

SWEDCOLD: Temadag dammhaveri: *Lärdomar från inträffade händelser och incidenter*

Norsk uhellstatistikk – Rapporterte uhell og uønskede hendelser



- *Morten Skoglund*
- *Senioringeniør*
- *NVE*

Damsikkerhetsseksjonen i NVE

➤ Region nord



➤ Region midt



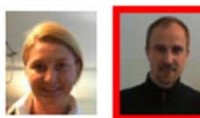
➤ Region vest



➤ Region øst



➤ Region sør



➤ Hovedkontor, Oslo



Ny direktør TB



Pensjonistavtaler



Internasjonal start på damsikkerhet/-lovgivning

Brudd på demninger

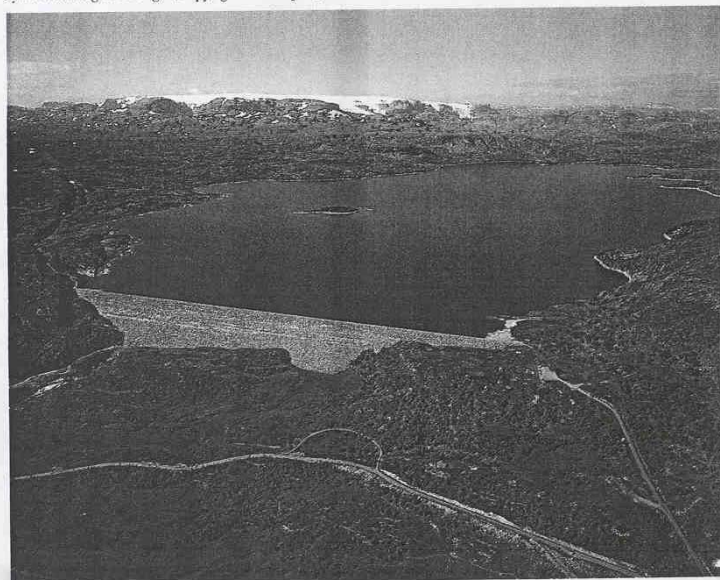
Demninger har man bygget i tusenvis av år. De gamle demningsanleggene ble laget for å utnytte vannet på markene, og for å kontrollere de store elvene. Demninger til elektrisitetsproduksjon er imidlertid av nyere dato. I Sverige har man ca. 200 demninger som er høyere enn 15 m, og de fleste av dem er bygget i 1950 og 60 årene. Brudd på en demning kan få meget alvorlige konsekvenser, og derfor er sikkerheten i forbindelse med demningene av stor betydning. I tidligere tider var det eieren av demningen som hadde ansvaret for demningens sikkerhet. For nesten 4000 år siden utarbeidet Hamurabi som var fra Babylon, den eldste bygningslovgivning man kjenner til. I følge Hamurabis

lover var det dødsstraff for demningseieren dersom demningen brast og mennesker omkom.

I Norden har vi heldigvis vært forskånet for de helt store demningsulykker, men i utlandet har man dessverre opplevd store katastrofene, selv i forbindelse med moderne og avanserte demningskonstruksjoner. Derfor har man i alle de nordiske land et spesielt inspeksjonssystem som særlig holder øye med de store demningene. Oppmerksomheten rettes i særdeleshet mot eventuelle sprekkdannelse.

Det er også viktig å undersøke vannet nedenfor demningen. Høsten 1983 oppdaget man på denne måten at vannet som kom frem nedenfor Suorva-demningen var grumsete. Dette innebar at det måtte være

System-demningen i Norge. (Copyright Husmo-foto).

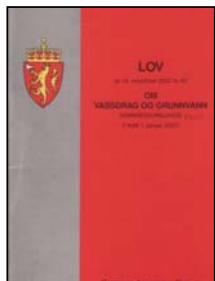


Hamurabis bygningslov

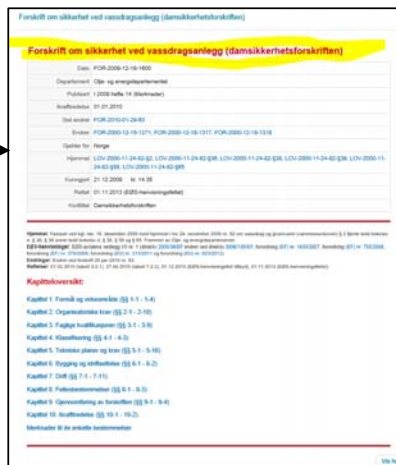




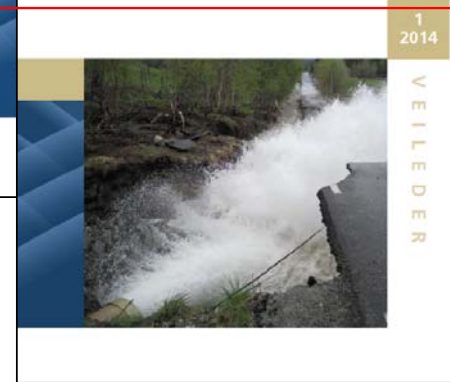
Norsk lovgivning



Lov
Vannressursloven



Forskrift
Damsikkerhetsforskriften



Veileder
*Veileder til damsikkerhetsforskriften.
Melding om ulykke eller uønsket hendelse.*





Melding om ulykke eller uønsket hendelse ved vassdragsanlegg

Damsikkerhetsforskriften § 7-11

1. Ulykke eller uønsket hendelse: snarest melding til NVE
 - For anlegg konsekvensklasse 0, skal bare ulykker meldes
2. Innen 3 måneder: utfyllende rapport om hendelse og håndtering av hendelse

Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften)

Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften)

Dato	FOR-2009-12-18-1800
Departement	Olje- og energidepartementet
Publisert	I 2009 hefte 14 (Merknader)
Ikrafttredelse	01.01.2010
Sist endret	FOR-2010-01-29-63
Endrer	FOR-2000-12-15-1271, FOR-2000-12-18-1317, FOR-2000-12-18-1318
Gjelder for	Norge
Hjemmel	LOV-2000-11-24-82-§2, LOV-2000-11-24-82-§38, LOV-2000-11-24-82-§38, LOV-2000-11-24-82-§39, LOV-2000-11-24-82-§58, LOV-2000-11-24-82-§65
Kunngjort	21.12.2009 kl. 14.35
Rettet	01.11.2013 (EØS-henvisningsfeltet)
Korttittel	Damsikkerhetsforskriften

Hjemmel: Fastsatt ved kgl. res. 18. desember 2009 med hjemmel i lov 24. november 2000 nr. 82 om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) § 2 fjerde ledd bokstav a, § 36, § 38 annet ledd bokstav d, § 39, § 58 og § 65. Fremmet av Olje- og energidepartementet.
EØS-henvisninger: EØS-avtalens vedlegg VII nr. 1 (direktiv 2005/36/EF endret ved direktiv 2006/100/EF, forordning (EF) nr. 1430/2007, forordning (EF) nr. 759/2008, forordning (EF) nr. 279/2009, forordning (EU) nr. 213/2011 og forordning (EU) nr. 623/2012).
Endringer: Endret ved forskrift 29 jan 2010 nr. 63.
Rettelser: 01.02.2010 (tabell 3-3.1), 27.04.2010 (tabell 7-2.2), 01.12.2010 (EØS-henvisningsfelt tillegg), 01.11.2013 (EØS-henvisningsfeltet).

Kapitteloversikt:

Kapittel 1. Formål og virkeområde (§§ 1-1 - 1-4)

Kapittel 2. Organisatoriske krav (§§ 2-1 - 2-10)

Kapittel 3. Faglige kvalifikasjoner (§§ 3-1 - 3-9)

Kapittel 4. Klassifisering (§§ 4-1 - 4-3)

Kapittel 5. Tekniske planer og krav (§§ 5-1 - 5-16)

Kapittel 6. Bygging og idriftsettelse (§§ 6-1 - 6-2)

Kapittel 7. Drift (§§ 7-1 - 7-11)

Kapittel 8. Fellesbestemmelser (§§ 8-1 - 8-3)

Kapittel 9. Gjennomføring av forskriften (§§ 9-1 - 9-4)

Kapittel 10. Ikrafttredelse (§§ 10-1 - 10-2)

Merknader til de enkelte bestemmelser

[Vis hele](#)

Veileder for melding om ulykke eller uønsket hendelse

Veilederen utdyper bestemmelser om *ulykke/uønsket hendelse* i damsikkerhetsforskriften

- Med ”*ulykke*” menes en uønsket eller utilsiktet plutselig begivenhet eller en bestemt rekke av slike begivenheter som har skadelige følger på personer, på vassdragsanlegget, på eiendom utenfor vassdragsanlegget eller miljø
- Med ”*uønsket hendelse*” menes enhver annen uønsket begivenhet enn ulykke som har sammenheng med vassdragsanlegget og som innvirker på sikkerheten, herunder nestenulykker.





Dambrudd og «fakta»

1. ICOLD: ”Dambrudd er definert til å ha det største skadepotensiale av alle ulykker i et samfunn i fredstid”
2. SINTEF (STF75A89016): ”Demninger representerer trolig Norges største potensial for storulykker”
3. St.meld. nr. 17 (2001- 2002), «Sårbarhetsutvalgets» rapport har en tilsvarende formulering som i 2 (SINTEF).

