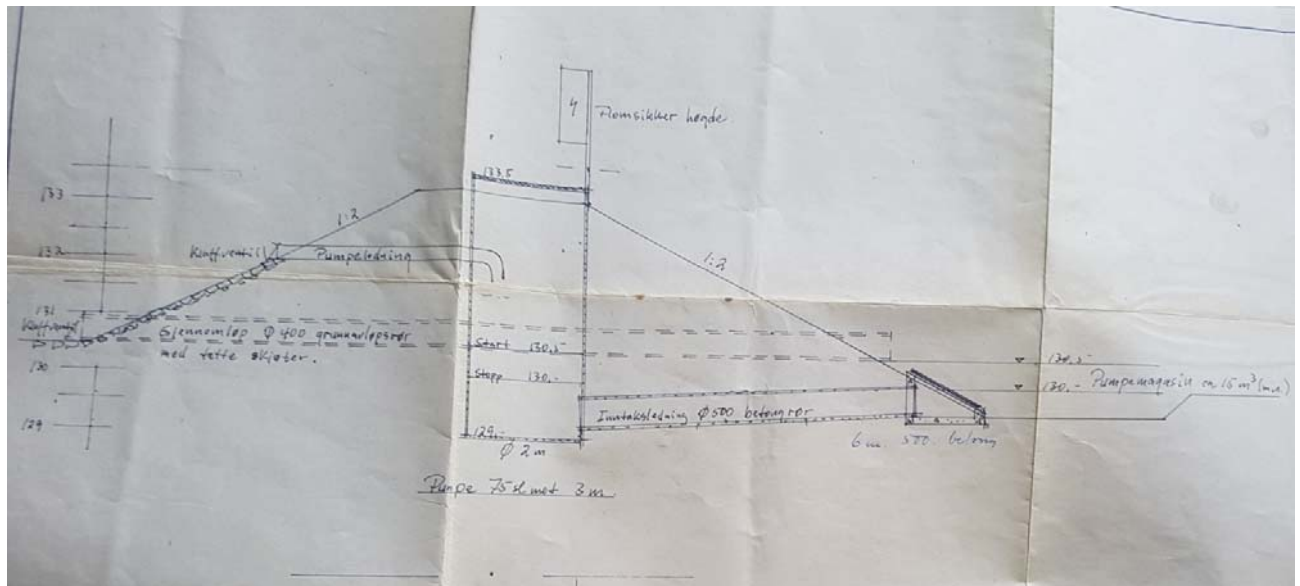
2.2 Teknisk oppbygging

Flomvollen mot Seimsjøen er bygget opp av lokale sandmasser fra bankene i Seimsjøen. Flomvollen er ikke erosjonssikret foruten steinsetting rundt utløpene fra pumpestasjonene.

Kronebredden ble planlagt til 4m og skråningshelning på luftside og vannside ble planlagt til 1:2. Flomvollen er bygget med et stort fribord (opp mot 1 m) til omkringliggende terreng.

Den ene pumpestasjonen har et utløp gjennom flomverket og har en kapasitet på 100 l/s. Det finnes ingen tilbakeslagsventil for pumperøret, kun en manuell rattventil.

Det ligger også et lavvannsrør gjennom fyllingen med tilbakeslagsventil.



Figur 2: Snitt gjennom planlagt flomvoll ved pumpestasjon med høy kapasitet (tegningen fra grunneier)

Den andre pumpestasjonen pumper vannet over toppen på flomvollen og i et avløpsrør som strekker seg ned langs vannsiden av flomvollen, pumpekapasitet er 25 l/s. Pumpearangementet her krever ingen tilbakeslagsventil.

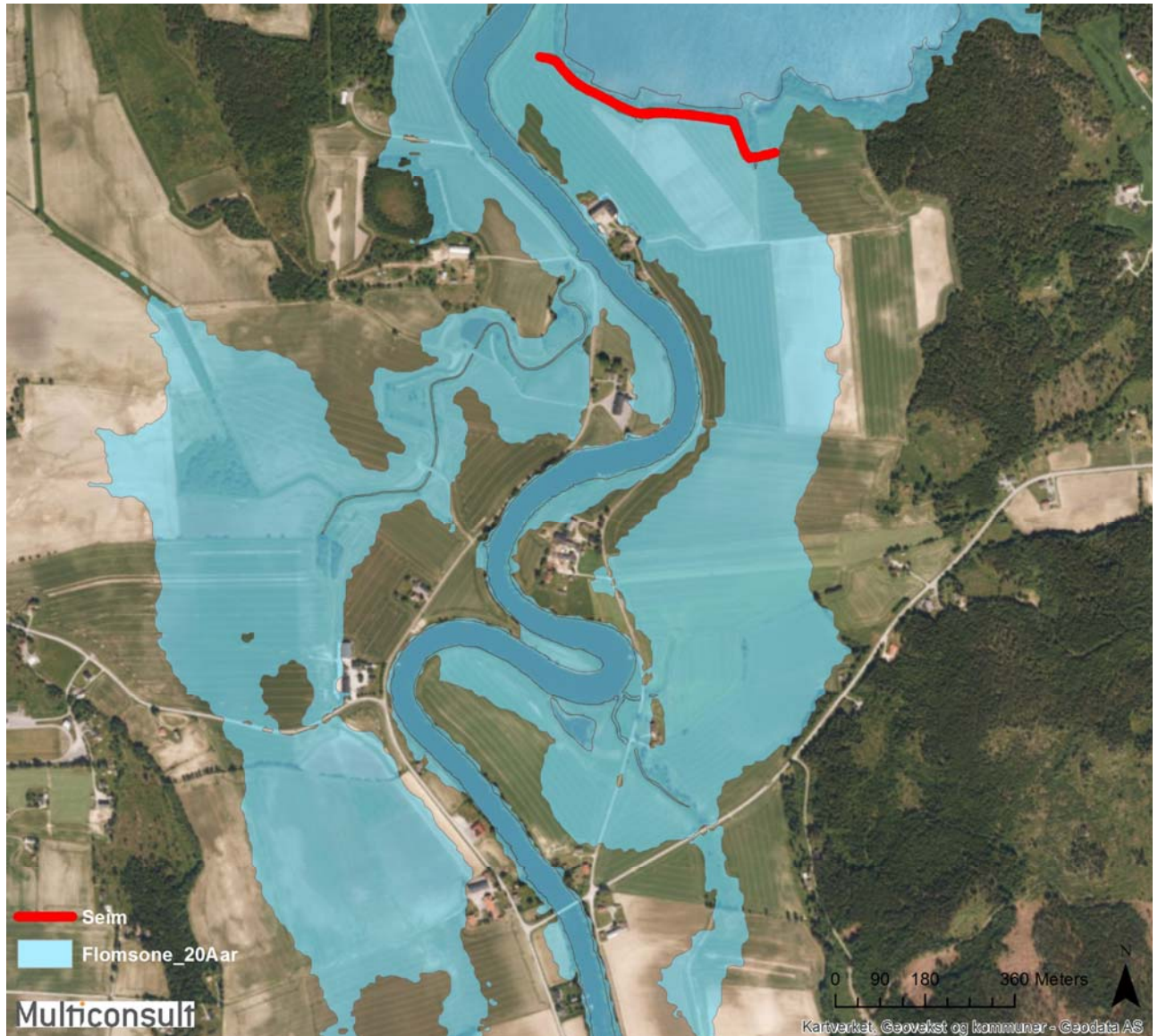
2.3 Større skader, utført vedlikehold og oppgraderinger

