

NOTAT

OPPDRAK	Klassifisering Dammen, Kjøpsvik	DOKUMENTKODE	10216923-RIVass-NOT-001
EMNE	Klassifisering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Norcem Kjøpsvik AS	OPPDRAKSLEDER	Ann Kristin Tuseth
KONTAKTPERSON	Annika Steien	SAKSBEHANDLER	Kristine Lilleeng Walløe
BESTILLINGSNUMMER NORCEM	49394439	ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

Dammen ved Kjøpsvik er opprinnelig en platedam med høyde ca. 5 meter, men det er bygget en fylling med stor utstrekning på nedstrøms side, slik at det kun er brystningen på dammen som stikker opp. Det er 45 cm mellom bunnen av brystningen og maksimal normalvannstand («HRV»). I samråd med NVE er det bestemt at ved beregning av dambrudd er det kun brystningen som skal inkluderes.

Dammen har et avløp med svært liten kapasitet, og selv små vannmengder vil gi oversvømte bygg, da det ikke finnes noe definert elveløp, og vannet vil følge gangveg og andre veier. Et dambrudd ved Q_{1000} er beregnet å gi en kulminasjonsvannføring på $38 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som er over en dobling i vannføring sammenlignet med flommen. Dambruddet varer imidlertid kun i kort tid, da magasinet tømmes i løpet av en halvtime.

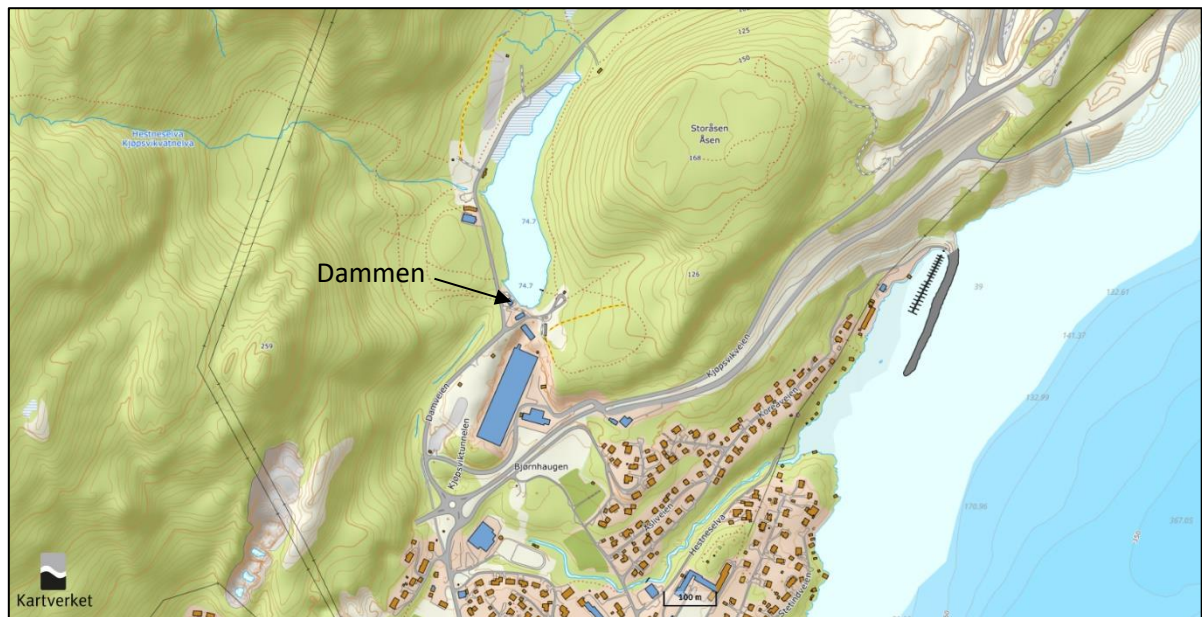
Om man følger metoden angitt i Retningslinjer for dambruddsbølgeberegninger, blir det ingen berørte bygninger, da det er svært liten forskjell i oversvømmelse ved flom og ved dambrudd. I et absolutt worst-case scenario kan man tenke seg at flomvannføringen er akkurat så stor at den tas opp av avløpskulverten og naturlig grottesystem, og at det altså ikke er noe oversvømmelse før dambrudd. Da vil et dambrudd gi beregningsmessig berørte bygg rundt idrettsbanen. Merk allikevel at hastighetene ved idrettsbanen er svært lave, og faren for liv og helse vurderes som liten. Dameier ønsker derfor å søke om å plassere dammen i klasse 0.

1 Bakgrunn

Dette notatet beskriver utførte beregninger og vurderinger i forbindelse med klassifisering av «Dammen» tilhørende Norcems vannforsyningsanlegg i Kjøpsvik, Narvik kommune.