Norge:

- Ca 4900 dammer er klassifisert i klasse 0 – 4
- 350 er ”store dammer” (med høyde over 15 m, ICOLD-dammer)
- I gjennomsnitt ett dambrudd per år (gjeld *alle* dammer, inkl. kl 0)
- Ingen brudd på store dammer
- 9 (?) dambrudd etter 1900 på «klassifiserte» dammer

Noen av dambuddene i Norge, tilsvarer *dammer i klasse 1-4*

	Dam	År	Omkomne
1.	Koppardammen, Bymarka 1791	1722	22
2.	Dam Osfallet	1916	1
3.	Renvassdammen Hønefoss	1916	2
4.	Inntaksdam Rånåsfoss	1959	3
5.	Hestvatnet Senja	1947	?
6.	Roppa	1976	0
7.	Skjærbuvatn	2013	0
8.	Bleikvatn	1998	0
9.	Blokken		0
10.	Storvatn	1979	0

Men:

I gjennomsnitt skjer det ca ett dambrudd per år (inkl kl 0-dammer)



Rapporterte hendelser 2021

16 hendelser:

- 8 dammer 1 ulykker + 7 uønskede hendelser
- 8 vannveier 4 ulykker + 4 uønskede hendelser

1 ulykke på dam

- 1 3.-personssikkerhet

4 ulykker på vannvei

- 1 erosjon
- 1 lekkasje
- 2 rørbrudd

7 uønskete hendelser på dam

- 2 3.-personssikkerhet
- 3 funksjonssvikt luker (is og opptrekk)
- 1 tilstopping
- 1 overtopping fangdam

4 uønskete hendelser på vannvei

- 3 lekkasjer
- 1 innbrudd

Skadestatistikk norske *dammer* 2021

Dam nr	Hendelse	Byggeår	Fornyhet	Klasse	Damtype	Skade	Årsak
1	Ulykke	2020		0	Betongdam	3.-personssikkerhet	Båtferdsel oppstrøms dammen
2	Uønsket hendelse	1922	2000	2	Betongdam	3.-personssikkerhet	Båtferdsel oppstrøms dammen
3	Uønsket hendelse	1962	2007	3	Steinfallingsdam	Funksjonssvikt på tappelukskruespill	Endebryter ute av drift.
4	Uønsket hendelse	1872	1982	2	Murdam	3.-personssikkerhet	Person fast i gjørme i nedtappet magasin
5	Uønsket hendelse	1955	2015	2	Betong-/Steinfallingsdam	Funksjonssvikt på flomlukskruespill	Ising på lukeben og føringer
6	Uønsket hendelse	1900	2003	4	Murdam	Overtopping fangdam (fallingsdam)	Høy vannføring
7	Uønsket hendelse	1978	2020	3	Steinfallingsdam	Funksjonssvikt på tappeluks	Is mot og på tappeluks
8	Uønsket hendelse	1978	2020	3	Betongdam	Tilstopping flomløp	Fastfrysing av isolasjonsarrangement



Figur 3 - Inne i isolasjonsluker nedside tunnel





NVEs dam – og uhellsdatabaser

Antall registrerte dammer: 4754
Antall registrerte Vannveier: 2173

Excel ribbon showing the 'Hjem' tab with various formatting options. Below the ribbon, the header row of the spreadsheet is visible, containing the following columns: Den ansvarlige, Inngreptype, Id, Navn, Ko.kl., Saksbehan, Uønsket hendelse tyoe, Er ulykke, År, Arkivreferanse, Dato Innrapport, Mottatt rapport.

Rapporter ligger i arkivet

Excel spreadsheet showing a list of incidents. The table has the following columns: Den ansvarlig, Inngreptype, Id, Navn, Ko.kl., Saksbehan, Er ulykke, År, Arkivreferanse, Dato Innrapport, Mottatt rapport. The row for incident 265 is highlighted in yellow.

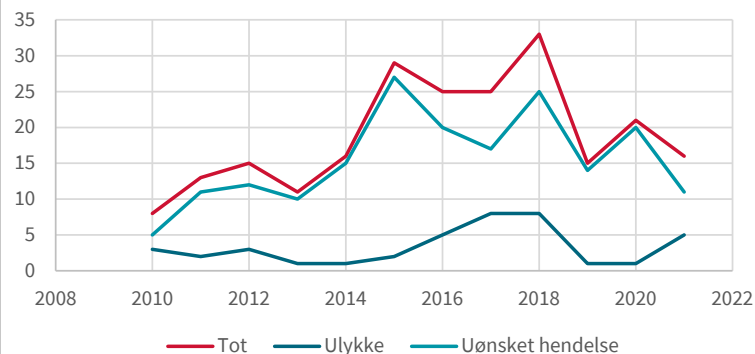
Den ansvarlig	Inngreptype	Id	Navn	Ko.kl.	Saksbehan	Er ulykke	År	Arkivreferanse	Dato Innrapport	Mottatt rapport		
251	HAFSLUND ECO V	Dam	2928	VETLEBOTNVATN FYLLING	3	oyn	:ke	Nei	2021	201203222-22	26.02.2021	Ja
252	ØKSLANDELV KF	Vannvei	3339	Økslandselv vassveg	2	stlu	:ke	Nei	2021	201405649-16	08.03.2021	Ja
253	STATKRAFT ENER	Dam	1008	AKERSVATN OVERLØPSD.	3	vcp	på	Nei	2022	202100932-2	02.08.2022	Nei
254	GLOMMA KRAFT	Dam	1084	BINGSFOSS NORDRE	1	edhl	ds	Ja	2022	201702800-9	01.07.2022	Ja
255	HAFSLUND ECO V	Dam	1656	HUNDERFOSS	2	edhl	eri	Nei	2022	200701008-17	19.05.2022	Nei
256	JARLSHAUG KRAF	Vannvei	4038	Jarlshaug	2	kms	:ke	Nei	2022		06.07.2022	Nei
257	SMÅKRAFT AS	Dam	7030	KALDÅGA INNTAKSDAM	0	roan	vå	Nei	2022	202212272	16.06.2022	Ja
258	SKIEN KRAFTPRO	Dam	1776	KLOSTERFOSS	1	hmoe	ds	Ja	2022	200709836-24	19.05.2022	Ja
259	AGDER ENERGI V.	Dam	1842	KVERNEVATN HOVEDDAI	4	samv	eri	Nei	2022			Nei
260	NORDKRAFT PRO	Dam	3889	PUMPVATN, DAM VEST	2	vcp	:ke	Nei	2022		06.07.2022	Ja
261	SMÅKRAFT AS	Vannvei	5207	Salvasskardelva kraftverk	0	vcp	:ke	Ja	2022	201208170-5	08.04.2022	Ja
262	SKIEN KRAFTPRO	Dam	2461	SKOTFOSS	1	gog	/s	Nei	2022	200709835-47	18.08.2022	Ja
263	CLEMENS KRAFT I	Vannvei	2225	VENGÅA TRYKKRØR	0	stlu	sj	Nei	2022	200806099-5	20.01.2022	Nei
264	NTE ENERGI AS	Dam	3480	FJERGEN	4	mosk	ra	Nei	2022	201710189-17	23.09.2021	Nei
265	GÅSLUNELVA KR/	Vannvei	5108	GÅSLUNELVA TRYKKRØR	1	wdm	bri	Ja				Nei
266												

Til nå er det registrert 265 hendelser

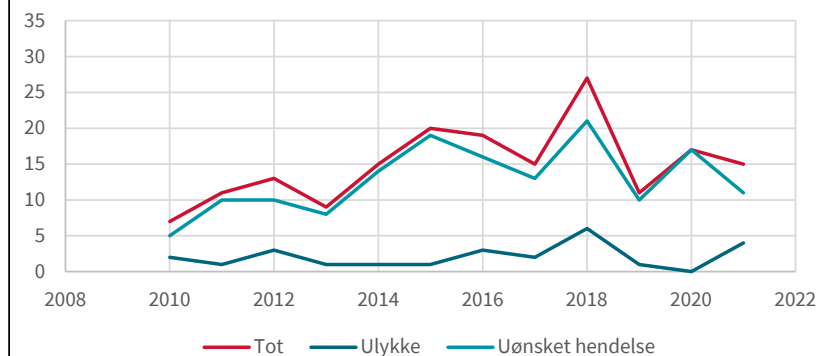
Dam og vannvei

NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.

Antall hendelser pr år. Dam og vannvei.
Inkl. kl 0. Tot. 6927.



Antall hendelser pr år. Dam og vannvei.
Ekskl. kl 0. Tot 3968



Antall hendelser pr år. Dam og vannvei. Inkl klasse 0.

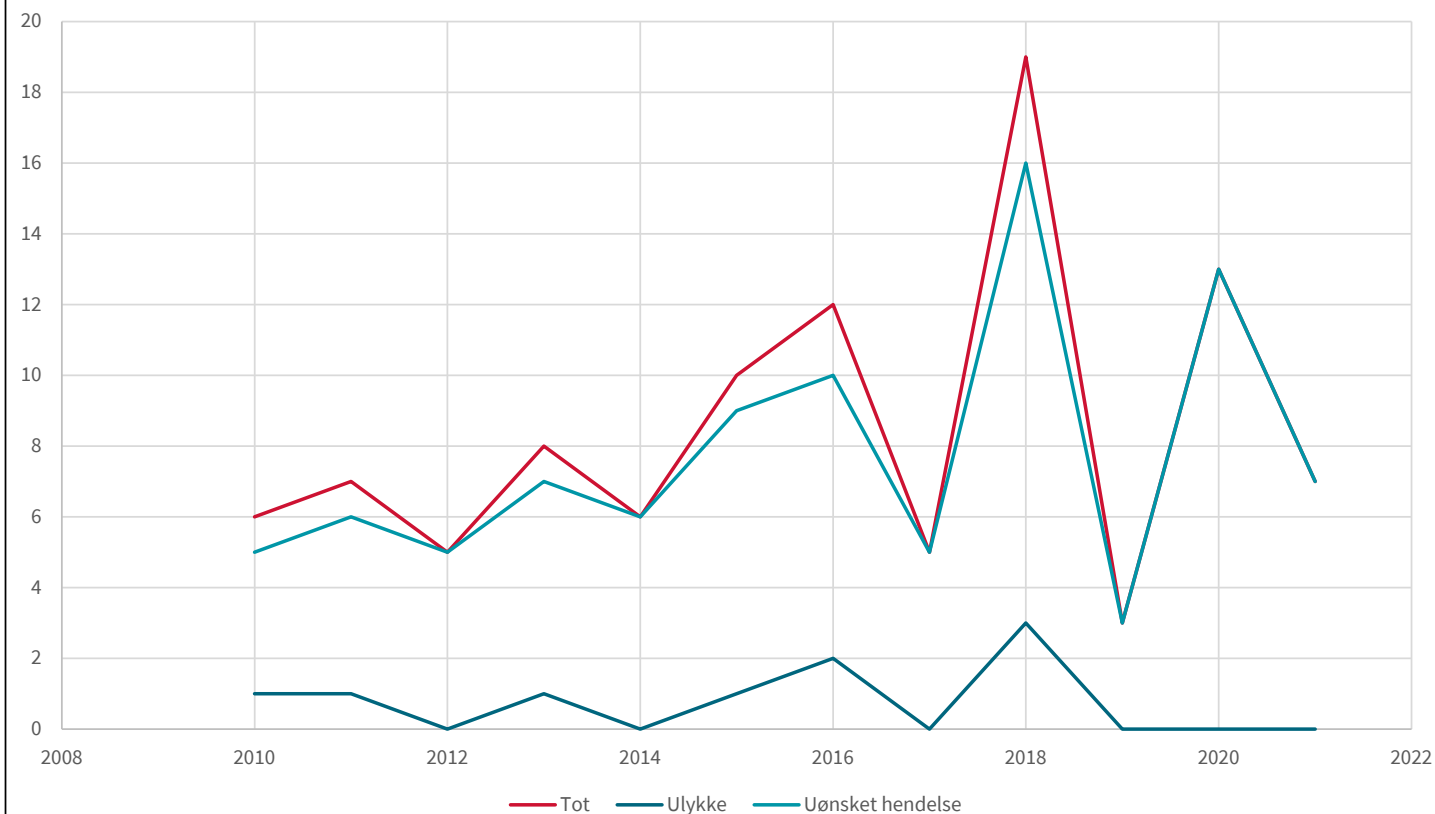
År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	8	3	5
2011	13	2	11
2012	15	3	12
2013	11	1	10
2014	16	1	15
2015	29	2	27
2016	25	5	20
2017	25	8	17
2018	33	8	25
2019	15	1	14
2020	21	1	20
2021	16	5	11
Sum	227	40	187