Flomverket ble ikke overtoppet under 1995 flommen, men flomverket fikk setninger/ble sammentrykt mot luftsiden på store deler av strekningen og fikk dermed redusert høyde og stabilitet.

Skadene ble utbedret gjennom reetablering av støttefylling på luftsiden. Utbedringen ble gjennomført med tilskudd fra NVE.

2.4 Hva sikres av flomverket? Eksisterende sikkerhetsnivå

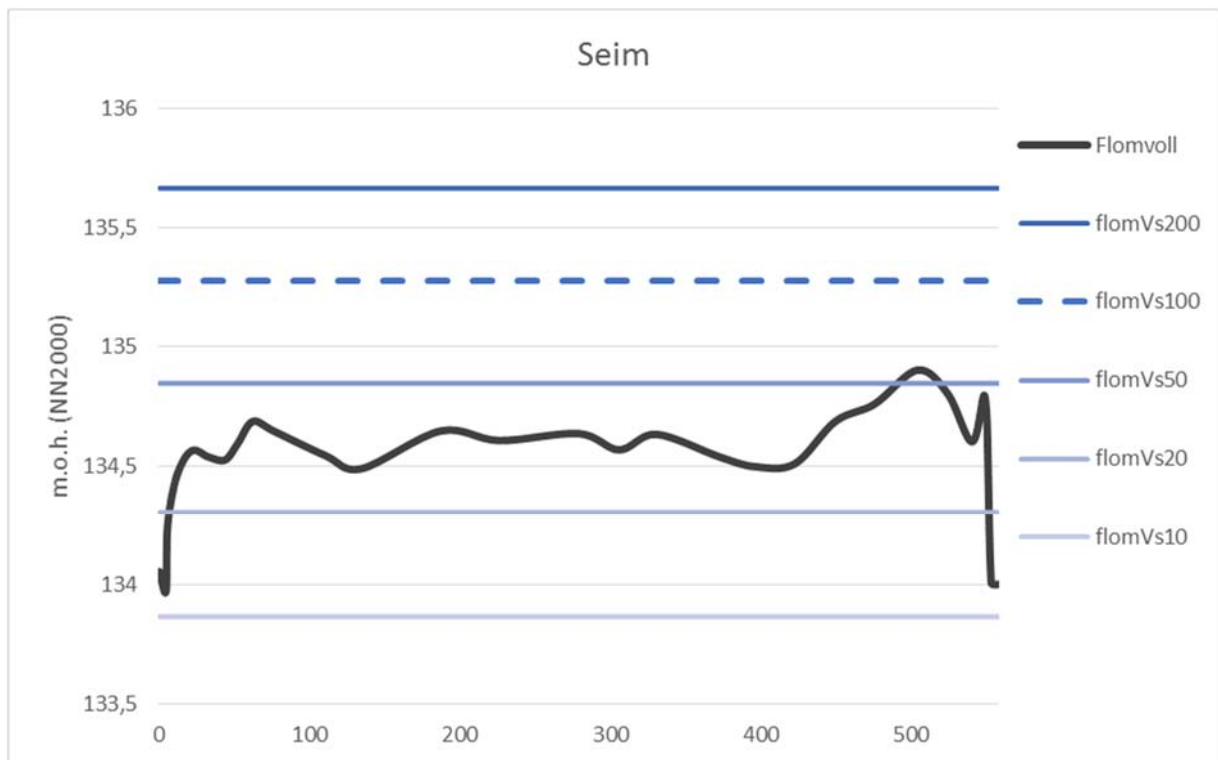
Flomvollen har til formål å beskytte landområdene bak som vist på kartet i Figur 3 med flomsone for 20 års gjentaksintervall. Ved høyere flomnivåer vil flomsonen for området være sammenfallende med elven.



Figur 3 - Kartet viser aktuelle flomtiltak samt flomsone for 20-års gjentaksintervall i en situasjon uten sikringstiltak.

2.4.1 Eksisterende sikkerhetsnivå

Innmålt høydeprofil av flomverket med vannstander ved ulike flomfrekvenser (tverrprofilen #31) sees på Figur 4.