Dammen har tidligere skjønsmessig vært plassert i konsekvensklasse 1, men mangler gyldig klassifiseringsvedtak. NVE har derfor bedt om at dameier søker klassifisering av damanlegget. For å kunne bestemme konsekvensklasse for dammen skal det utføres beregning av bruddvannføring og vurdering av bruddkonsekvenser i vassdraget. Oversiktskart over vassdraget er vist under.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	29.04.2020	Oppdatering etter kommentarer fra dameier	Kristine L. Walløe	Ann Kristin Tuseth	Ann Kristin Tuseth
00	25.03.2020	Notat utarbeidet	Kristine L. Walløe	Ann Kristin Tuseth	Ann Kristin Tuseth



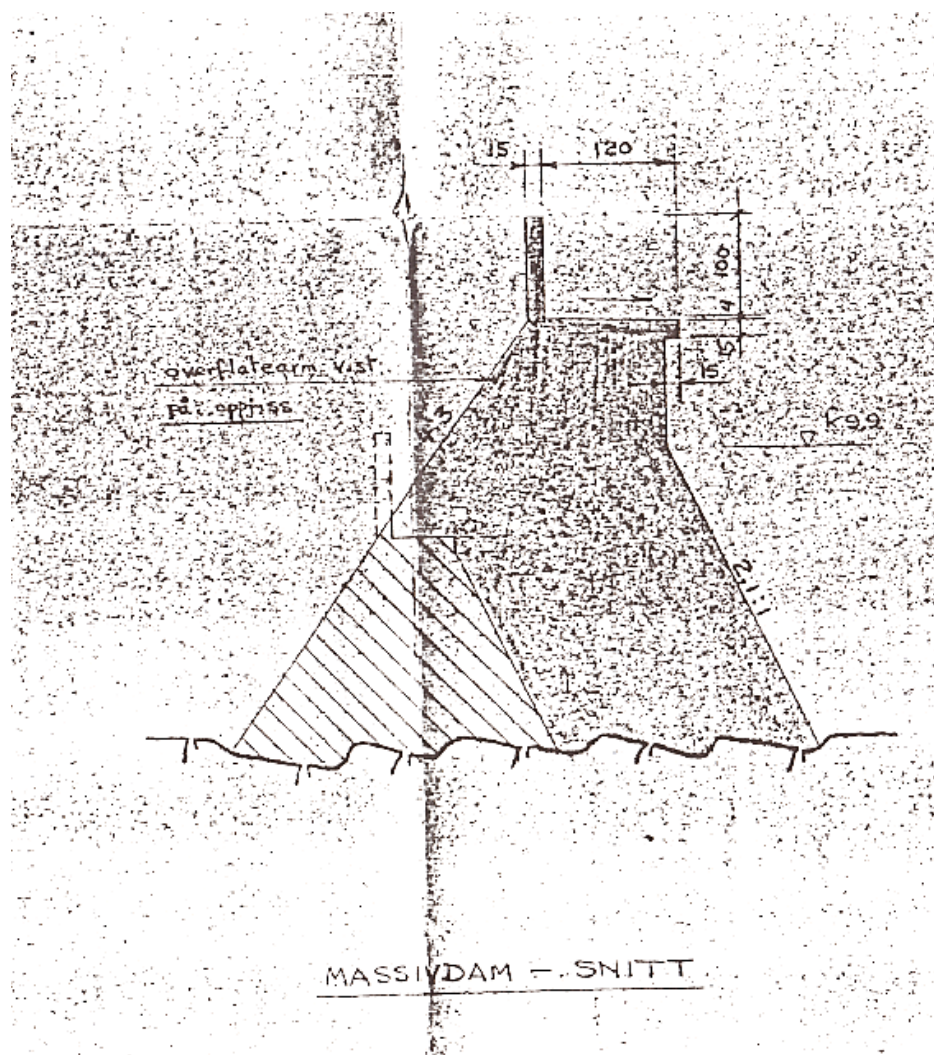
Figur 1-1. Oversikt over vassdraget

2 Damanlegget

Vannforsyningsanlegget med tilhørende dam ble etablert i 1937. I 1960 ble magasinet utvidet ved å forhøye demningen. Tidlig på 90-tallet ble en fylling gradvis etablert på nedstrøms side av dammen i forbindelse med avslutning av anleggsarbeider i området. Oppfyllingen bak dammen fremstår relativt massiv og har stor utstrekning i bredden, og i dag er det kun en liten del av topp dam som stikker opp over terrenget (se foto i Vedlegg 1).

Ifølge dameier er den originale damhøyden ca. 5 m, og oppdemt volum i magasinet ca. 40 000 m³. Det er ikke oppgitt noen damlengde, men basert på flyfoto og oppmåling i Norgeskart ser total damlengde ut til å være ca. 60 m. På tegning 7287 datert 30.04.1960 (Vedlegg 2) ser overløpet ut til å utgjøre ca. 6 m.

I praksis er det bare brystningen på dammen som stikker opp, denne har en høyde på 1 meter ifølge damtegningene, men er innmålt til 0,95 m.



Figur 2-1 Damtverrsnitt som viser gammel og ny dam

3 Flomberegning

3.1 Flomvannføring

Ifølge dameier foreligger det ingen tidligere flomberegninger for dammen. I forbindelse med klassifiseringen er det derfor gjort en forenklet beregning i NVEs beregningsverktøy NEVINA.