Antall hendelser pr år. Dam og vannvei. Eksklusive kl 0.

År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	7	2	5
2011	11	1	10
2012	13	3	10
2013	9	1	8
2014	15	1	14
2015	20	1	19
2016	19	3	16
2017	15	2	13
2018	27	6	21
2019	11	1	10
2020	17	0	17
2021	15	4	11
Sum	179	25	154

Dam

Antall hendelser pr år. Dam. Eksklusive kl 0. Tot 2681.



NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.

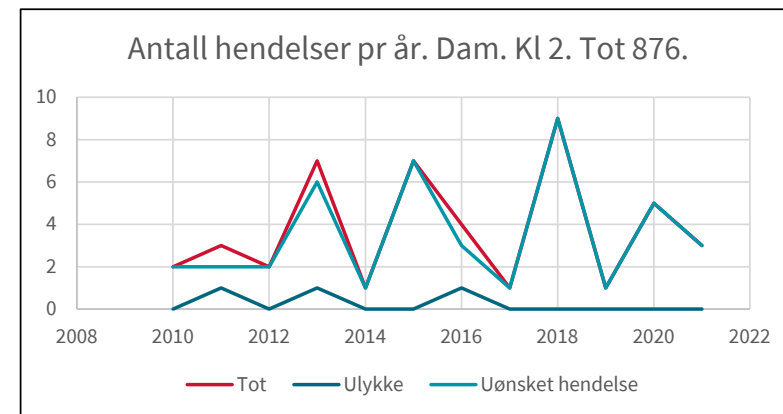
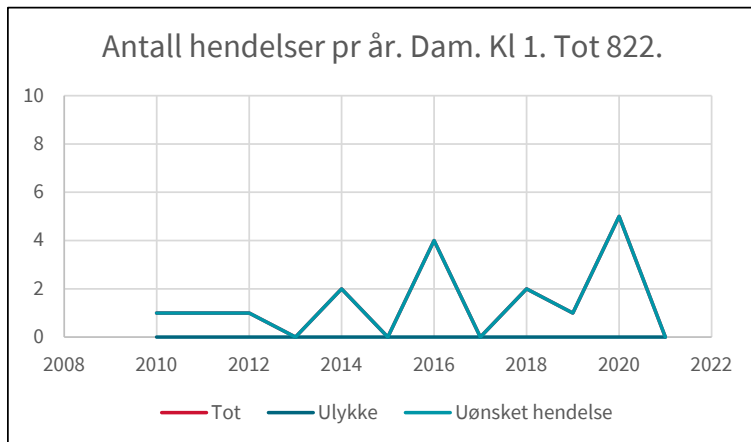
Antall hendelser pr år. Dam. Eksklusive klasse 0.

År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	6	1	5
2011	7	1	6
2012	5	0	5
2013	8	1	7
2014	6	0	6
2015	10	1	9
2016	12	2	10
2017	5	0	5
2018	19	3	16
2019	3	0	3
2020	13	0	13
2021	7	0	7
Sum	101	9	92



Utvikling over tid.

NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.



Antall hendelser pr år. Dam. Klasse 1.

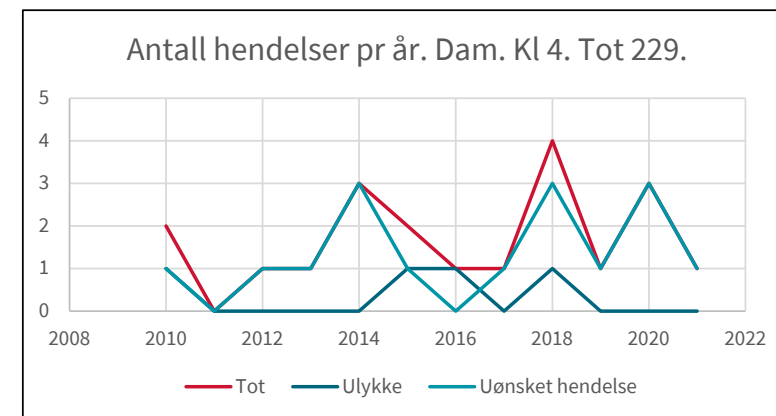
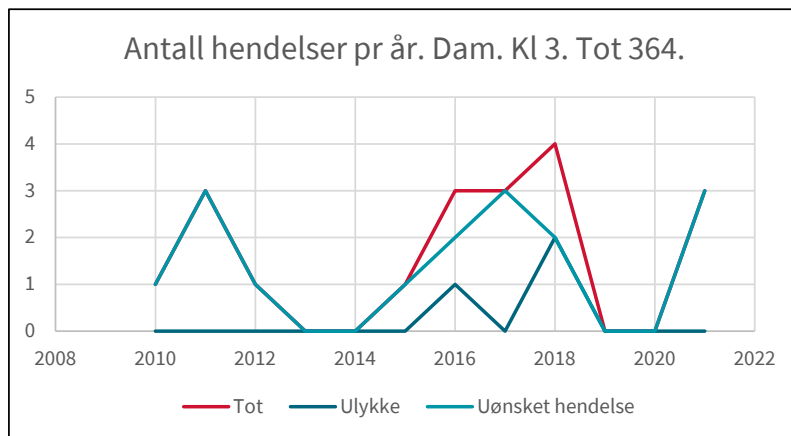
År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	1	0	1
2011	1	0	1
2012	1	0	1
2013	0	0	0
2014	2	0	2
2015	0	0	0
2016	4	0	4
2017	0	0	0
2018	2	0	2
2019	1	0	1
2020	5	0	5
2021	0	0	0
Sum	17	0	17

Antall hendelser pr år. Dam. Klasse 2.

År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	2	0	2
2011	3	1	2
2012	2	0	2
2013	7	1	6
2014	1	0	1
2015	7	0	7
2016	4	1	3
2017	1	0	1
2018	9	0	9
2019	1	0	1
2020	5	0	5
2021	3	0	3
Sum	45	3	42

Utvikling over tid.

NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.



Antall hendelser pr år. Dam. Klasse 3.