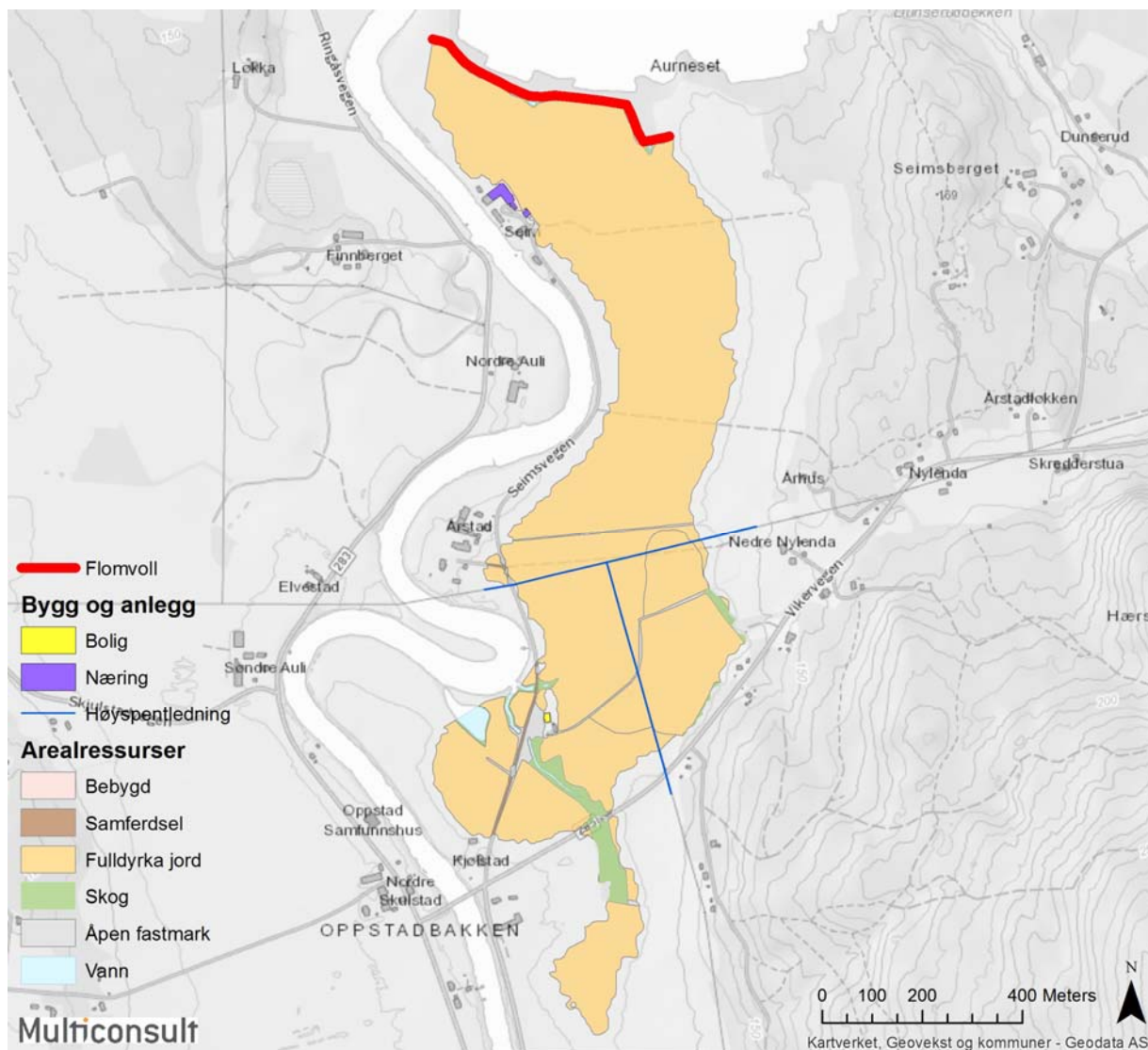


Figur 4- Flomverkets høydeprofil og vannstander ved ulike flomfrekvenser. Profilene sees fra vannsiden, dvs. at 0=østlige ende.

2.4.2 Konsekvensvurdering av flom

Flomvollen beskytter området mot flommer opp til tilsvarende 20-års gjentakintervall, hvor flom vil bryte igjennom, både ved flomvollen og i form av bakvann fra elven. Profilet og Figur 3 viser at terrenget rundt ligger lavere enn 20-årsflom, men det er antatt at det likevel sikres mot ca. 20-årsflom. For å estimere skadepotensial legges utbredelsen av en 20-årsflom til grunn. Ved en slik hendelse vil et område på 0,55 km² bli rammet.

Området som sikres av flomverket 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 5 – Analyseområdet som vurderes for samfunnsverdier i flomsonen. Kartet viser arealressurser samt bygg og anlegg.

Omfanget av bygg som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 1 under med antall bygg for kategoriserte bruksformål og grunnareal. Dette omfatter bl.a. boliger, idrettsfasiliteter, en skole og et studenthjem.

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

Bruksformål, detaljert	Antall	Sum grunnareal [m ²]
Annen landbruksbygning	1	146
Enebolig	1	199
Hus for dyr/landbruk, lager/silo	1	1 171
Total	3	1 516

Omfanget av arealer som potensielt rammes av flom er oppsummert i Tabell 2 under med antall arealressurskategorier (AR5). Arealet er oppsummert innen hver arealbrukskategori samt for totalen.

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

Arealbruk	Sum grunnareal [daa]
Bebyggd	0,9
Samferdsel	1,7
Fulldyrka jord	516,4
Skog	15,9
Åpen fastmark	7,4
Ferskvann	4,1
Total	546,4

2.5 Utbyggingsplaner i sikringsområdet

Kommuneplanens arealdel 2013-2024 er tilgjengelig fra karttjenesten <http://kart.sorhedmark.no>. I følge arealdelen sikrer flomverket et område som er kategorisert etter nåværende Landbruk-, natur- og friluftsmål samt reindriftsmål (LNFR-mål). Området i kantsonen til Seimsjøen er båndlagt og vernet etter naturmangfoldloven. Kommunen opplyser per epost, 24.10.17, at det ikke foreligger utbyggingsplaner i sikringsområdet.