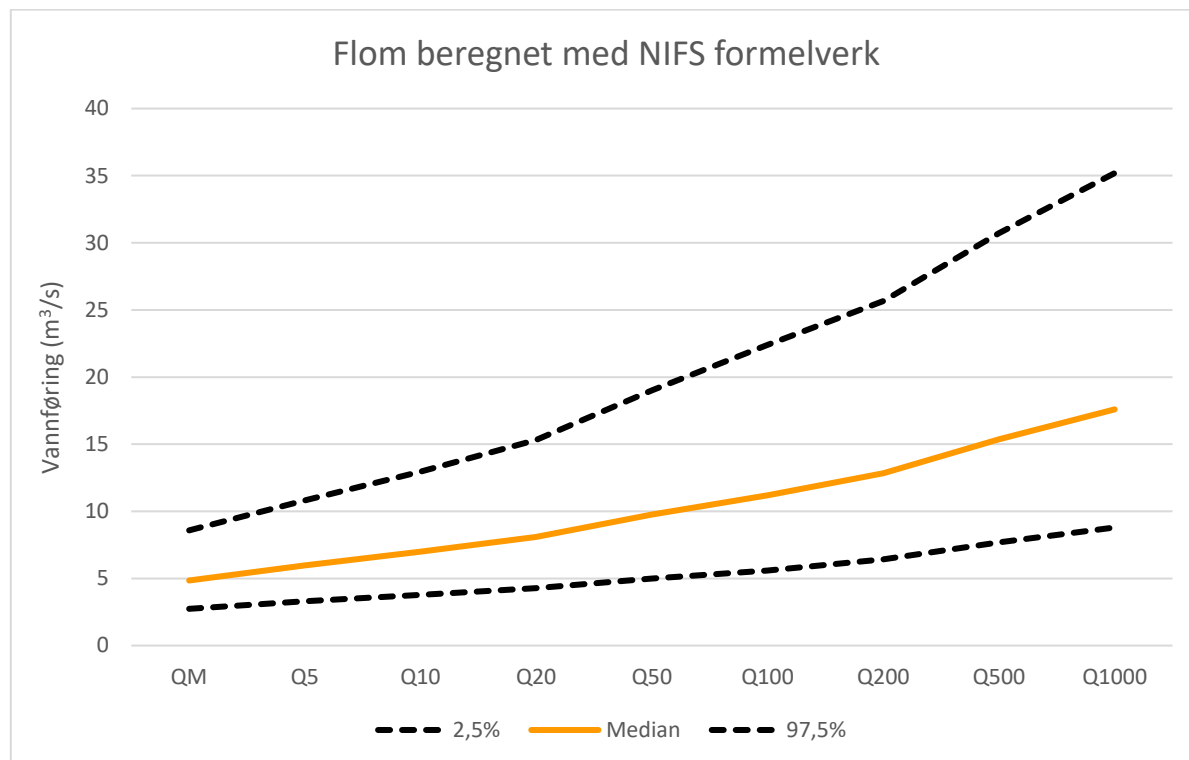
Resultatene fra NEVINA er vist i Vedlegg 3. Feltarealet er beregnet til 5,73 km², og flommene er beregnet ved bruk av nasjonalt formelverk for små nedbørfelt som beskrevet i «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [1]. Tabell 3-1 viser en oppsummering av beregnede flomverdier fra regnearket, og det tas utgangspunkt i disse verdiene i videre arbeid. Figur 3-1 viser tilsvarende verdier for alle gjentakintervall samt 95 %-konfidensintervall. Flomverdiene er uten klimapåslag. Flomverdiene er tilløpsflom til magasinet.

Tabell 3-1 Flomverdier fra NEVINA og formel for små nedbørfelt [1]

Dammen, Kjøpsvik	Middelflom, Q_M		500-årsflom, Q_{500}	1000-årsflom, Q_{1000}
	m^3/s	$l/s/km^2$	m^3/s	m^3/s
Kulminasjonsvannføring	4,9	856	15,4	17,6

Klassifisering

Ifølge dameier drenerer noe av nedbørfeltet østover gjennom et kalkgrottesystem, men siden det er usikkert hvordan dette systemet oppfører seg i flom er det ikke tatt hensyn til dette i flomberegningen.



Figur 3-1 Kulminasjonsflommer beregnet med formel for små nedbørfelt [1]. 95 % - konfidensintervaller er vist med stiplede linjer.

3.2 Flomvannstand

Vannstandsstigning i magasinet beregnes ved hjelp av overløpsformelen som beskrevet i «Retningslinjer for flomløp» [2]:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

der C er overløpskoeffisienten, L er overløpets lengde og H er vannstandsstigningen. Basert på damtegningen, foto av dammen og flyfoto, samt oppmåling av høydeforskjell mellom overløp og damtopp er nøkkeltall for beregning av flomavledning anslått som beskrevet i Tabell 3-2. Det opprinnelige flomløpet (del 1) er tettet med et bjelkestengsel slik at HRV i praksis blir i høyde med overkant av bjelken.