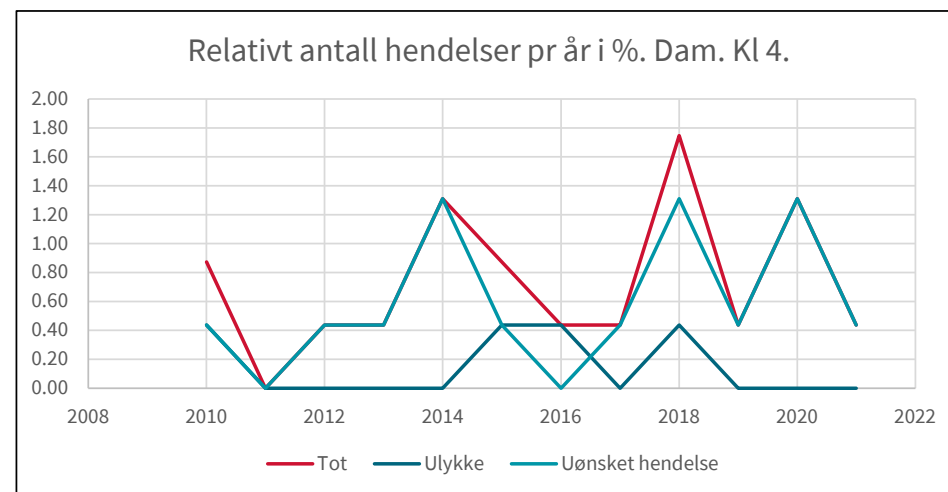
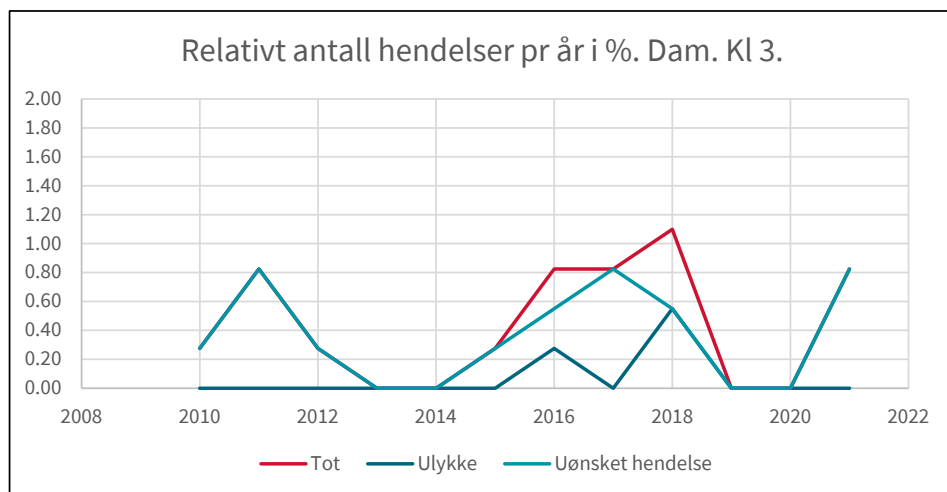
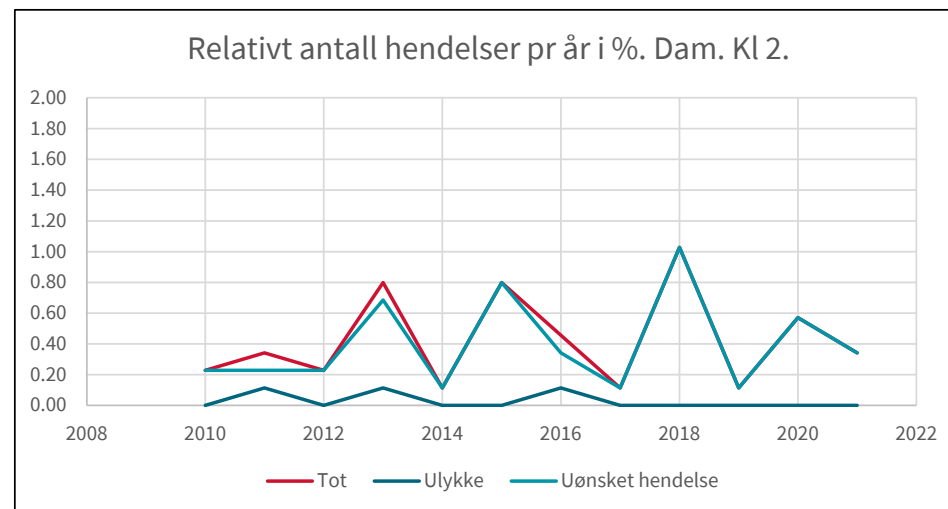
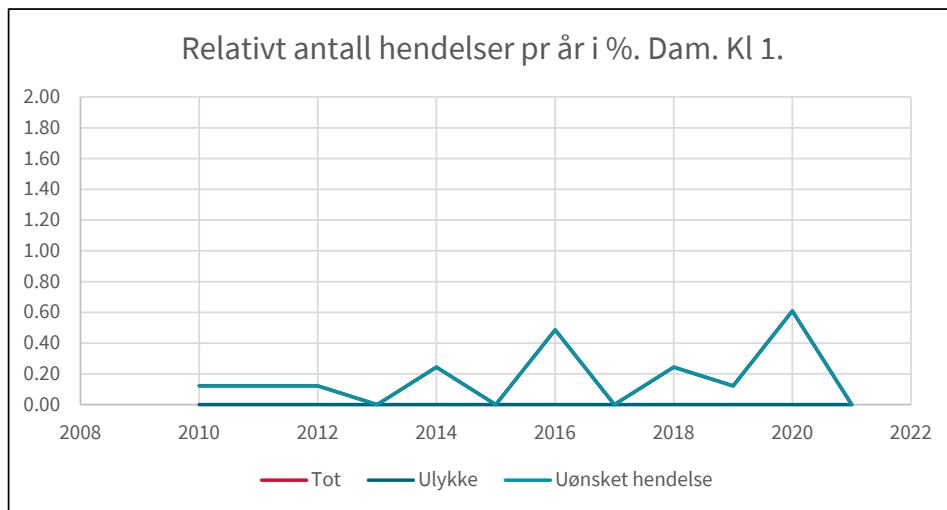
År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	1	0	1
2011	3	0	3
2012	1	0	1
2013	0	0	0
2014	0	0	0
2015	1	0	1
2016	3	1	2
2017	3	0	3
2018	4	2	2
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	3	0	3
Sum	19	3	16

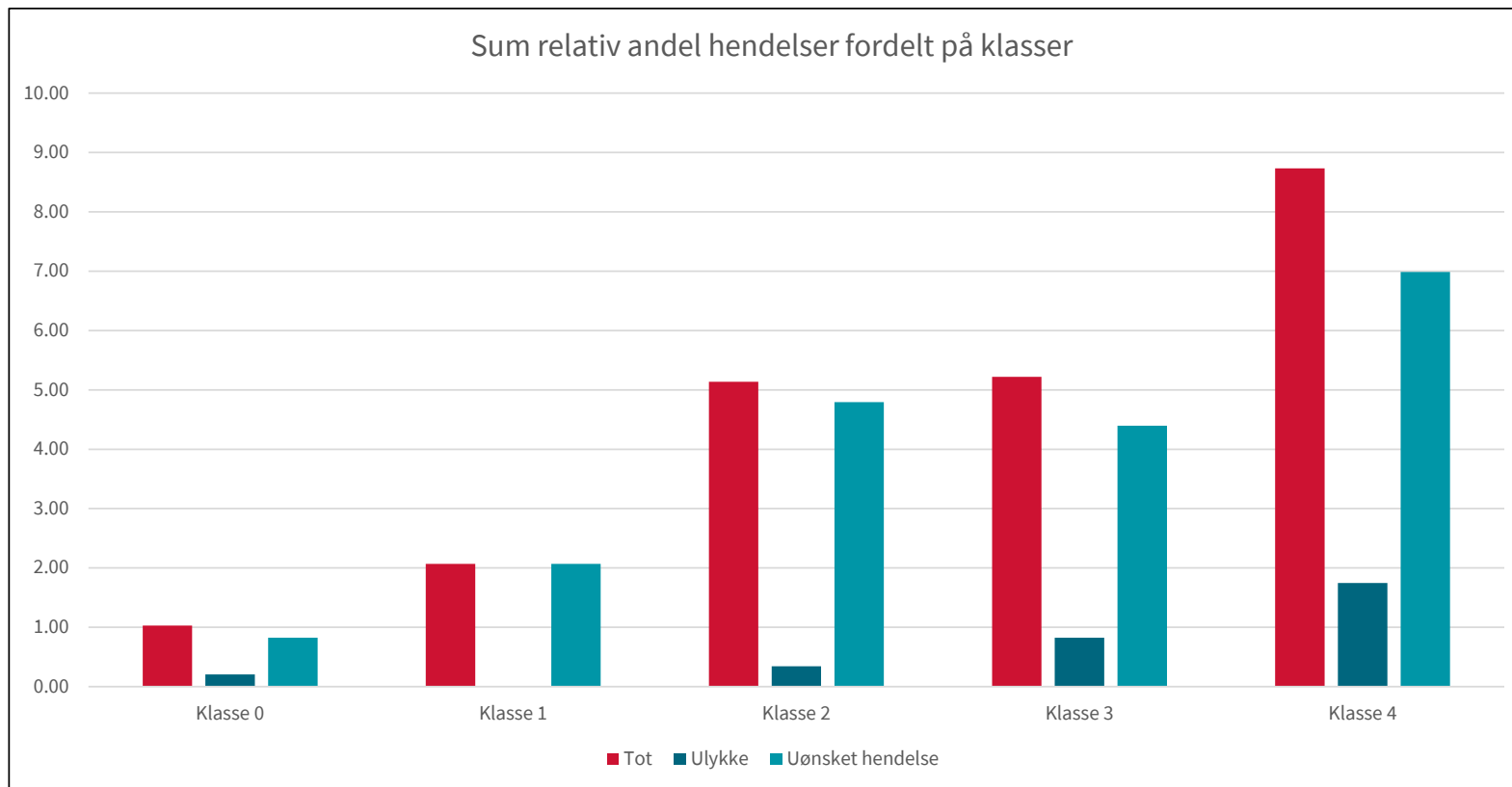
Antall hendelser pr år. Dam. Klasse 4.

År	Tot	Ulykke	Uønsket hendelse
2010	2	1	1
2011	0	0	0
2012	1	0	1
2013	1	0	1
2014	3	0	3
2015	2	1	1
2016	1	1	0
2017	1	0	1
2018	4	1	3
2019	1	0	1
2020	3	0	3
2021	1	0	1
Sum	20	4	16

Utvikling over tid.

NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.





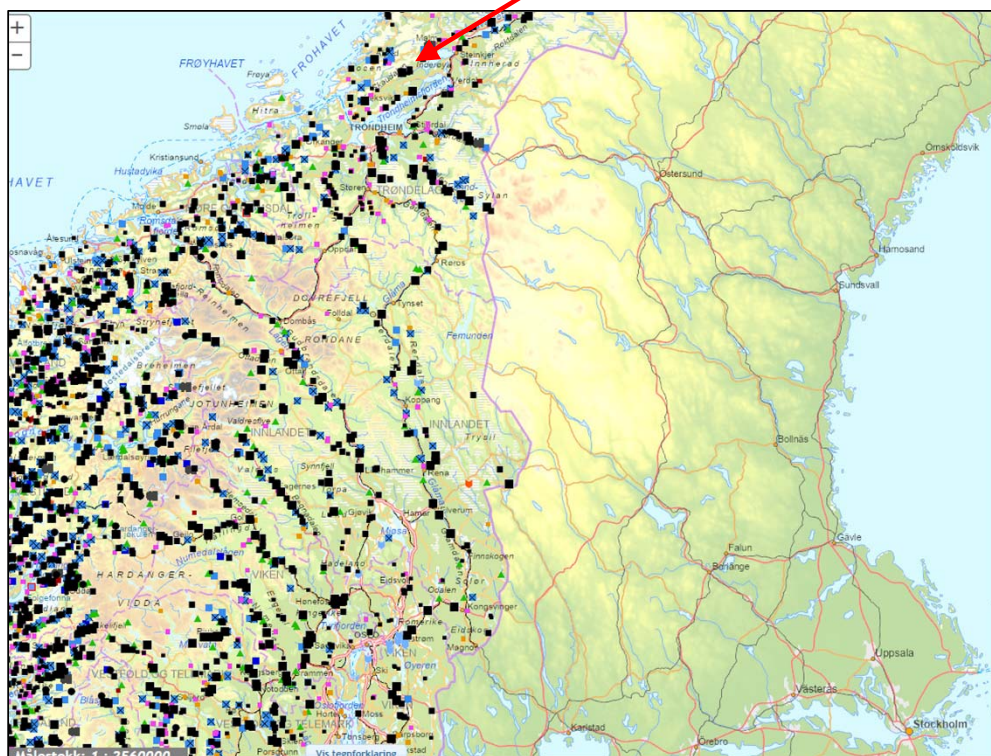
NB! Foreløpige og litt unøyaktige verdier.

