

Flomdempingstiltak for Flåm

Hvilke muligheter har vi oppstrøms?

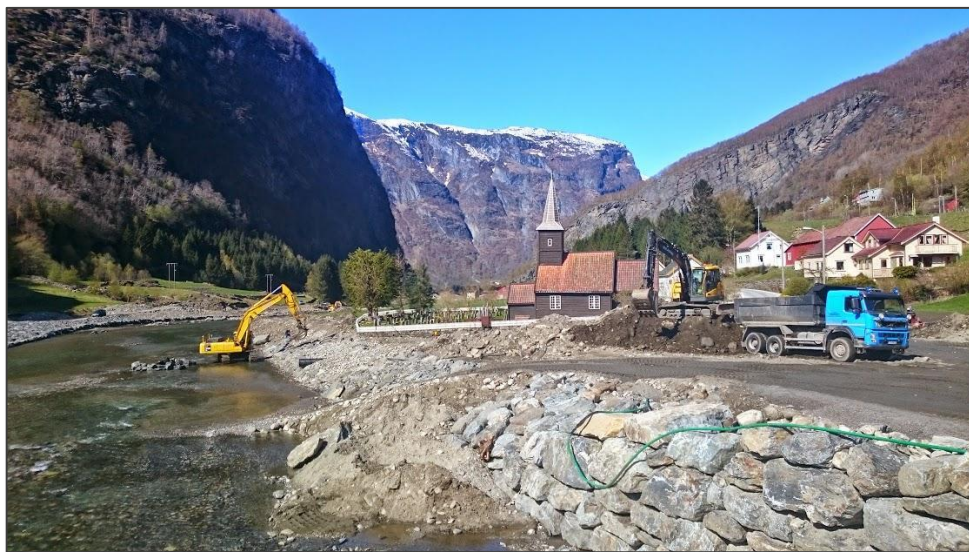
Brian Glover, hydrolog og miljørådgiver
Folkemøte, Flåm, 3. nov 2016



Innhold

- Litt om flommen i 2014, opprydding og sikringsarbeid
- Flomsonekartlegging og erosjonkartlegging
- Klimaendringer og hvordan kommunen planlegger på lang sikt
- Hva er faren for en gjentakelse av 2014 flommen?
- Litt om prinsippet med flomdemping og fordeler for bygda
- Multiconsults foreløpige analyser og konklusjoner
- Ordfører orienterer om brevet til OED og fremtidige skritt





Storflaumen i 2014 medførte skadar for **170 millioner kr.** på offentlig infrastruktur. I tillegg kjem skadane på private eigedommar til sammen ca 250 millioner kr.



Tiltakene som er slutført av NVE m. fl.