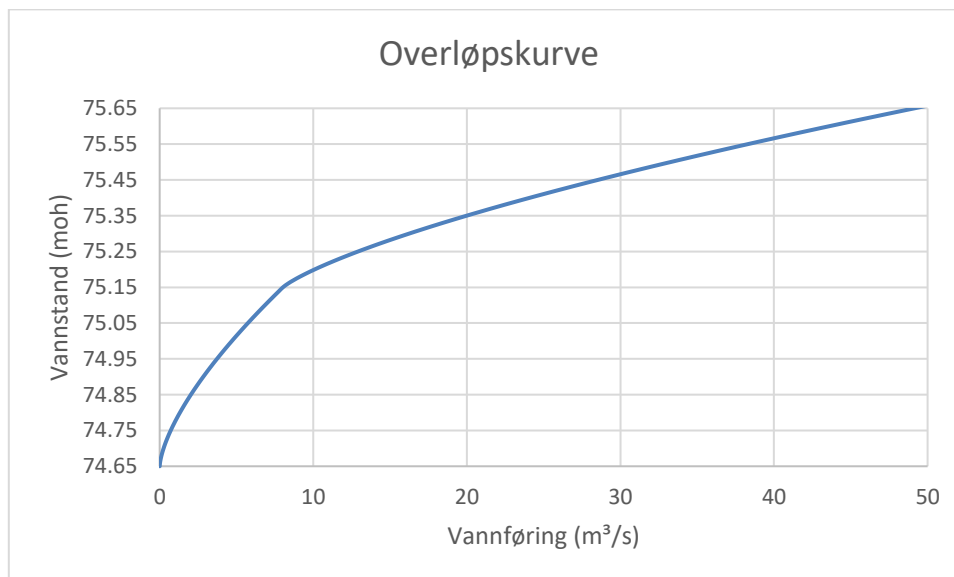
Flomavledning over dammen er deretter delt i tre deler, der del 1 er hovedoverløpet, del 2 er overløpet på venstre side av hovedoverløpet (sett fra nedstrøms side) og del 3 er øvrig dam. Beregnet kapasitetskurve er vist i Figur 3-3. Merk at høydene i moh er antatt, og det kan være opp mot 0,5 avvik mot NN2000.

Tabell 3-2. Nøkkeldata for beregning av flomavledning

	Del 1 (overløp)	Del 2 (overløp)	Del 3 (dam)
Kote	74,65 (74,2 uten bjelkestengsel)	74,65	75,15
Lengde	6 m	7 m	44 m
C-koeffisient	1,8	1,5	1,7

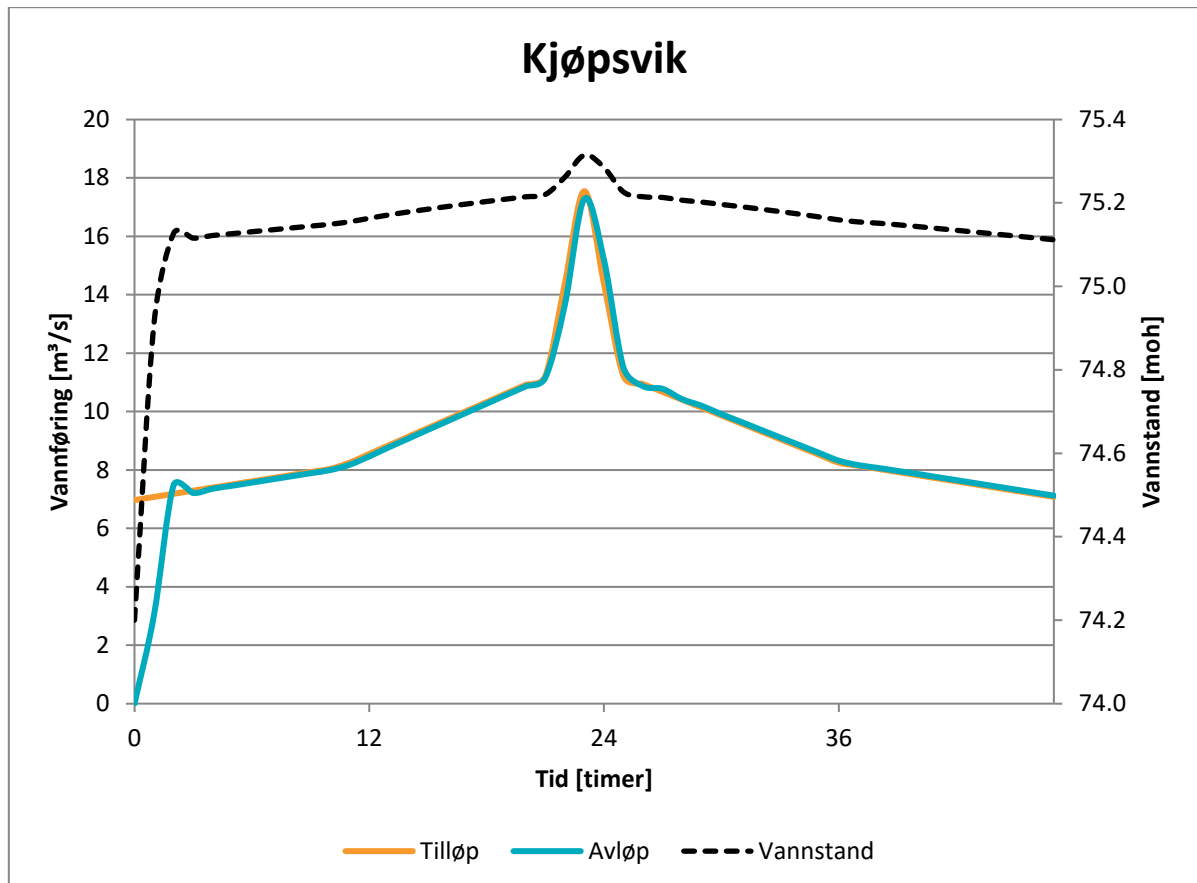


Figur 3-2. Foto av flomløpet



Figur 3-3. Beregnet kapasitetskurve for Kjøpsvik

Det er gjort en enkel magasinrouting av flommen for å anslå demping i magasinet. Flom over flere dager er hentet og skalert fra målestasjon 168.2 Mørsvik bru, og det er laget et omtrentlig flomhydrogram. Vi får et forhold $Q_{\text{kulminasjon}}/Q_{\text{døgn}}$ på 1,66, noe som virker rimelig. Routingene starter med flomvannstand på kote 74,65, og magasincurve er basert på laserscannet data fra høydedata.no. Flomhydrogram for Q_{1000} er vist i Figur 3-4, og vannstandsstigning for flere gjentaksintervall er vist i Tabell 3-3. Routingen viser at flommen blir dempet minimalt i magasinet.