Feilkilder kan være/er:

- Dameiere med store dammer (i høye konsekvensklasser) har mer kunnskap om regelverket og krav til rapportering enn «små dameiere».
- Dameiere med store dammer har mer oppmerksomhet (bedre overvåking) av dammene og fanger opp flere hendelser.
- ...???
- ...

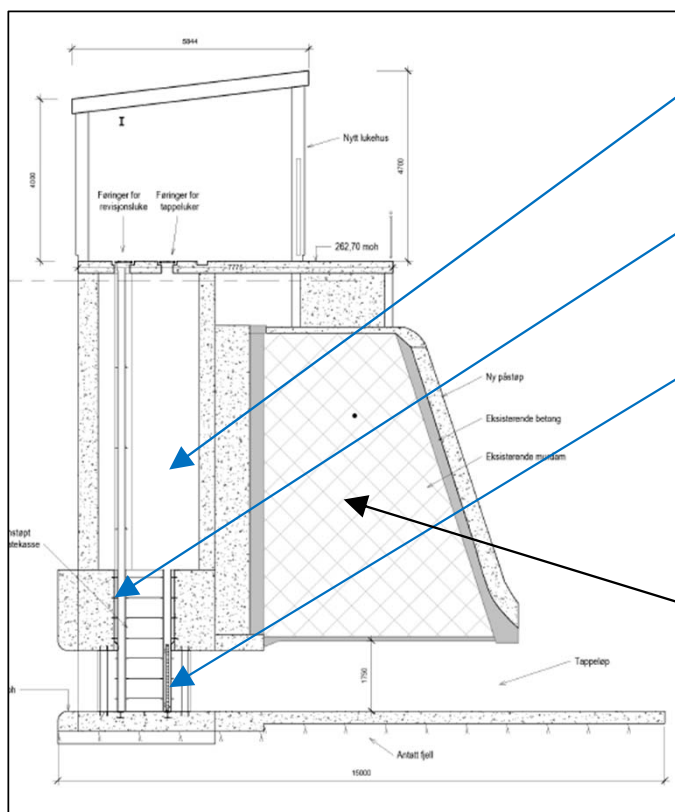


Uønsket hendelse på Stømsetervatn dam, konsekvensklasse 2.



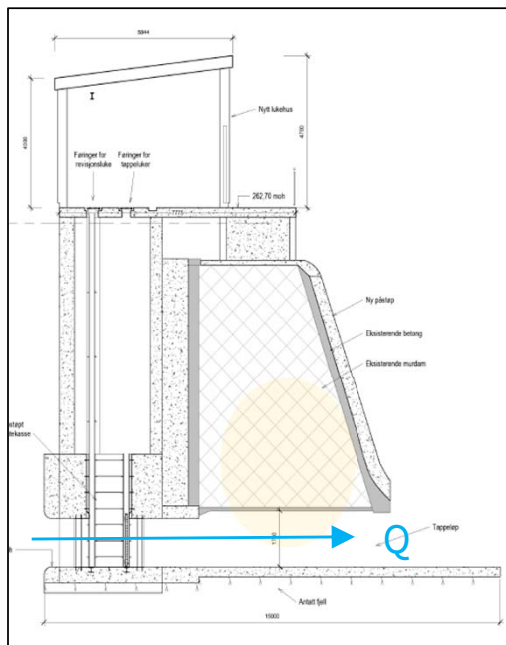
Damhøyde 10 m.
Magasinvolum 24 Mm³.

I utgangspunktet: Det var bare lukesjakt, føringer og luke som skulle skiftes ut samt oppstrøms og nedstrøms plate.



Opprinnelige damkropp skulle bestå.

Stor usikkerhet om hva indre deler av dammen besto av.

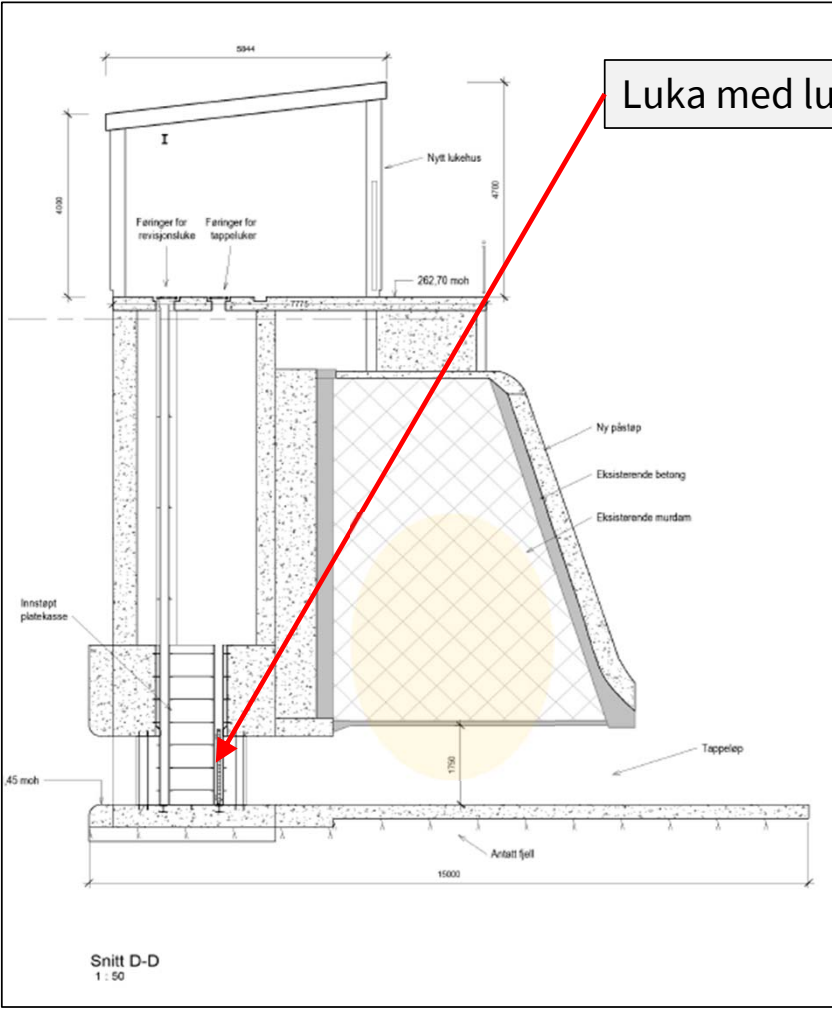


Viktig å unngå vannstrøm gjennom delvis revet lukeløpet pga av mulig erosjon av indre deler av dammen og med etterfølgende dambrudd.

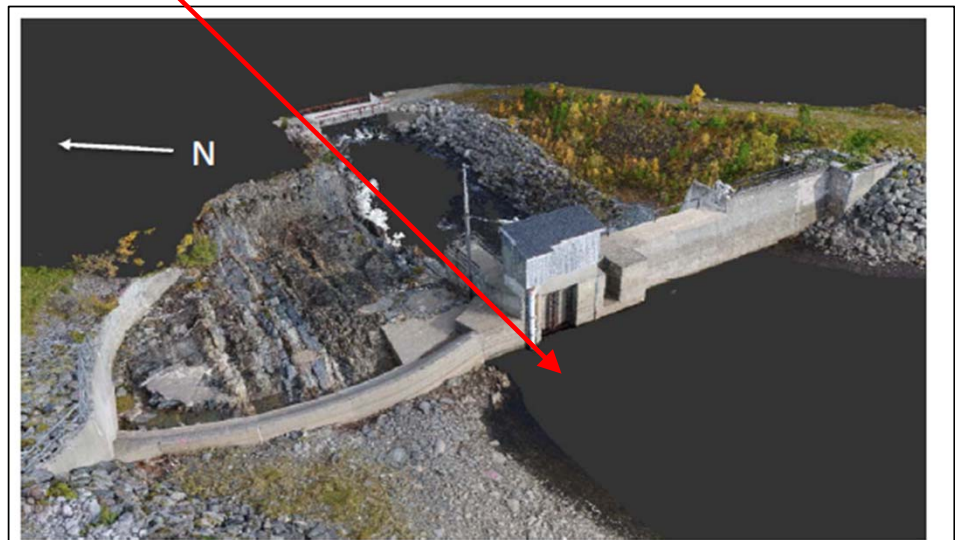
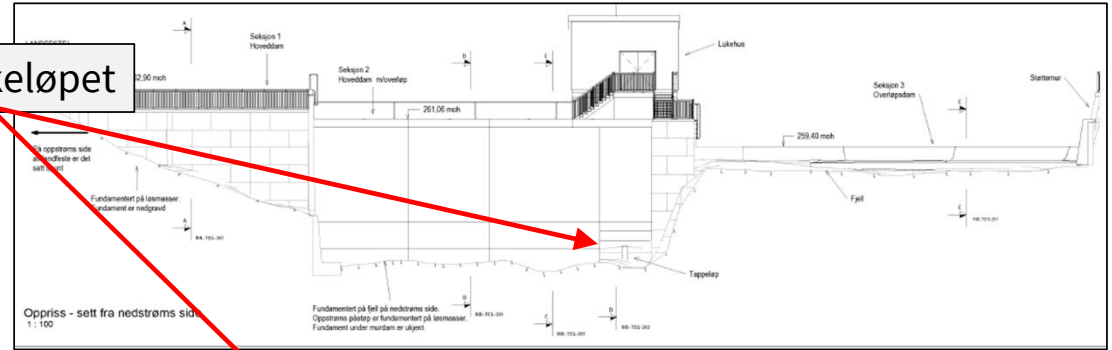


- Løsmasser?
- Dårlig betong?
- Dårlig muring?

Stor usikkerhet om hva indre deler av dammen besto av.