Plastring for å hindre erosjon

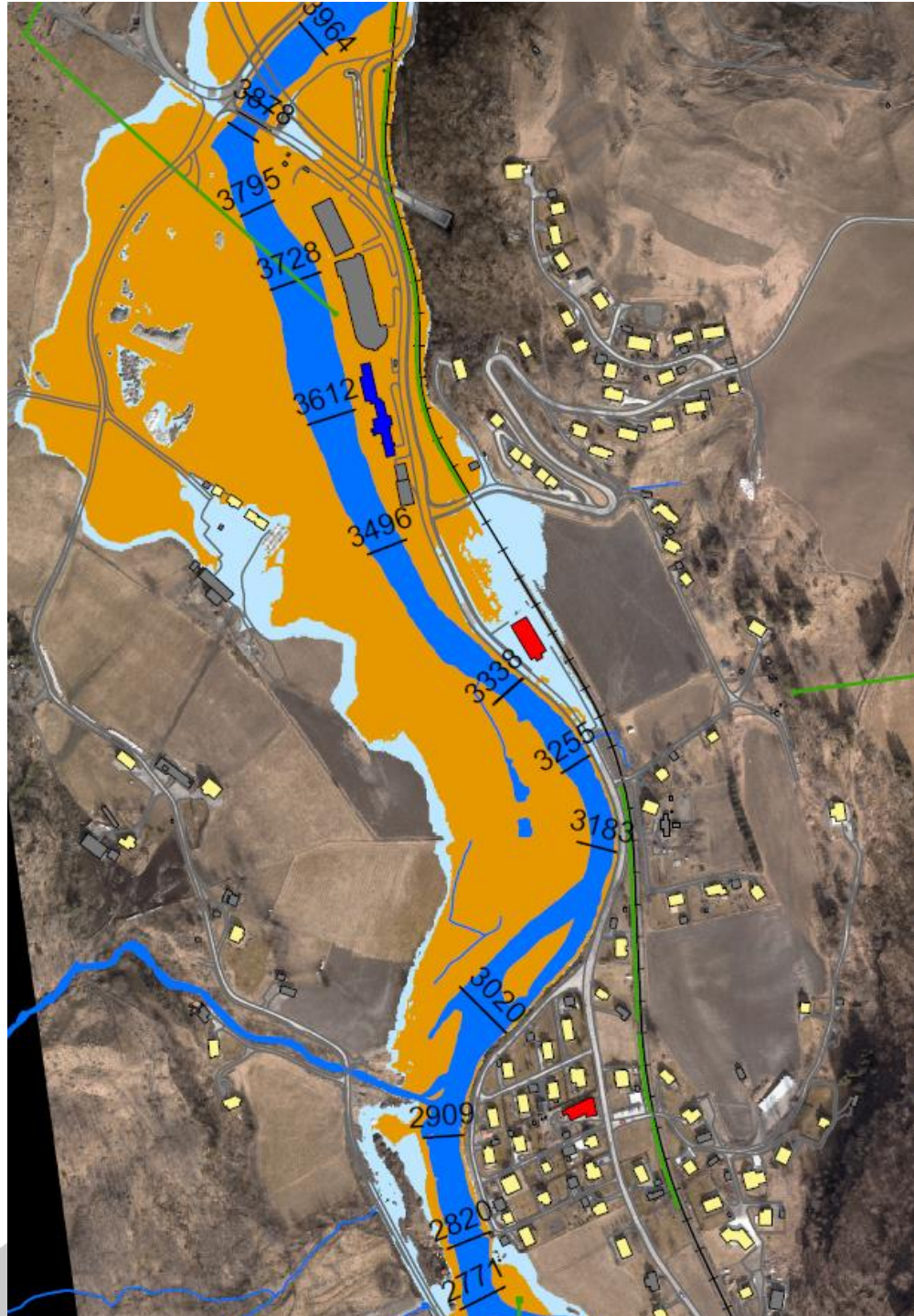


Eksempel på flomsonekart

(fra Norconsult, 2016)

TEGNFORKLARING

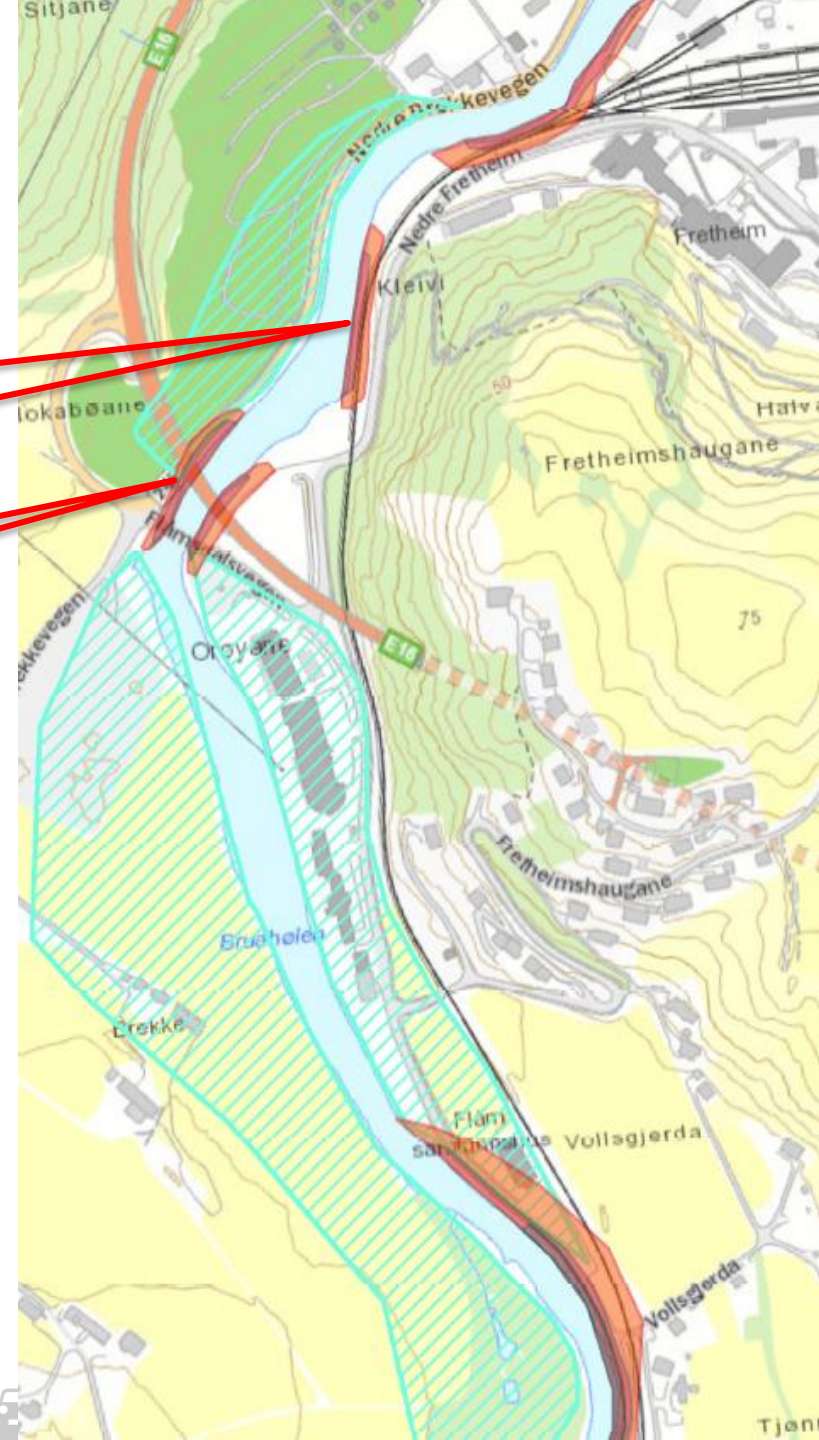
- Bolig
- Hotell, bevertning
- Offentlige bygg
- Andre bygg
- Tverrsnitt
- Veg
- Normal vannføring
- 200-års flom
- 1,4 x Q200
- El. ledning



Eksempel på kart over erosjonsfare (kart fra NGI, 2016)