2.6 Kommunens tilsyns- og beredskapsrutiner

Tilsynsrutiner:

Ut fra forskrift for *tilsyn av sikrings- og miljøtiltak* er kommunen forpliktet til å føre tilsyn med flomverkene, og det skal for tilsynet benyttes skjema fra NVE.

Grunneierne fører tilsyn etter egne rutiner og flomsikringslaget har ikke noe tilsyn med anleggene.

Beredskapsrutiner:

Det har blitt gjennomført en helhetlig ROS- analyse for Sør-Odal kommune. Dette ledet videre til utarbeidelse av en overordnet beredskapsplan for kommunen med tilnærming for ulike beredskapshendelser som f.eks. flom, skred og dambrudd. Det er utført flere øvelser i forbindelse med beredskapsarbeidet, blant annet ble det flomøvelse i 2013.

Det er rådmannen som beslutter om beredskapsledelsen skal etableres, hvem som innkalles og når den skal avvikles. Beredskapsledelse settes primært i rådhuset. Medlemmer i beredskapsledelsen består av Rådmann, Ordfører, Beredskapsleder, Kommunikasjonsleder, Virksomhetsledere, Kommunelege, IKT-leder, Brannsjef og Støttefunksjonærer. Funksjonsbeskrivelse til hver enkelt er beskrevet i detalj i beredskapsplanen.

Det er utviklet tiltakskort som beskriver beredskapsledelsens oppgaver dersom en flom skulle inntreffe. Tiltakskortene er utviklet på grunnlag av dimensjonerende hendelser basert på den helhetlige ROS-analysen og beredskapsanalyse. Kortet beskriver oppgaver og ansvarsfordeling gjennom de ulike fasene; varsling, mobilisering, håndtering og normalisering.

3 Teknisk tilstand

3.1 Flomverk

Det ble utført befarings på Seim flomverk den 14.09.2017. Tilstede på befaringen var Einar J Moss (grunneier), Morten Andreassen fra Sør-Odal Kommune, og Media Sehatzadeh og Jon Magnus Amundsen fra Multiconsult.



Figur 6 – Flomverket (foto fra grunneier)

Registrering i felt besto av registrering av høyde for flomvollene 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 observasjoner ble lagret digitalt i format som er kompatibelt med GIS-programmer.

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

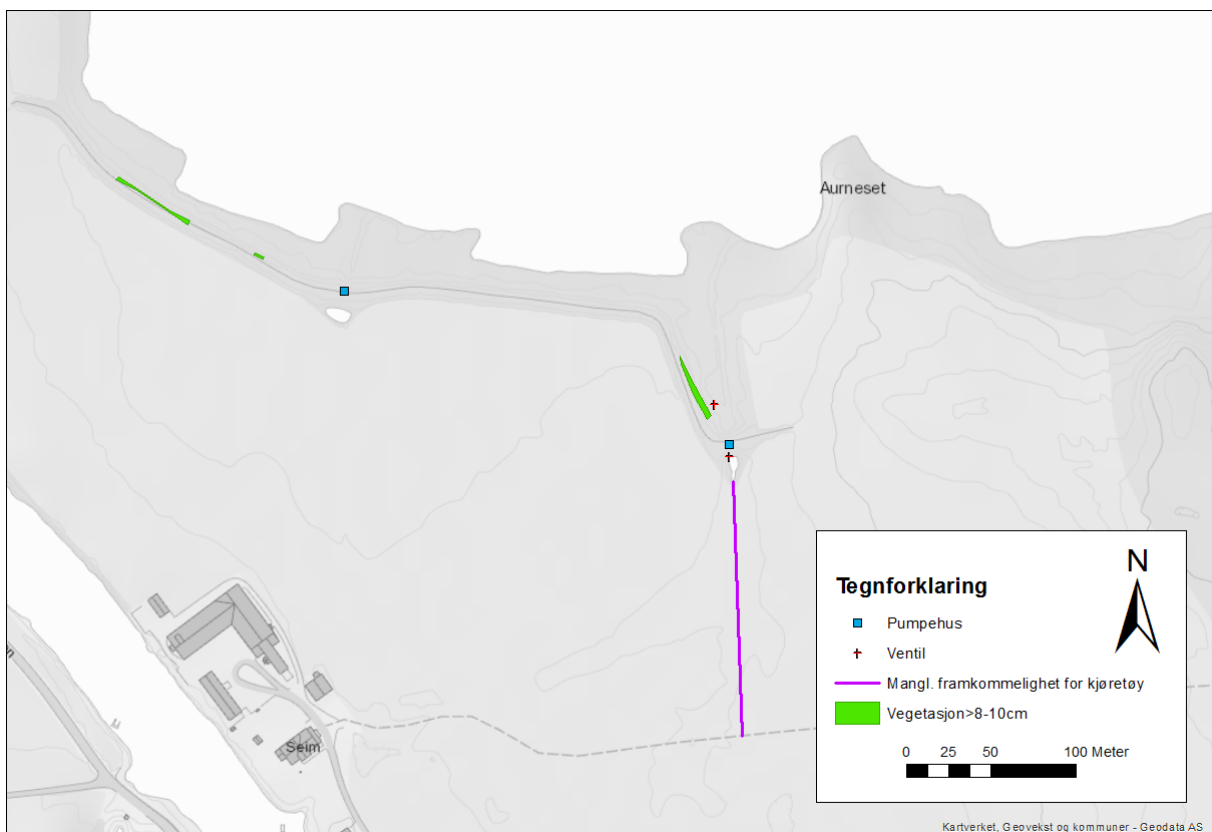
1. Manglende framkommelighet for kjøretøy
2. Vegetasjon som har større diameter enn 8-10 cm ved roten

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 tilstand på flomverkene er presentert nedenfor og detaljert kart med markerte observasjoner kan ses i Figurene nedenfor. Observasjonene er også levert i digitalt format som vedlegg til denne rapporten.