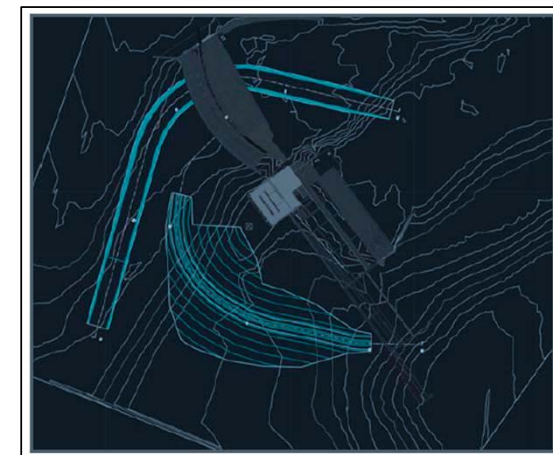
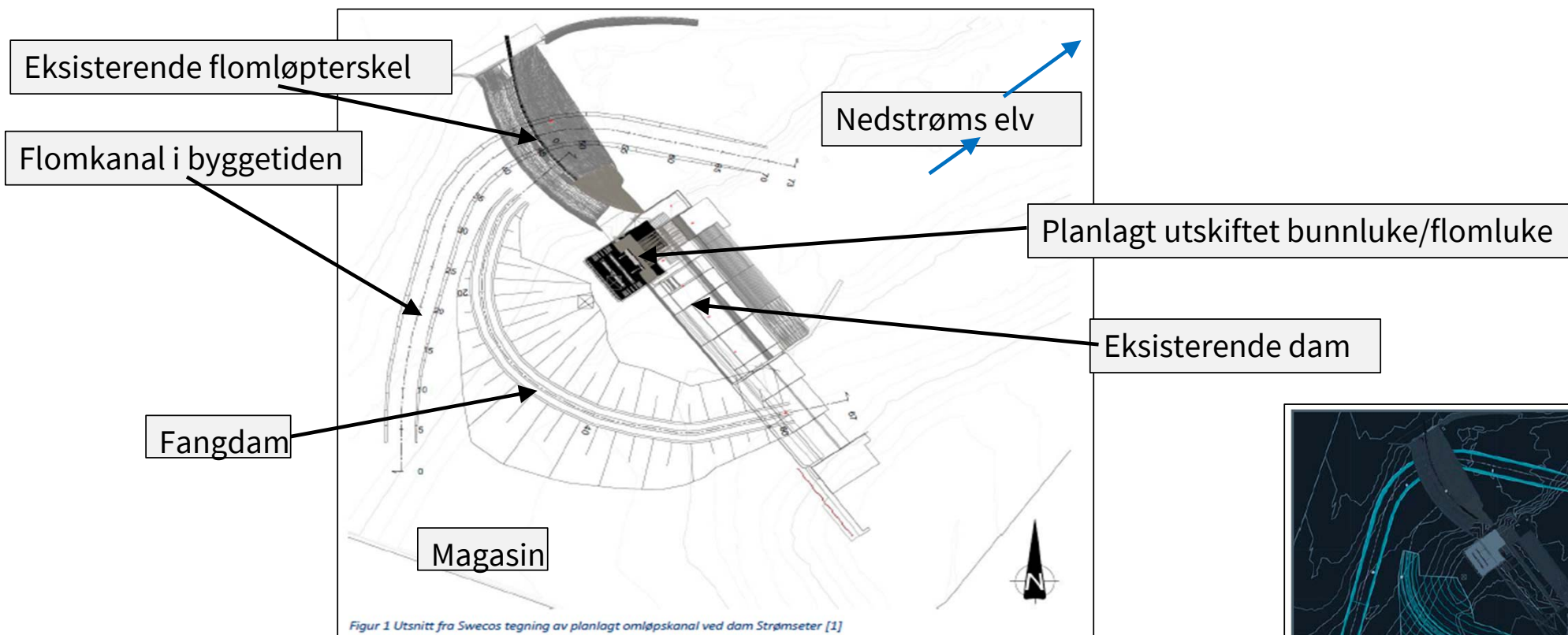


Luka med lukeløpet

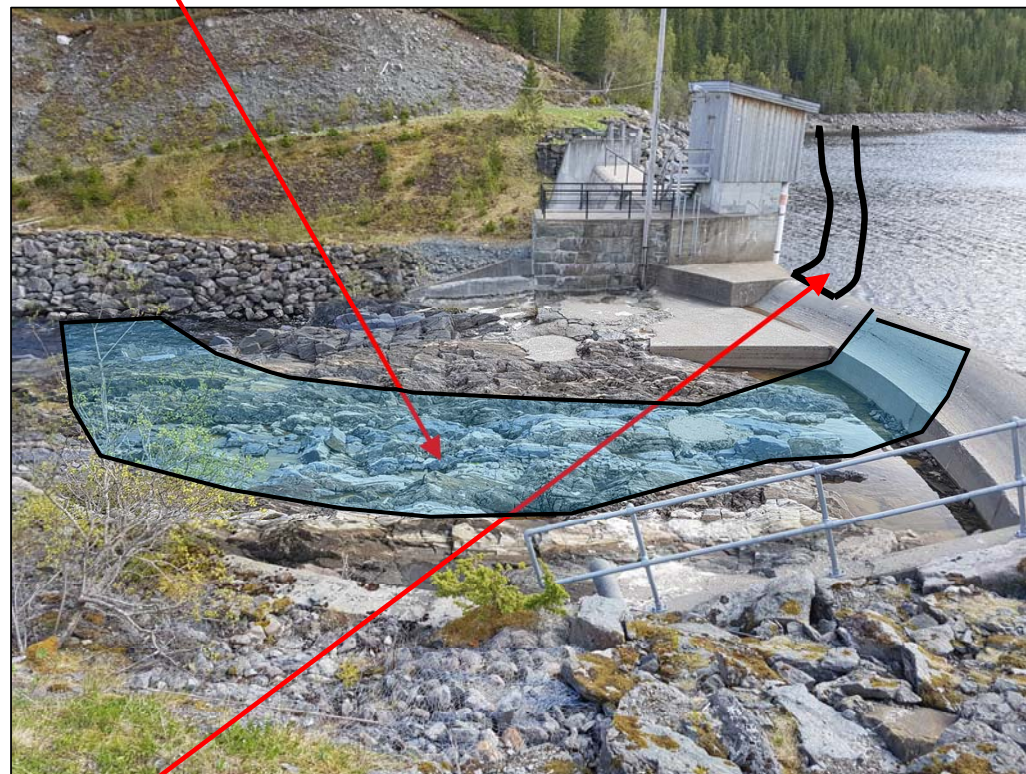
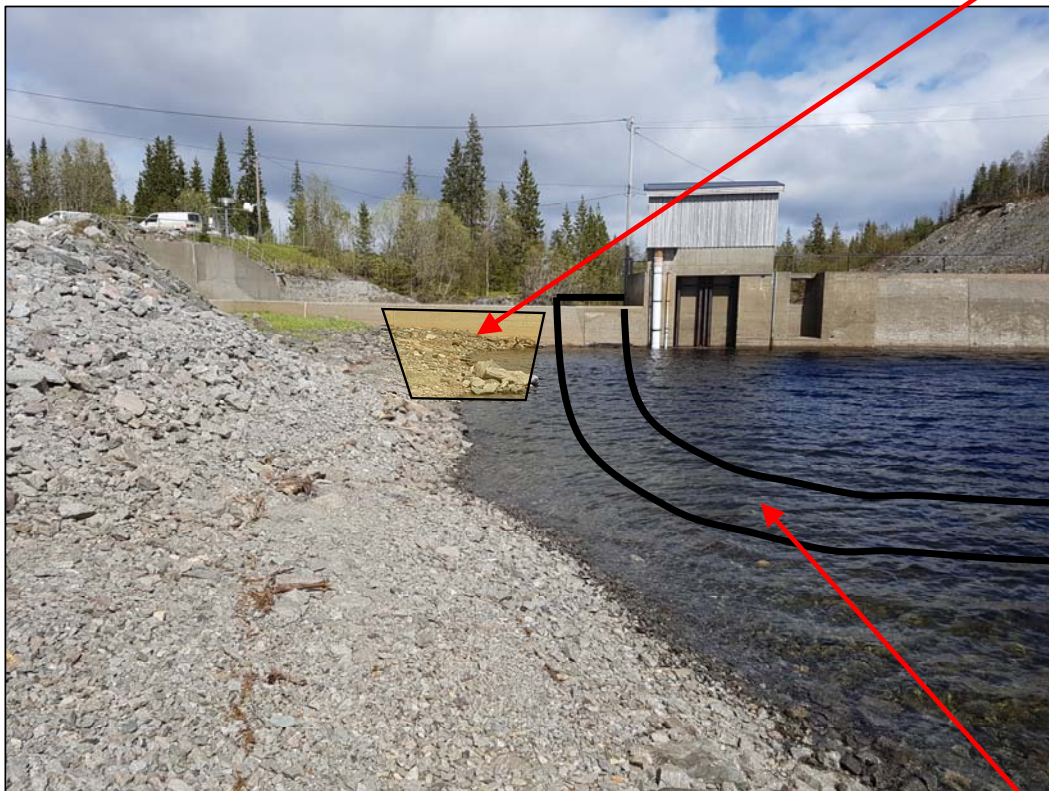


Figur 3: Punktsky av eksisterende dam, sett fra oppstrøms side.