Jerbaneverket planlegger forsterkning for å forhindre ny erosjon

Bruen er utsatt og kan samtidig bli en flaskehals



Klimaendringer og faren for gjentakelse av 2014

- Klimaendringer fører til større flommer, spesielt på Vestlandet om høsten. Nedbørsintensiteten øker mye. Dette ble illustrert av 2014-hendelsen (NVE rapport 2015-11)

FLOMMEN PÅ VESTLANDET, OKTOBER 2014								
Nedbørfelt		Observasjoner						
Målestasjon	feltareal	kulminasjonsvannføring		gjentakintervall	største døgnmiddelvannføring			største flom siden
	km ²	m ³ /s	l/s/km ²	år	m ³ /s	l/s/km ²	mm/døgn	
36.13 Grimsvatn	34.4	76.1	2213	ca 50	62.2	1811	156	obs.start (1974)
37.27 Breiborgvatn	12.7	18.6	1462	ca 50	15.8	1241	107	obs.start (1982)
38.1 Holmen	116.8	197	1687	ca 50	145	1241	107	1983
41.1 Stordalsvatn	129.4	126	976	ca 20	111	859	74	2006
42.16 Fjellhaugen	6.3	20.2	3204	10 - 20	15.2	2409	208	2005
42.2 Djupevad	31.9	70.4	2204	2-3	44.3	1388	120	2009
45.4 Seimsfossen i Guddalsev	36.4	74.1	2037	> 50	49.4	1357	117	obs.start (2006)
48.1 Sandvendvatn	468.4	778	1661	> 50	555	1184	102	obs.start (1908)
48.5 Reinsnosvatn	120.4	104	867	> 50	84.1	698	60	obs.start (1917)
46.9 Fønnerdalsvatn	7.0	21.0	2997	ca 20	16.0	2275	197	2005
50.1 Hølen	232.4	190	816	> 50	133	570	49	1950
62.10 Myrkdalsvatn	158.87	136	857	10 - 20	104	654	57	2005
62.15 Kinne	511.8	847	1654	> 50	480	938	81	obs.start (1983)
62.5 Bulken (Vangsvatnet)	1092	802	734	> 50	672	615	53	obs.start (1892)
71.1 Skjerping	268.2	415	1548	> 50	258	963	83	1938*
72.5 Brekke bru	267.2	247	924	> 50	162	606	52	1985
74.15 Utla	439.5	357	812	10 - 20	198	451	39	2011

Lignende hendelse i 1985

- 1985 kom en flom som hadde omtrent samme størrelse. Skadene ble mye mindre, men vi har ikke tilstrekkelig data til å kunne si noe om hvorfor
- Ut fra klima på 1900-tallet begge flommer estimert å være ca. 50-årsflom.
- Dette betyr ikke at det går 50 år før neste flom, bare at et stabilt klima ville over lang tid bety like store flommer i snitt hvert 50^{nde} år.
- MEN klimaet vårt er ikke stabilt og slike flommer vil komme oftere i fremtiden (indikert av 2 slike flommer med 30 års mellomrom allerede)
- NVE anbefaler et klimapåslag for Flåm på **40% frem til år 2100**



Flomtoppen er det som forårsaker erosjon og skaper mest oversvømmelse. **Vi bør redusere flomtoppen**

- En 200-årsflom i dag er estimert til 290 m³/s, økende gradvis til 400 m³/s i år 2100 (jfr. 247m³/s i oktober 2014)
- Våre langsiktige planer (som trenger konsesjon) har som målsetting å dempe denne flommen fra ca. 400 m³/s til 290 m³/s
- Flomdemping vil altså motvirke klimaeffekten, samt redusere risiko for gjentagelse av 2014s skadeomfang fra det året tunnelene er ferdige.
- Fase 1 (kortsiktige tiltak) vil ha en umiddelbar gunstig effekt gjennom:
 - Mulighet for mer pålitelig varsling om en ny skadeflom
 - Litt flomdemping, men langt fra tilstrekkelig – Fase 2 gir mye mer



Effekten av høyt tidevann under en storflom (obs! gjelder bare elva fra E16 ned til fjord)

- Den 28. oktober 2014 hadde vi heldige omstendigheter
- Tidevannet var tilnærmet lavnivå når flomtoppen inntraff
- Hvis flomtoppen hadde inntruffet ved flo, ville oversvømmelsen blitt mye større pga. en oppstuvningseffekt i elva
- Samtidig ville deponering av sedimenter skjedd lenger opp i kanalen og ytterlige forverret elvas kapasitet under brua
- Faren for en gjentakelse, eller verre, kan bare motvirkes gjennom flomdemping



Oppsummert: Hvilke risiki vil bygda ha fremover og hvordan redusere dem?