Figur 7 – Observasjonene ved flomverket. Foreslått trase for etablering av permanent tilkomst er markert med «Manglende framkommelighet for kjøretøy».

Tilstanden til flomverket ble vurdert til å være svært god. Høydene for topp flomvoll som strekker seg over terrenghøydene rundt fører til at det er ingen fare for overtopping av selve flomverket.

På deler av flomvollen ble det observert noe kratt og vegetasjon som kunne vært fjernet.

Det er ingen erosjonssikring på flomvollen i dag unntatt ved pumpestasjonene, og dette er naturlig da det hovedsakelig sikres mot stillestående vann. Ved høy vannstand vil det kunne være noen bølgekrefter på flomvollen. Disse vil kunne være betydelige, men over korte tidsrom.



Figur 8 – Erosjonssikring ved pumpestasjon (Bilde Multiconsult)

Det er et Ø400 lavvannrør gjennom flomverket. Flomverket er her steinsatt, og viser ingen setning/glidning ved ventilen.



Figur 9 – Tilbakeslagsventil ved Ø400 lavvannrør (Bilde Multiconsult)

3.2 Pumpestasjon

Det er to pumpestasjoner ved flomverket, disse pumpestasjonene er ikke en del av dette oppdraget.

3.2.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på pumpestasjonen

Det ble ikke observert noen spesielle punkter ved pumpestasjonene som burde vært utbedret med tanke på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA). Men det var på befaringstidspunktet høyt gress og busker som kunne vært fjernet for å bedre tilgangen til pumpestasjonen.



Figur 10 – Pumpestasjonene ved flomverket (Bilde: Multiconsult)

4 Vurderinger

4.1 Tilsyn og beredskap

4.1.1 Tilgang

Tilgangen til flomverket er noe begrenset, da man må krysse dyrket mark for å komme seg til flomverket.

4.1.2 Vedlikehold og skjøtsel

Vedlikeholdet av flomverket er generelt bra, men det er noe tett og stor vegetasjonen på vannsiden enkelte steder. Det er viktig at vegetasjonen skjøttes regelmessig for å sikre at vegetasjonen ikke vokser seg for stor, og flomverket kan da lettere inspiseres.

4.2 Teknisk tilstand flomverk

Flomverket mangler erosjonssikring langs store deler av verket, men fordi verket kun påkjennes av bølgekrefter vil ikke flomvullen behøve ytterligere sikring så fremt vollen er dekket med mindre vegetasjon og det ikke ligger eroderbare masser blottlagt. Andre faktorer som er tatt med i vurderingen er et høyt fribord til omkringliggende terreng og skog i forkant av flomverket som vil redusere vannhastigheter. Det ansees også som lite sannsynlig at det kan legge seg is som potensielt kan skade flomverket.

Flomverkets stabilitet er vurdert gjennom en sammenligning med en stabilitetsvurdering av typiske flomverk langs Glomma, se vedlegg 1. Flomverkets geometri er tilsvarende for det typiske flomverket, mens soneinndelingen er forskjellig. Seim flomverks sikkerhetsfaktor mot utglidning antas å være noe lavere enn for det analyserte flomverket i vedlegg 1, men likevel tilstrekkelig ut fra en helhetlig vurdering.

Det vurderes at flomverket ikke behøver oppgradering slik det ligger i dag. En oppgradering av flomverket vil ikke bedre forholdene for bakenforliggende bebyggelse eller andre verdier.

Områdene bak vil da heller ikke være sikret mot flommer med gjentakintervall på mer enn 20 år. For å sikre områdene bak flomvullen mot opp til en 200-årsflom vil flomvullen måtte utvides betydelig og da først og fremst langs Oppstadåa.

4.3 Behov for oppgradering og vedlikehold

Det er ikke funnet behov for oppgradering av flomverket. Dersom områdene bak flomverket skal beskyttes mot en 200-års flom, som vil være et krav ved ny bebyggelse, vil flomverket måtte utvides betydelig, og da primært langs Oppstadåa.

4.4 Anbefalt sikkerhetsnivå

Flomverket beskytter i dag mot en 20-årsflom. Dersom områdene skal sikres mot flommer med høyere gjentakintervall vil dette medføre omfattende tiltak. Disse tiltakene vil være så mye større enn tiltaket som er bygget ved Seim at vi mener at dette vil måtte vurderes som et nytt tiltak, i konkurranse med sikringstiltak for andre områder. Sikringstiltaket beskytter i dag først og fremst dyrket mark.

4.5 Plassering av nødoverløp

Det vil ikke være aktuelt med nødoverløp for dette flomverket med dagens utførelse, pga. topografien bak flomverket.

5 Referanser

- [1] NVE 2001. *Flomsonekart Delprosjekt Skarnes*, Ahmad Reza Naserzadeh, Ivar Olaf Peereboom, Norges vassdrags- og energidirektorat, 2001
- [2] Sør-Odal kommune 2016, Overordnet beredskapsplan, Norconsult AS, 2016
- [3] GIS i Sør-Hedmark 2017, Planinnhold – Gjeldende arealplaner, tilgjengelig fra <http://kart.sorhedmark.no>, lastet ned: 09.10.17
- [4] Sør- Odal Kommune 2013, *Kommuneplan for Sør-Odal kommune 2013-2024 – Bestemmelser og retningslinjer*, Sør-Odal kommune, 2013
- [5] Kartverket 2014. SOSI Generell objektkatalog Bygning, Versjon 4.5 – januar 2014
- [6] Kartverket 2016. Produktspesifikasjon FKB-AR5 4.6, Juni 2016

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:

- 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 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