Flomavledning i byggetiden

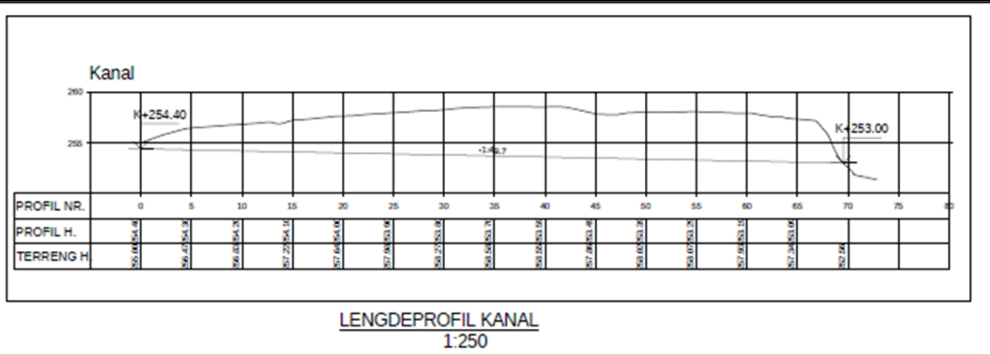
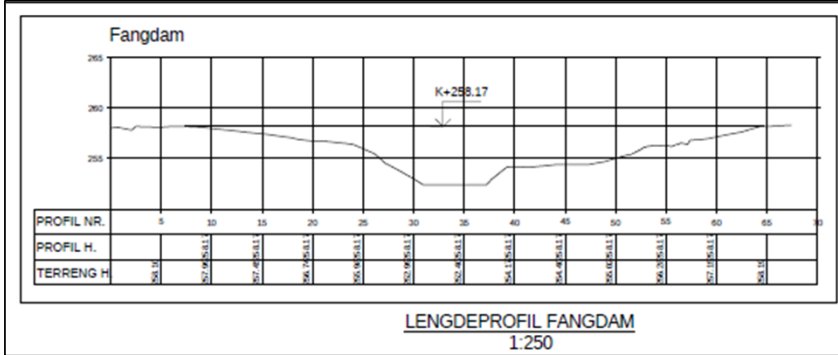
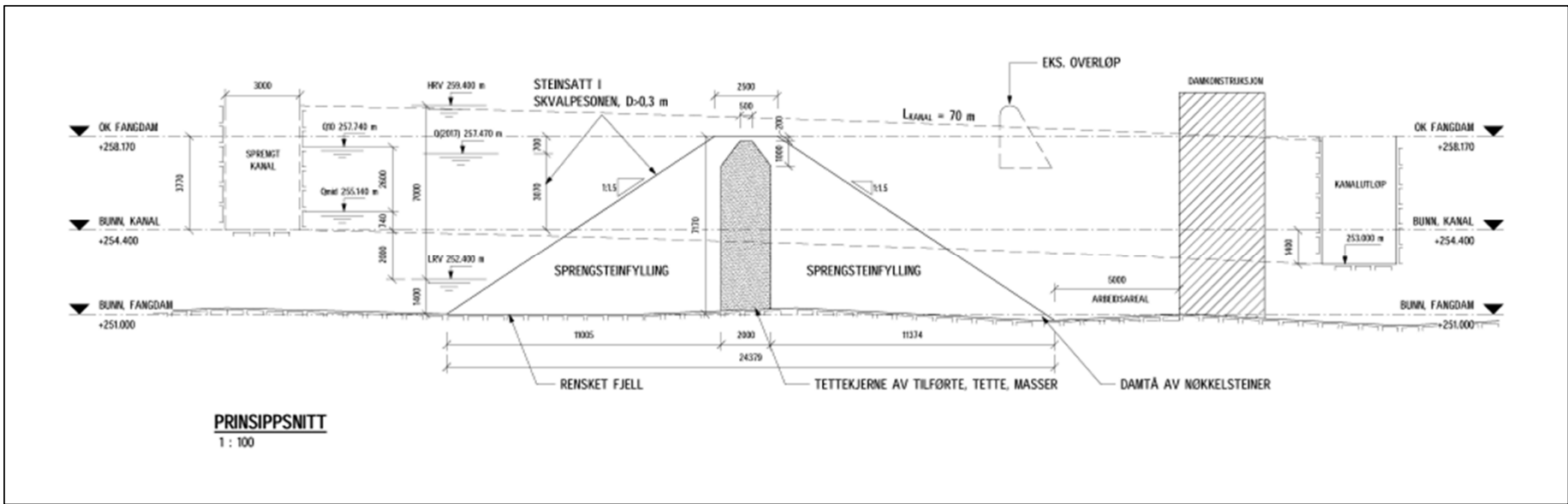


Flomavledning i byggetiden i en dypere kanal i eksisterende flomløp



Fangdam (fylling)

Prosjektert fangdam og flomkanal



Det var dårlige masser over lukeløpet



Trykkehøyde 5 m. Tåler disse massene
En hastighet på mellom 5 - 10 m/s???



Første melding fra dameier.

Hei Morten

Viser til e-posten under som beskriver litt om utfordringen vi har på Strømseterdammen med økende sannsynlighet for overtopping av fangdam ettersom omløpskanalen ikke ser ut til å ha samme kapasitet som beregnet. Bildet viser oppstart av utbedringsarbeidene etter erosjonsskade i fangdam. Her var det det i 14-tida i går ca. 80 cm fra vannspeilet opp til topp fangdam. Jeg ringer deg senere i dag dersom du er ledig.

Det som gir grunn til bekymring er at vår Driftssentral måler en vannføring på 17 m³/s i kulpen nedstrøm dammen p.t.

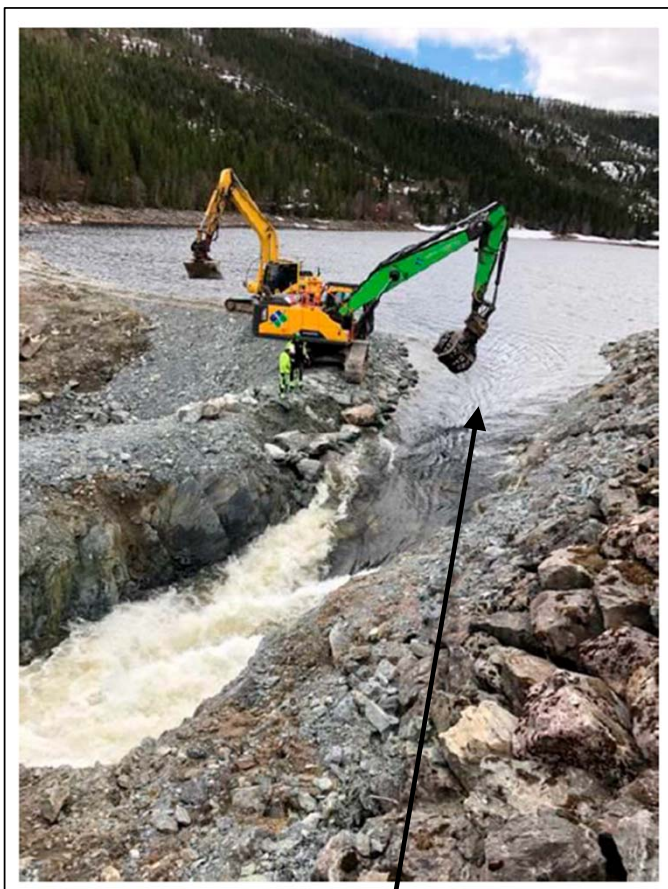
Diagrammet under er hentet fra [redacted] sin rapport. Med en vannstand lik 257,22 p.t gir [redacted] sin kurve (slik jeg leser den) en forventet tapping på ca 38 m³/s?

Dersom dette er rett tolket og vannføringsmålingen på 17 m³/s er rett (er vurdert som fornuftig sett opp mot andre målestasjoner), så tyder det på at omløpskanalen ikke fungerer som tiltenkt og øker risikoen for overtopping av fangdammen betydelig!

Med aktuell vannstand skulle altså vannføringen vært omtrent dobbelt så stor som det den var. De hydrauliske beregningene var feil.



Og feilen i beregningene var:



Det var forutsatt normalstrømning i *hele* kanalen.
Akselerasjonssonen og vannstandspranget i innløpet var ikke tatt med.

Prognosene tilsa overtopping av tetningen på fangdammen i nær fremtid!

For å unngå vannstrøm gjennom lukeåpningen (luka var fjernet) ble det bestemt at lukeløpet skulle stenges med trebjelker

For å unngå fangdambrudd pga erosjon ved overtopping skulle deretter byggegropa kontrollert fylles med vann.