Figur 3-4. Kjøpsvik routing Q_{1000}

Tabell 3-3 Vannstandsstigning i magasinet ved flom. Damtoppen ligger 0,5 meter over «HRV»/topp bjelkestengsel.

Dammen, Kjøpsvik	Q_M	Q_{1000}
Vannstandsstigning (m over «HRV»/topp bjelkestengsel)	0,32	0,66

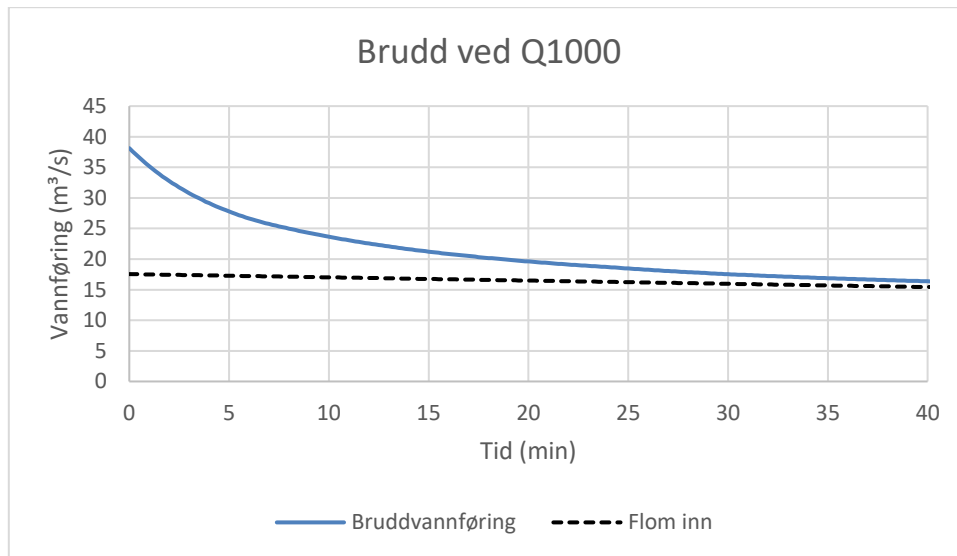
4 Bruddvannføring

Brudd skal regnes over tre seksjoner. Seksjonslengdene ser ut til å være 5 meter, så total bruddlengde blir på 15 meter. Kulminerende bruddvannføring ved Q_{1000} blir:

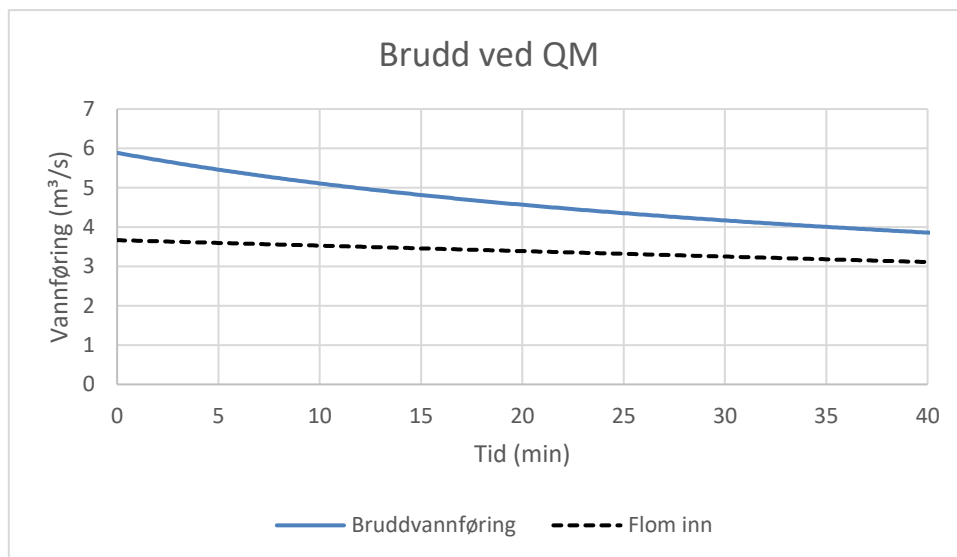
$$Q = C \cdot L \cdot H^{1,5} = 1,3 \cdot 15 \cdot 1,11^{1,5} = 23 \text{ m}^3/\text{s}$$

I tillegg kommer vannføring over overløpet på $15 \text{ m}^3/\text{s}$, så den totale vannføringen ved brudd ved Q_{1000} er på $38 \text{ m}^3/\text{s}$. Det tar ca. en halv time før magasinet er tømt. Ved brudd ved Q_M er bruddvannføringen på $6 \text{ m}^3/\text{s}$, og det tar ca. 2 timer før magasinet er tømt. For middelflomsituasjonen er det antatt at det ikke er noen oversvømmelse i Kjøpsvik før bruddet inntreffer, og magasin vannstanden ved brudd er derfor satt lik topp bjelkestengsel slik at det ikke renner noe vann over dammen før brudd (tilløpshydrogrammet til middelflommen renner imidlertid inn i magasinet).