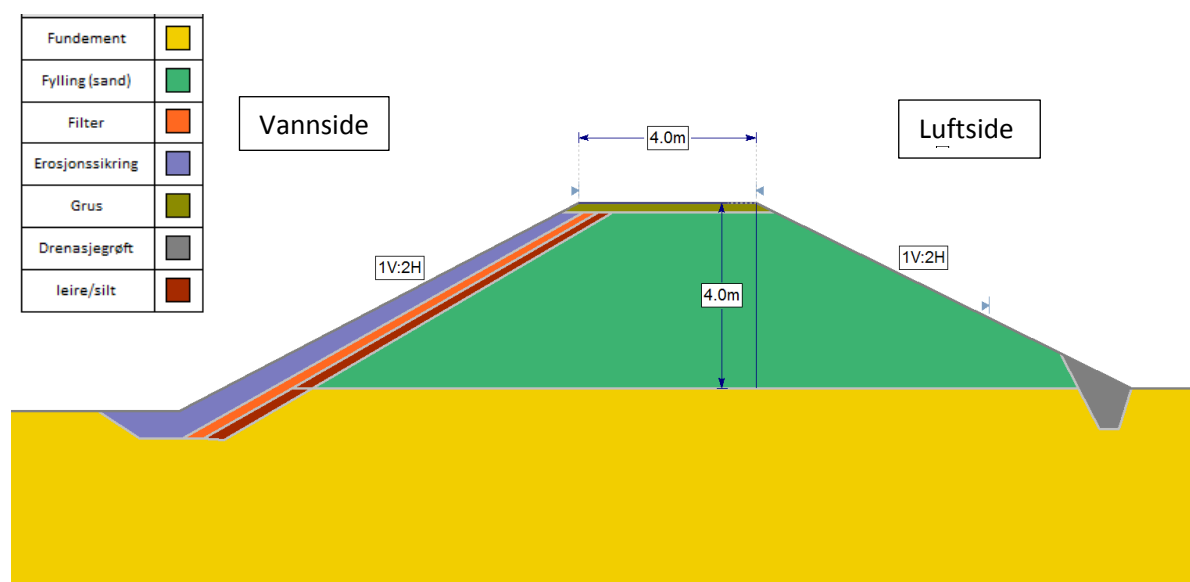
1.3.1 Analysemetode

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:

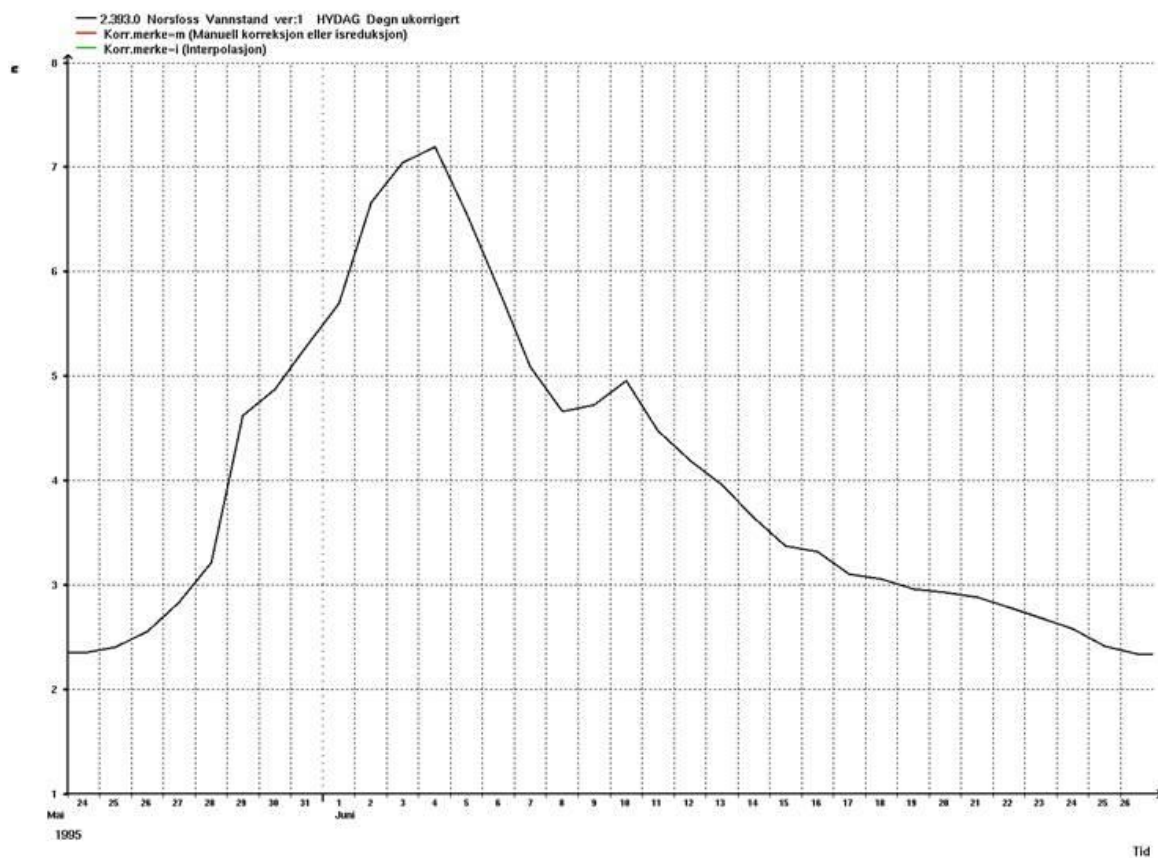
- Vannside skråning, 1V:2,0H
- Luftside skråning, 1V:2,0H
- Topp bredde – 4,0m
- Høyde – 4,0m
- Tetningskjerne av leire / silt på vannside