- NVEs flomsikring og plastring vil forhindre en gjentakelse av erosjonsskader som opplevd i 2014.
- Øverste delen av elva (ovenfor Brekke bru) er nå bedre rustet til å sluse unna en lignende flomstørrelse enn før 2014
- Men all risiko er ikke borte.
 - Det kan komme enda større flommer, med økende hyppighet
 - Erosjon kan starte andre steder enn de som er nylig plastret
 - Nye bruer (som ennå ikke er bygd) kan skape nye flaskehals
 - Neste flomtopp kan uheldigvis inntreffe samtidig som en stormflo
 - Veibruen under E16 kan virke som flaskehals ved neste flom
 - Elvenære bygninger og infrastruktur nedenfor Brekke bru er fortsatt utsatt
 - **Konklusjon – nye skadeflommer er fortsatt en fare for liv og helse i Flåm.**
 - **Alle andre tiltak er enten gjennomført (NVE) eller funnet tekniske umulig.**



Måten å unngå framtidige flaumskadar er flaumdemping

- Haustflaumar i bratte vassdrag som Flåm er svært «spisse».
- Mer effektiv å dempe flaumtoppen hvis mogleg.
- Klevevatn har potensial for flaumdemping hvis:
 - A. Magasinet vert tappa ned noe før hausten kjem.
 - B. Kapasiteten for tapping av Klevevatn magasinet blir auka, og
 - C. Ny tunnel bygges over til Viddalsmagasinet i Aurland der potensialet for flaumdemping med bruk av magasinene er større.



Klevevatn

- Magasin for Kjosfossen kraftverk
- Eigd av JBV avd. Energi
- LRV 949 og HRV 958
- Volum: 7,9 mill. m³

Flåmsvassdraget

- Verna gjennom Verneplan for vassdrag (1986).



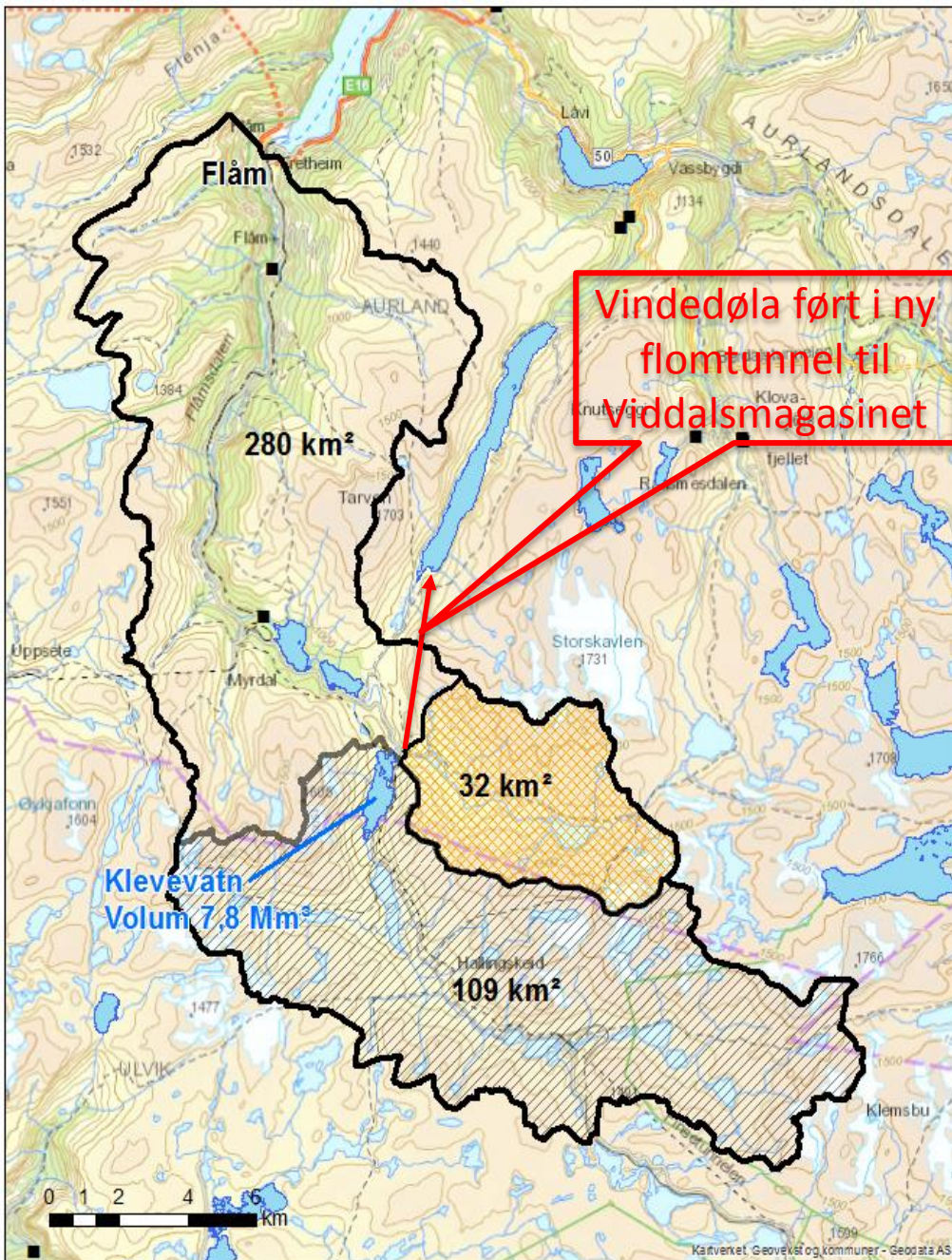
Forutsetninger for Multiconsults modellering

- Simulering av flommen i oktober 2014. Flomforløpet er basert på observasjoner ved vannmerke Brekke bru.
 - Flom til Klevevatn er skalert basert på årsmiddel spesifikk avrenning
 - Sannsynligvis er dette på den konservative siden. Størst nedbør er som regel på fjellet og ikke nedenfor Klevevatn
- Dagens tappeluke fra Klevevatn estimert å ha kapasitet ca. 10 m³/s
- Magasinet blir tappet ned 3 m til 955 før begynnelsen av flomforløpet
- 3 tiltak har blitt simulert hittil, men andre kombinasjoner kan testes:
 - A. 3 m nedtapping av magasinet Klevevatn på sensommeren
 - B. Doblet tappekapasitet ut av Klevevatn (ny luke evt. ny sjakt)
 - C. Vindedøla overført til Viddalsmagasinet med ca. 50 m³/s kapasitet