Klassifisering



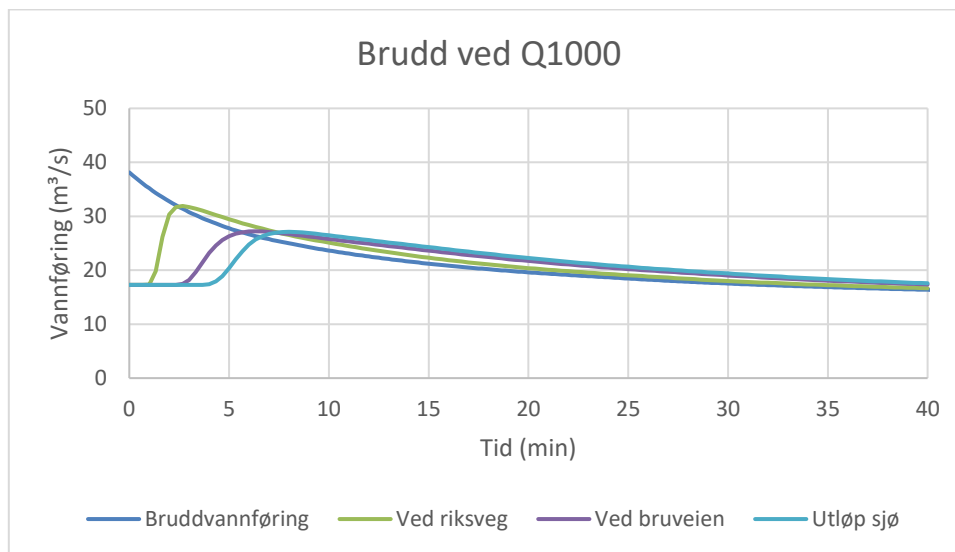
Figur 4-1. Beregnet bruddvannføring ved Q_{1000}



Figur 4-2. Beregnet bruddvannføring ved Q_M

Klassifisering

Figuren under viser hydrogram for vannføring ut av dammen, samt ved riksvei 827 og ved Bruveien lengre ned i vassdraget. Dette er hentet fra en hydraulisk modell av vassdrag, omtalt i neste kapittel. Hydrogrammene viser noe demping av bruddbølgen.



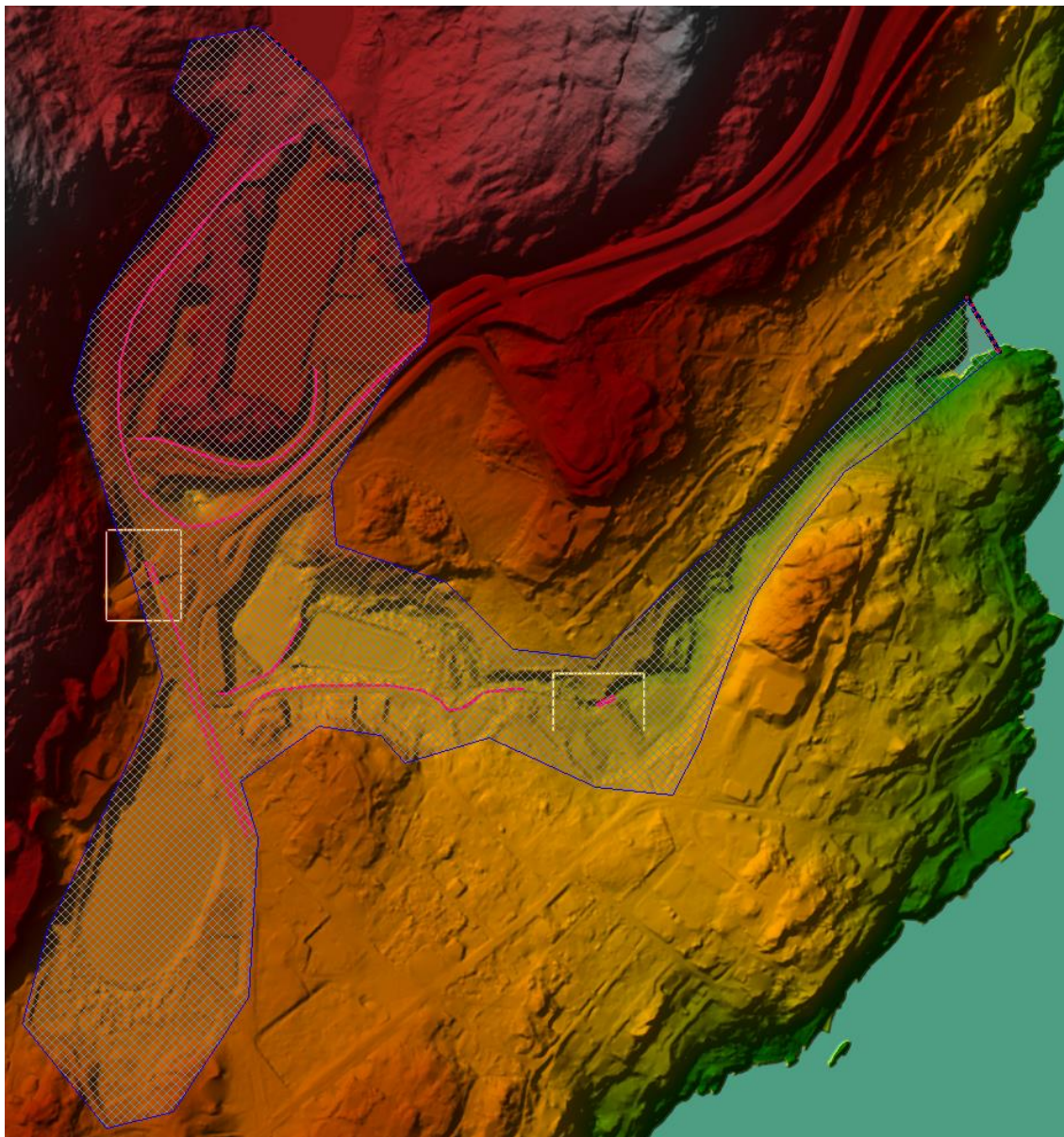
Figur 4-3. Hydrogrammer som viser vannføring ut av dammen og nedover i vassdraget.