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	

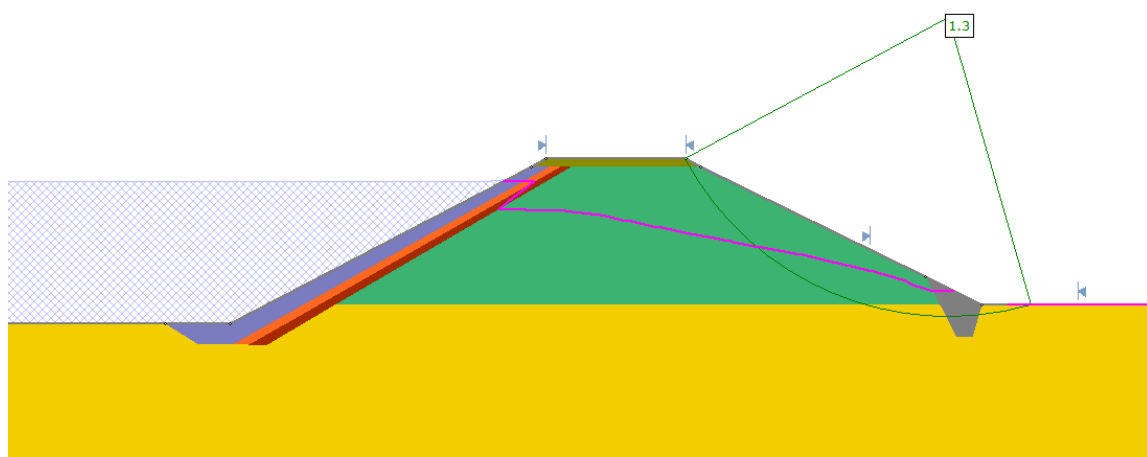
1.4 Beregninger og resultater

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,

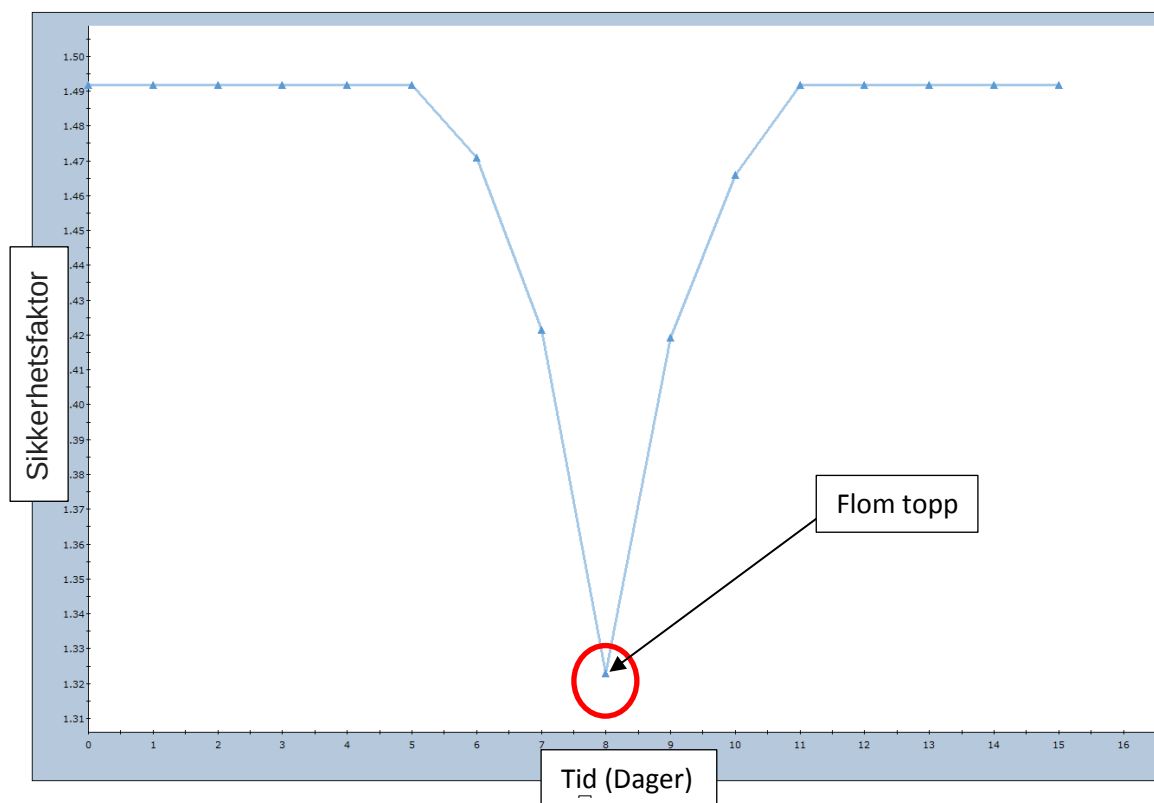
Sikkerhetsfaktoren under stasjonærtilstand er 1,3. Det betegner imidlertid verste tilfelle for flomverkets luftside. Sikkerhetsfaktoren er påvirket av fyllingens friksjonsvinkel, helning og soneinndeling (permeabilitetsforskjell mellom tetning, fyllmateriale og drenasjegrøft). En større forskjell mellom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