Delfelt og flomtunnel

- Flommen i 2014 kulminerte på ca. 247 m³/s ved Brekke bru, og forårsaket store skader
- Tilsig til Klevevatn utgjør ca. 40% av totaltilsiget til Brekke bru. Vindedøla utgjør ca. 13-17%
- Mer enn halvparten av flomtilsiget kan dempes eller forsinkes
- Tiltakene virker best sammen.

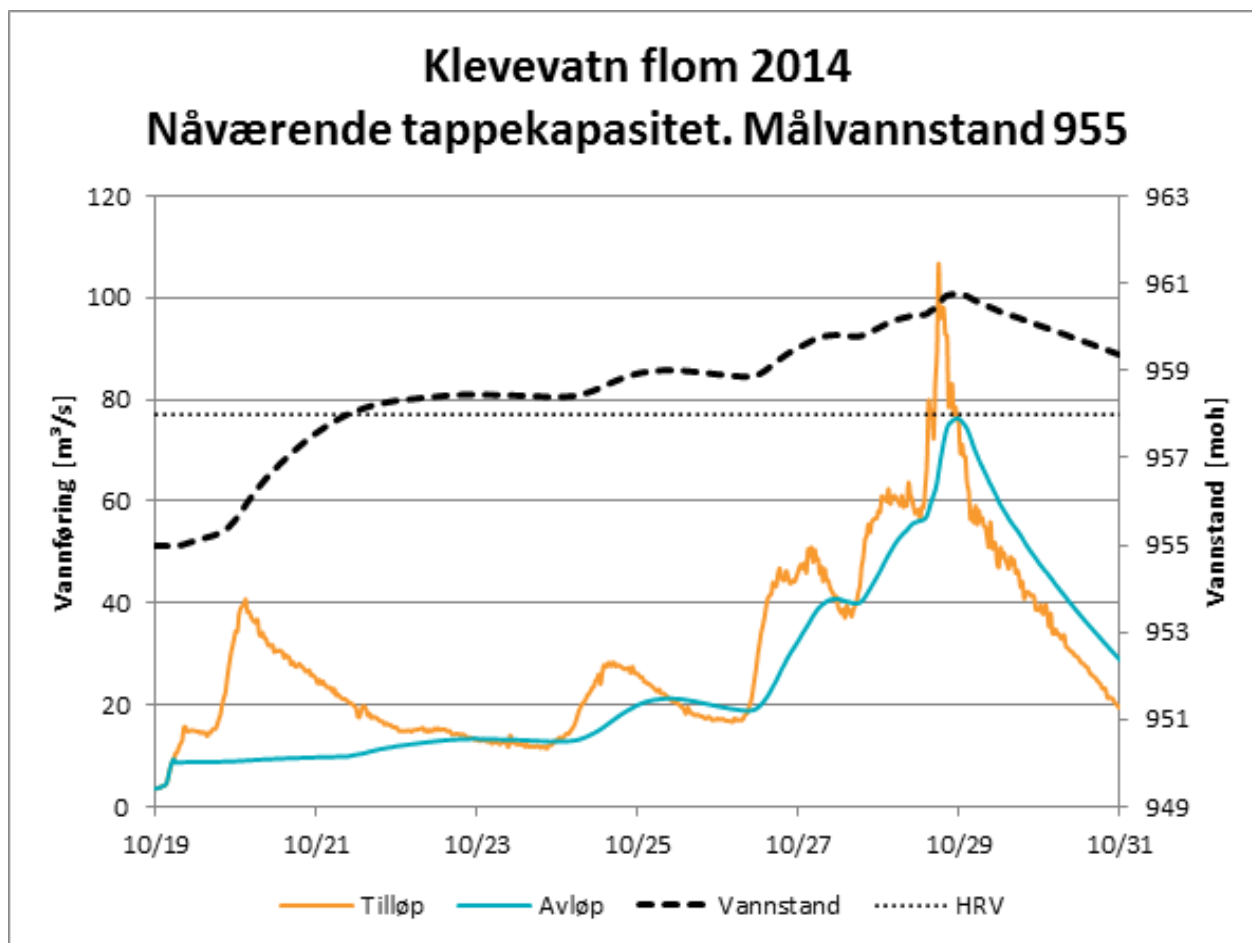


Litt om overvåking og varslingspålidelighet med nedtappet Klevevatn

- Måling av oppfyllingshastighet av delvis nedtappet magasin er det mest pålitelige og tidligste varslingsignal om en kommende skadeflom.
- Dette er bedre enn tilfellet var i 2014, der små endringer av vannstand i Klevevatn magasin som allerede flommet over overløpet kan feiltolkes som målefeil / unøyaktighet osv.
- Dialog med regulanten (Jernbaneverket) innledet for å etablere overvåking



Magasinet tappes litt ned tidlig på høsten Flomtoppen ut av Klevevatn reduseres litt og tidsforskyves