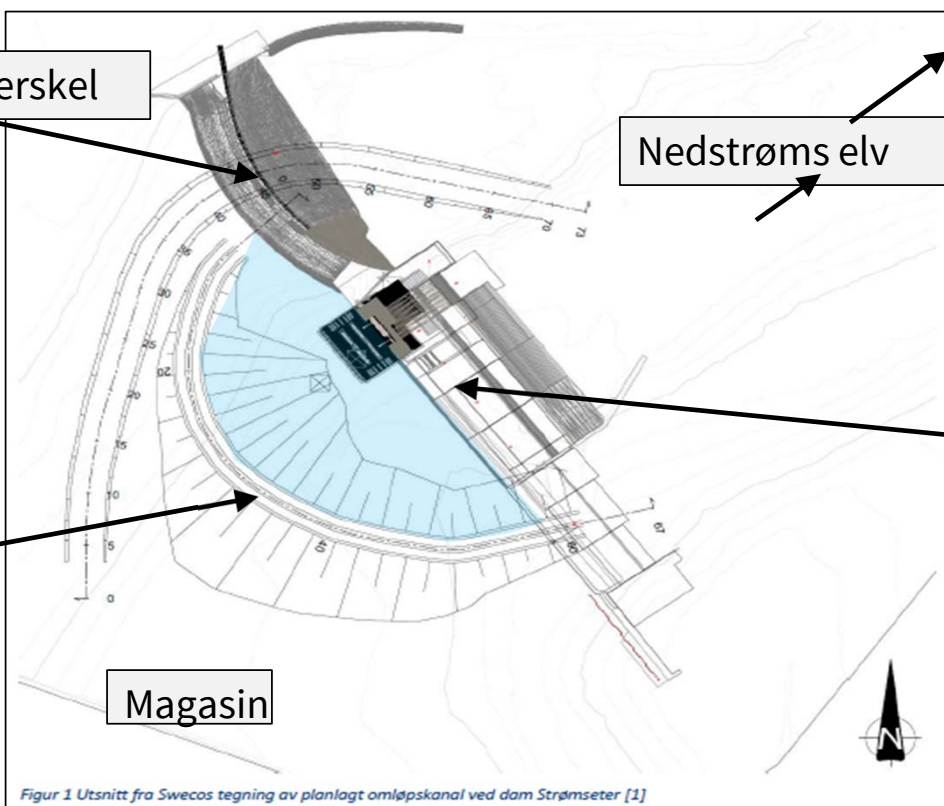
Eksisterende flomløpterskel

Nedstrøms elv

Eksisterende dam

Fangdam

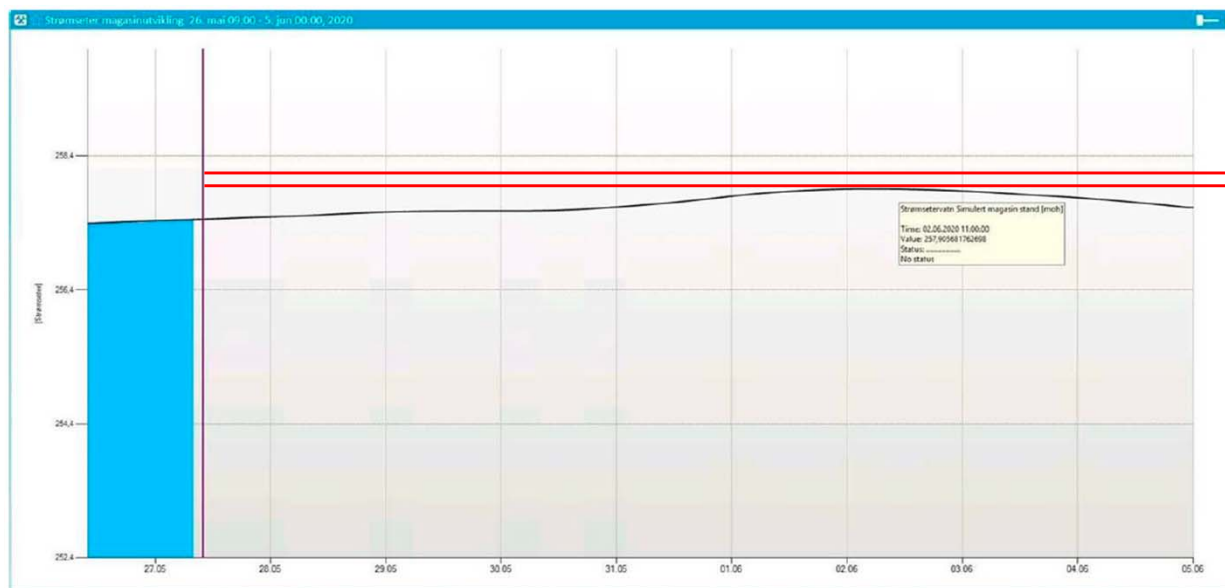
Magasin



Figur 1 Utsnitt fra Swecos tegning av planlagt omløpskanal ved dam Strømseter [1]



Dårlig tid!



Topp fangdam

Topp tetning

- Det ble funnet trebjelker på et nærliggende sagbruk og lukeløpet ble bjelket igjen.
- Byggegropa ble deretter kontrollert fylt opp.
- *Deretter* ble trebjelkene beregnet!!!!

Ferdig vannfylt byggegrop.



Vannstanden var fortsatt stigende og beregningene ga følgende resultat:

Konklusjon: Kapasitet på bjelkene er ikke ivaretatt. Det ble opplyst om varierende tykkelser (160-200 mm) på ubrukte bjelker, men ikke på de som er benyttet (antatt brukt de kraftigste i bunn). Stengsel utført med to nåler, men ikke dokumentert opplegg i bunn. Antatt materialkvalitet, lokalt utarbeidet treverk. Utnyttelse mindre enn 1,0 (100 %) er krav for varige konstruksjoner. For bjelkene har vi sikkerhetsfaktor 1,68 (1,2*1,4). Uten sikkerhetsfaktorer er utnyttelsen 95 % ved vannstand på 258.2. Bjelkestengslet oppfyller ikke dagens krav til sikkerhet.

- Relativt stor sannsynlighet for bjelkebrudd.
- Ved overtopping av fangdam kunne fangdammen da erodere og bryte og dermed 24 Mm³ tømmes gjennom lukeløpet
- Langvarig vannstrøm (kanskje 3 uker) ville oppstå gjennom lukeløpet
- Lukeløpet kunne eroderes. Dette kunne medført dambrudd på hoveddammen.

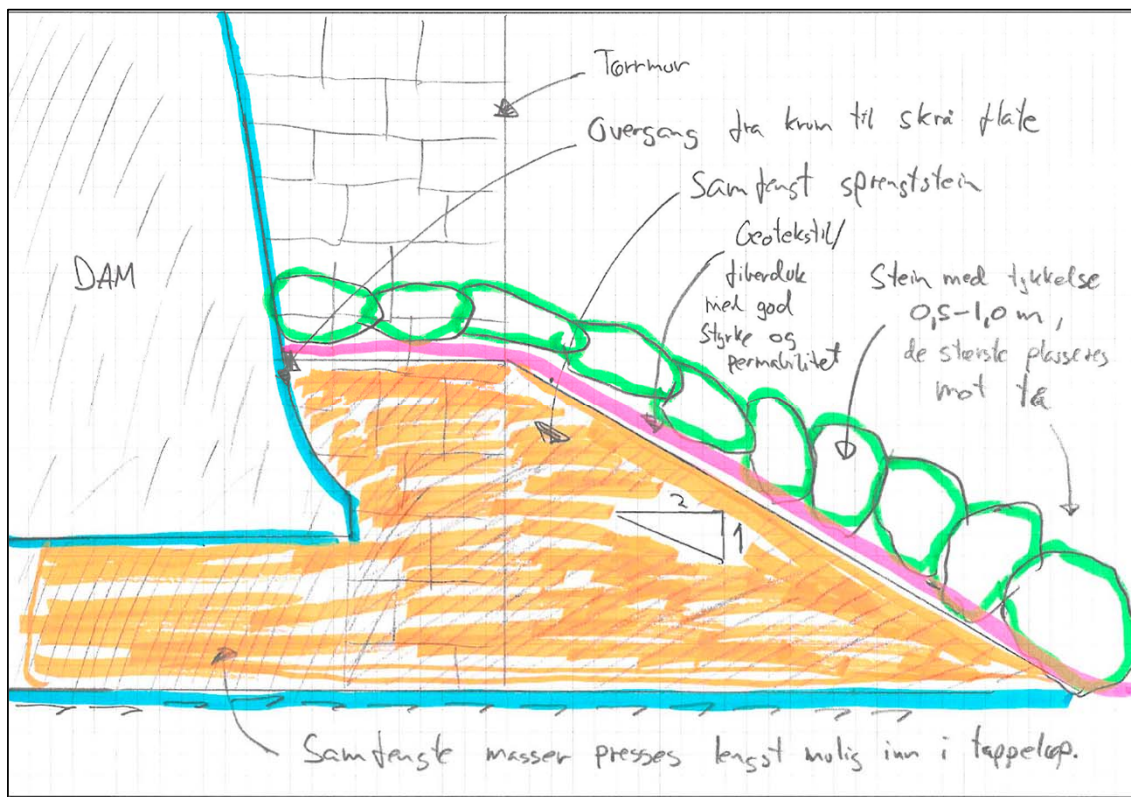
Sikring i tilfelle bjelkestengselbrudd?



E-post fra dameier:

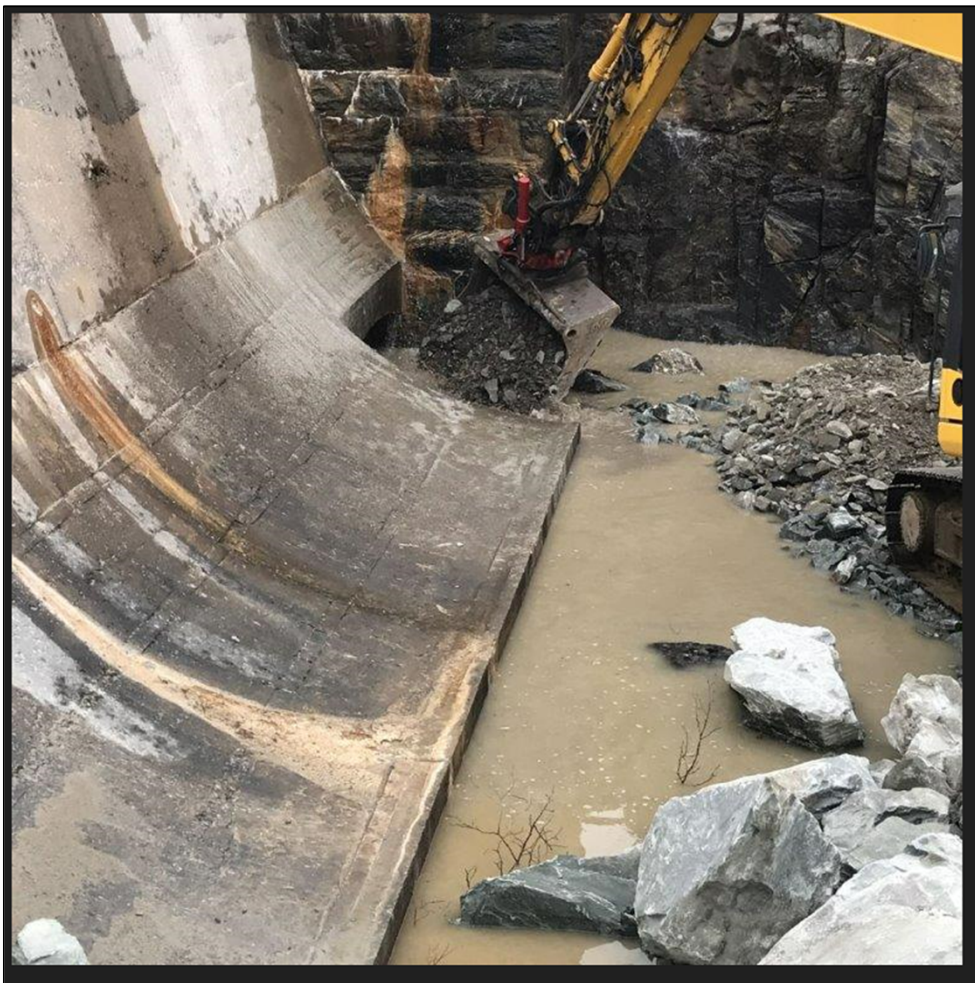
Vi forsøker så å få skjøvet noen store steiner inn i tappekanalen fra nedstrøm side, og til slutt enda større steiner foran tappekanalen.

Plan for gjenfylling av tappeløpet



Men... her blir det en form for tetting av dammens nedstrøms side.

Tettingen av lukeløpet og ferdig utført teting.



Nå er det ikke mere å gjøre, bare vent og se.



Etter iherdig innsats fra dameier og konsulent gikk alt bra.
NVE ble informert på en meget god måte i hele perioden!



Før



Etter