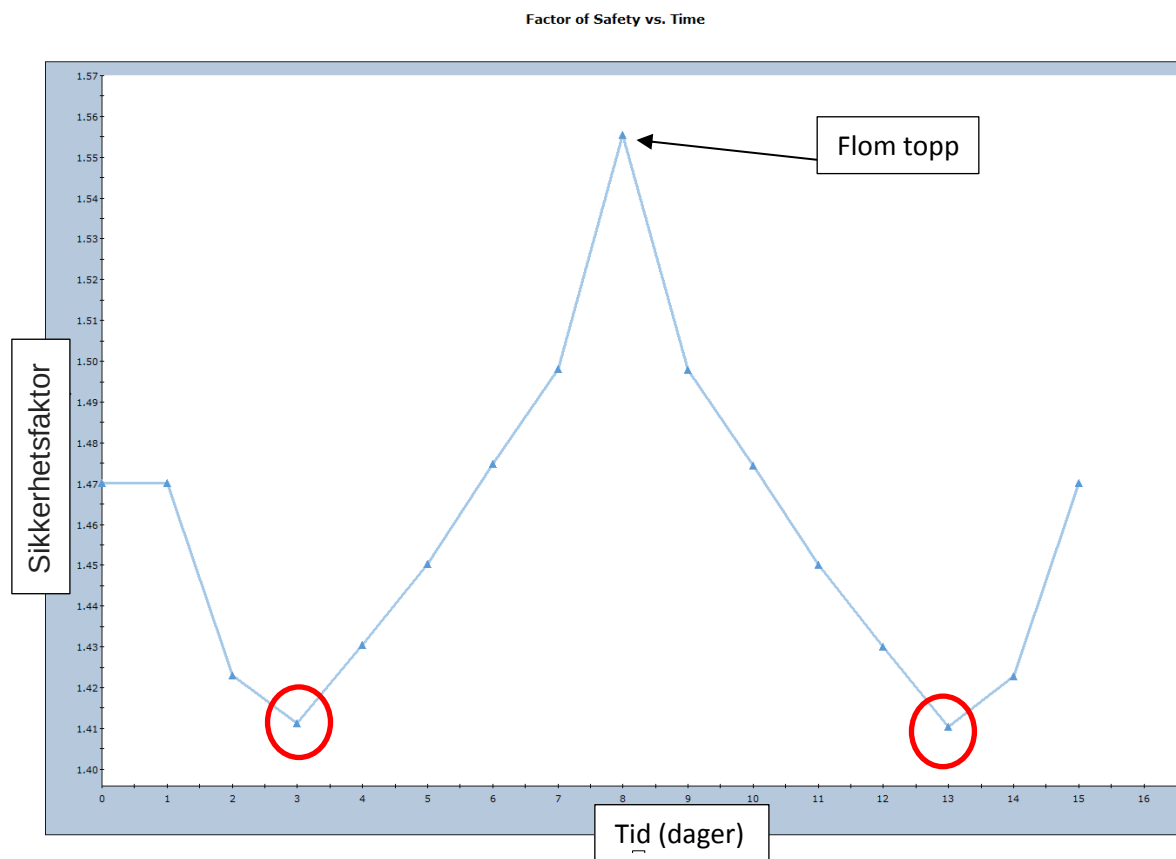


Figur 4: «Transient analysis» Luftside, sikkerhetsfaktor mot tid (ugunstig markert med en rød sirkel)

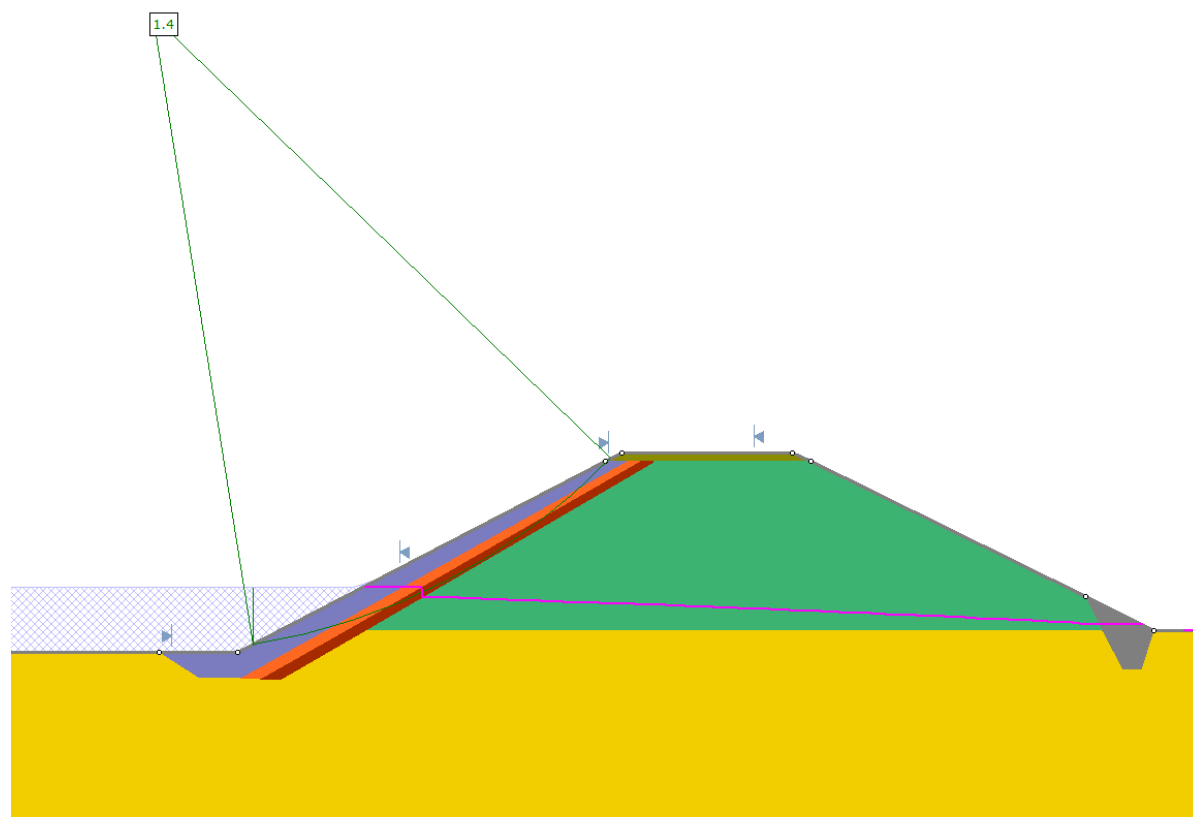
1.4.3 «Transient analysis» vannside,

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