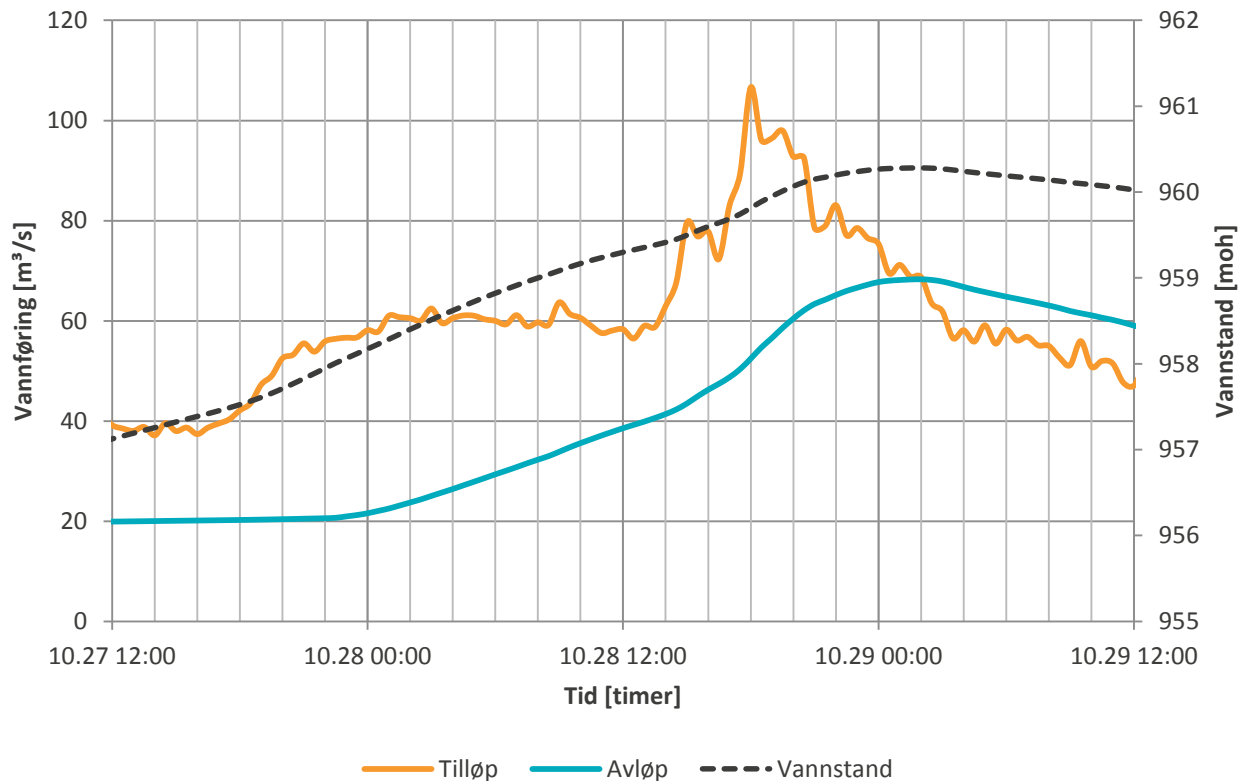


- Reduserer flaumtoppen ut av Klevevatnet med ca. **25 m³/s**.
- Utset kulminasjonstidspunktet med ca. **5 timar**.
- Reduserer flaumtoppen ved Brekke bru frå **247** til **210 m³/s** (-15%).

Magasinet tappes litt ned **og tappekapasitet doubles.** Flomtoppen ut av Klevevatn reduseres mer, og tidsforskyves mer