5 Oversvømmelse ved flom og brudd

Det er ikke noe naturlig elveløp nedstrøms dammen. Overløp går inn i en kulvert med diameter 1 meter, med ukjent utforming på avløpet. Ved innløpskontroll er kapasiteten anslått til maksimalt ca. 2 m³/s, noe som er godt under middelflom.

Siden kulverten har såpass begrenset kapasitet, vil selv små vannmengder gi relativt store oversvømmelser. Vann fra dammen vil følge veien, og det vil bli oppfylling både på Norcem sitt område, Pall1 med kullager og steinlager, og på fotballbanen sør for dammen, før vannet etter hvert finner veien til elveløpet og ut i fjorden. Spesielt ved fotballbanen er det stort lagringsvolum, vi har beregnet ca. 25 000 m³ opp til veien, noe som er større enn volumet som kan renne ut av Kjøpsvikdammen ved brudd.

Vi har gjort simuleringer i en hydraulisk modell (2D-modell i HEC-RAS 5.0.7) for å bestemme konsekvenser ved brudd. Modellen har et beregningsnett med cellestørrelse 1x1 meter (vist i Figur 5-1), og det er valgt et Manningstall på n=0,04 for å modellere friksjonen. Tidskrittet er kontrollert av Courant-tallet, som må være under 1. Terrengmodellen er basert på laserskann utført av Terratec i 2018-2019 [3].



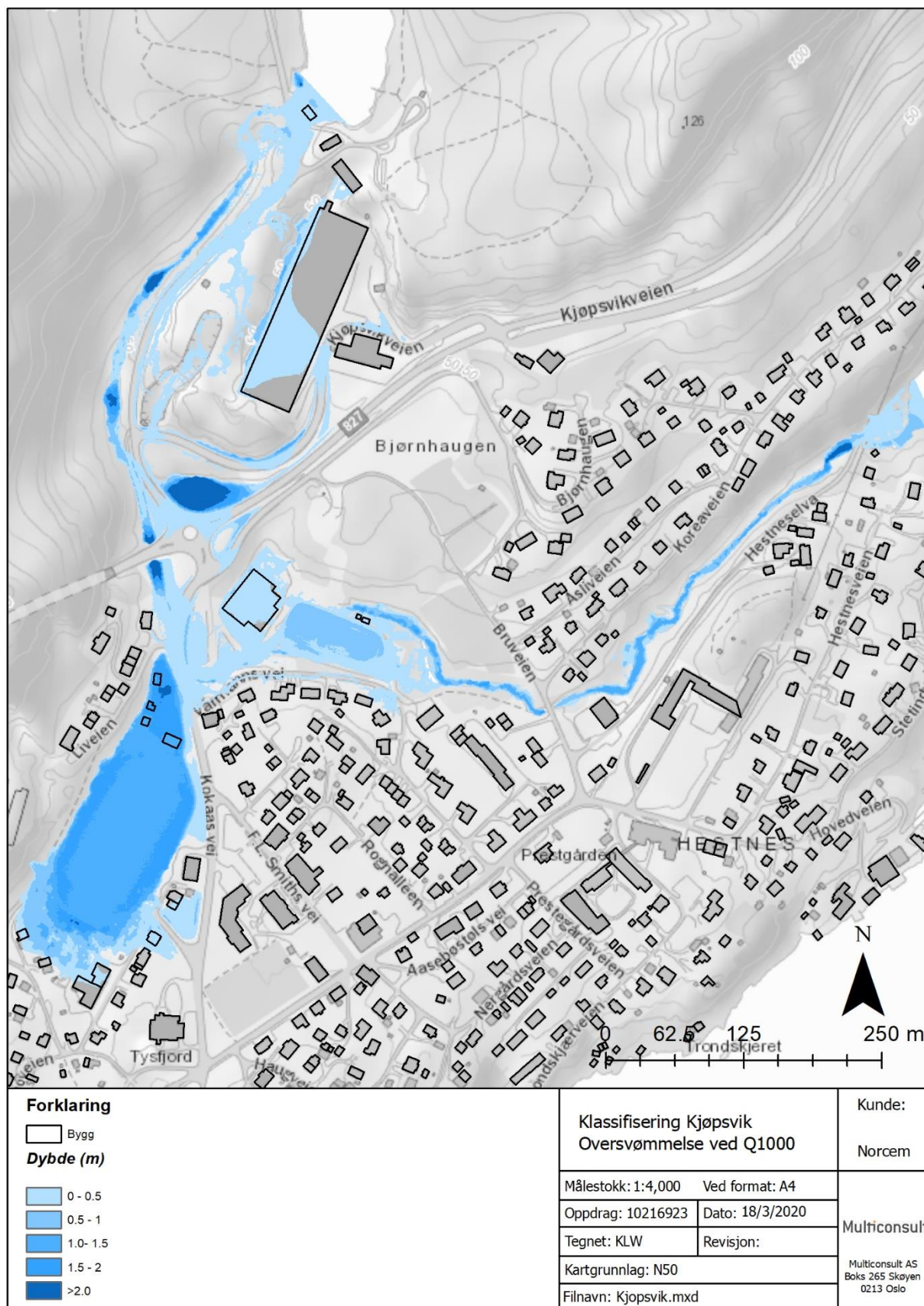
Figur 5-1. Modell i HEC-RAS, med «breaklines» og grensebetingelser. Det er også gjort justeringer i terrengmodellen ved bru og undergang (vist med hvitt rektangel).