Klevevatnet flaum 2014

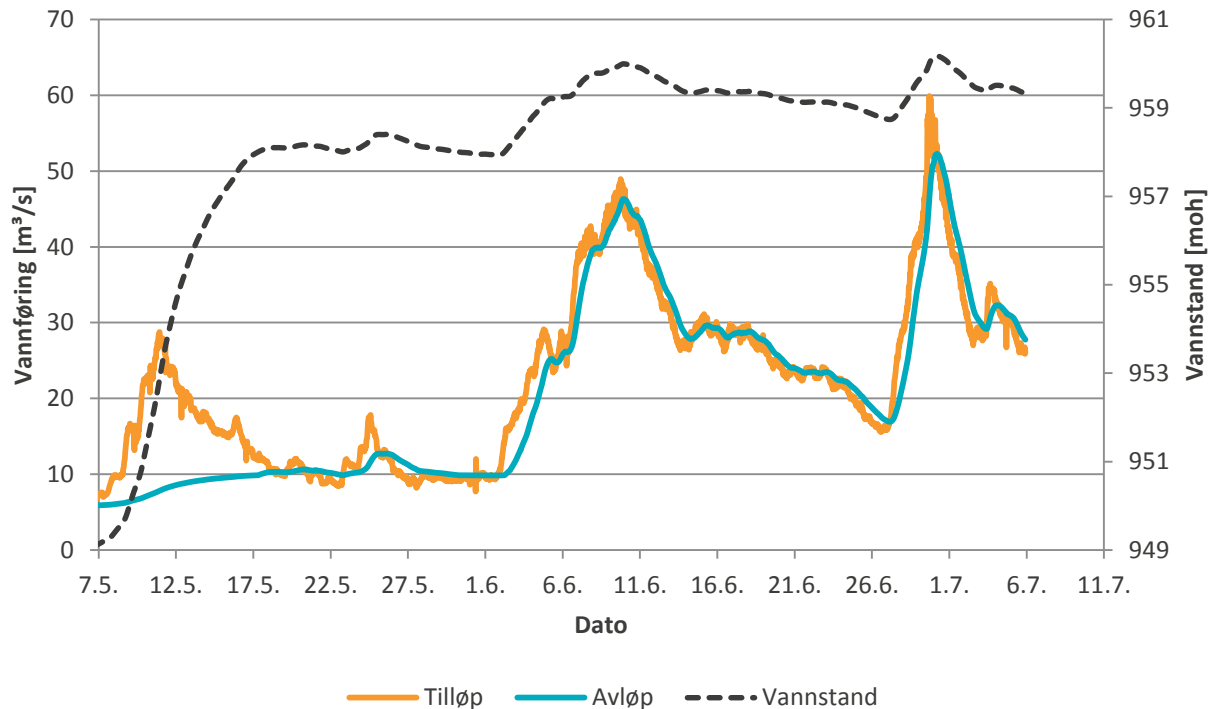
Kapasitet 20 m³/s, målvasstand 955 moh



- Auka tappekapasitet. Reduserer flaumtoppen ut av Klevevatnet med ca. **35 m³/s**.
- Utset kulminasjonstidspunktet med ca. **8 timar**.
- Reduserer flaumtoppen ved Brekke bru frå **247** til **190 m³/s (-25%)**.

Flomdemping på kort sikt med forsinket oppfylling. Typisk vårflom – større volumer enn høstflommer.

Klevevatnet våren 2011
Noverande tappekapasitet. Målvasstand 949

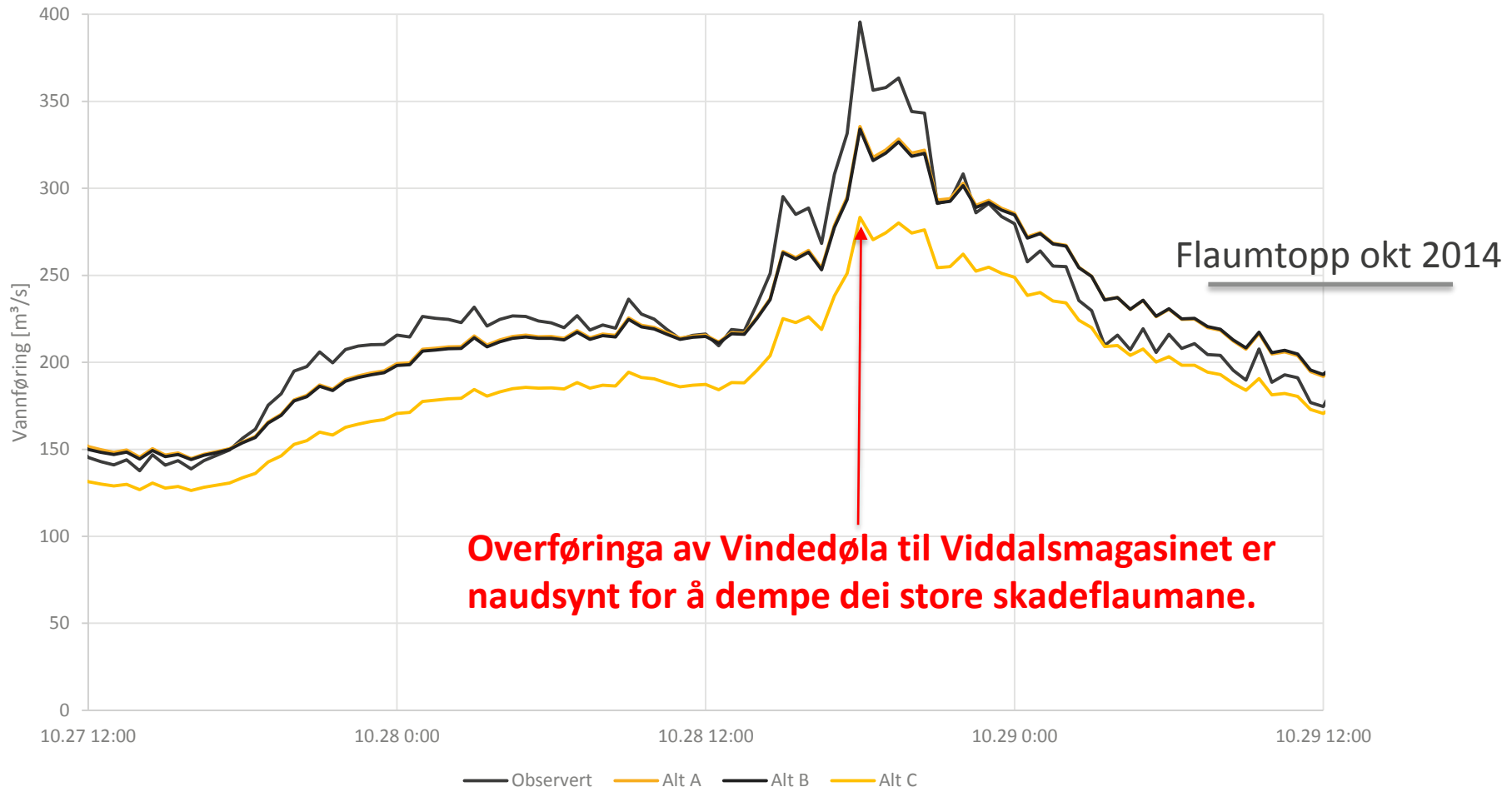


- Drifte magasinet i mai og juni meir for flomdemping, dvs forsinka oppfylling.
- Reduserer vårflaumtoppen med ca. **10 m³/s**.
- Utset kulminasjonstidspunktet med ca. **3 timar**.
- Kan òg vise seg å vere i regulanten (JBV) si interesse.

Flaumdempende tiltak motverkar klimapåslag (40%)

Demping ved Brekke bru i bygda med over 100 m³/s

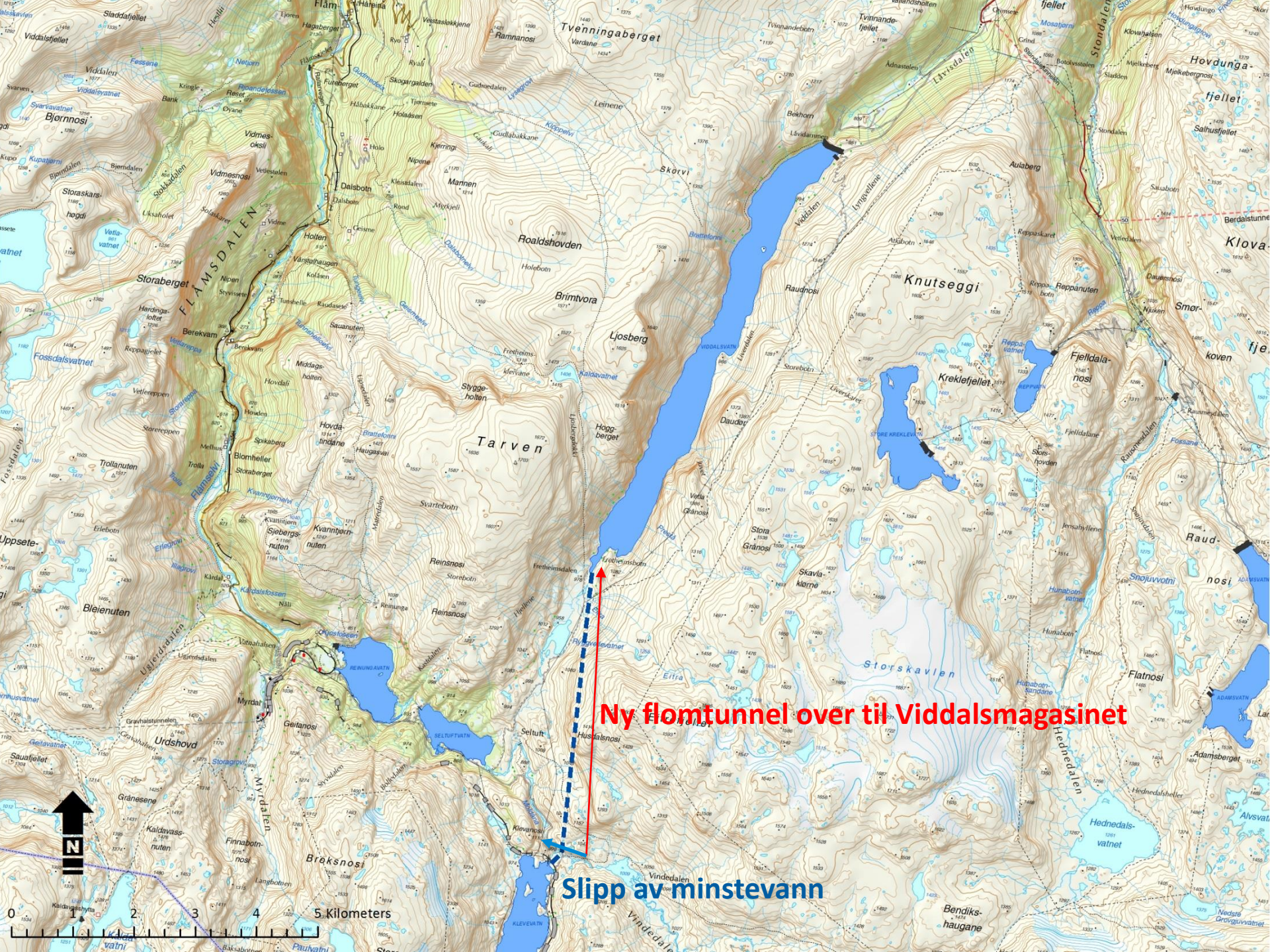
Q200. Vannføring ved Brekke bru



Konklusjoner

- Høstflommer i bratte vassdrag som oktober 2014 i Flåm er svært «spisse»
- Klevevatn har potensial for flomdemping **hvis magasinet tappes litt ned på sensommeren og oppfyllingen forsinkes i mai og juni**
 - Enda bedre hvis kapasitet på tappeløpet økes, slik at vannstanden kan holdes lav tidlig i flomforløpet
- En flomtunnel med overføring til Viddalsmagasinet kan sørge for ytterligere reduksjon av flomvannføring og **unngå nye omfattende endringer i dagens terreng i Flåm**
- Mer skånsomt inngrep enn ombygging av elva nede i Flåm
 - Flomdemping har **virkning langs hele vannstreng** nedenfor Klevevatn
 - Ombygging og plastring har bare virkning lokalt
 - Demping av flommen også mer effektivt for **å redusere fare for erosjon og jordras**
 - **Transport av sand og grus blir redusert men ikke fjernet**





Ny flomtunnel over til Viddalsmagasinet

Slipp av minstevann