Klassifisering

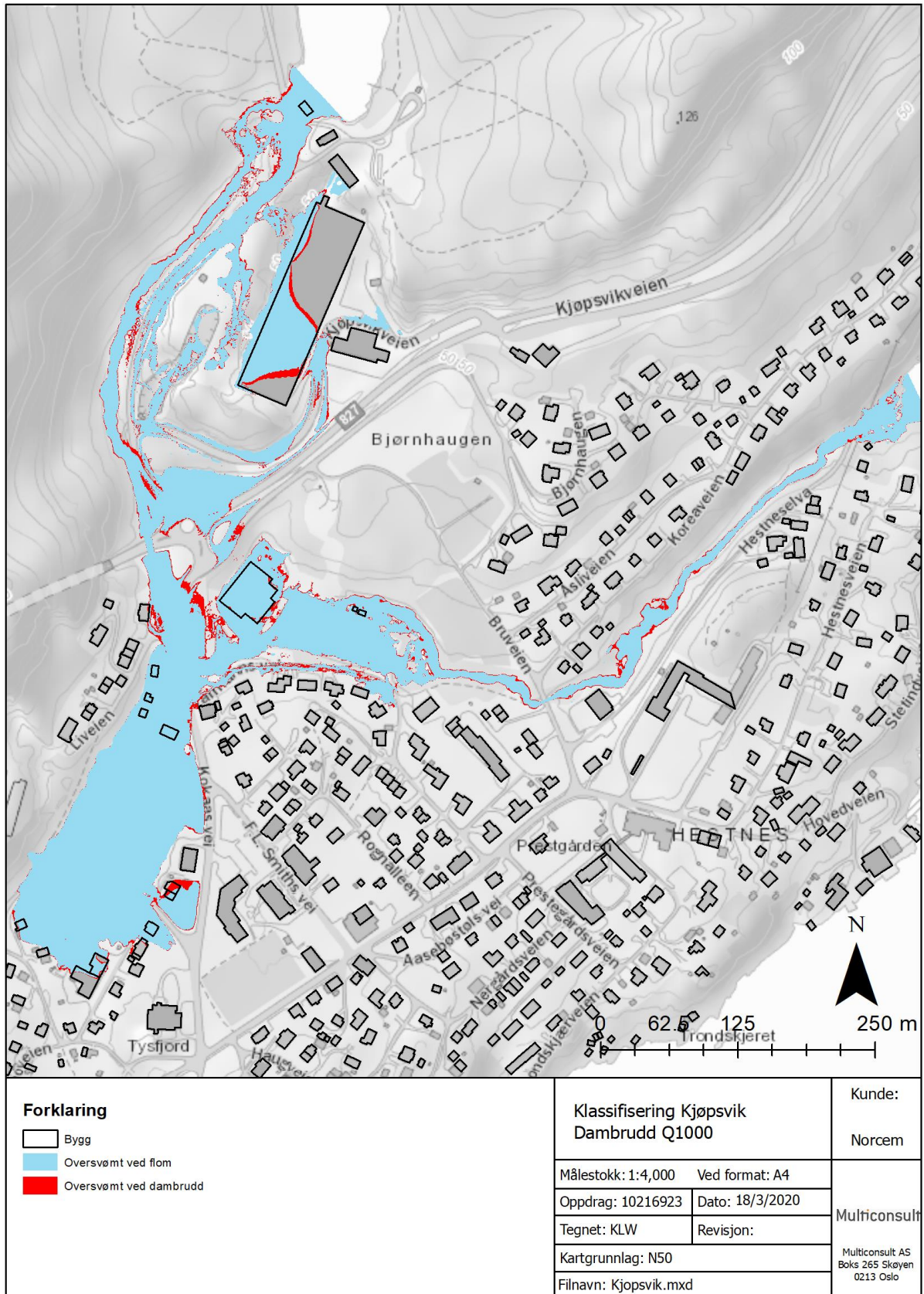
Oversvømt areal er svært avhengig av initialbetingelser. Dersom vil lar 1000-årsflommen kjøre i ca. 6 timer i forkant av bruddet, vil fotballbanen fylle seg opp, og oversvømt areal bli større. Forskjellen mellom oversvømmelse ved flom og oversvømmelse ved brudd endrer seg derimot lite. Nedstrøms Rv. 827 er det maksimalt ca. 10 cm forskjell på vannstand mellom dambrudd og flom. Det er flere bygg som blir berørt, men disse er også berørt ved flom, og skal dermed ikke medregnes ved beregning av bruddkonsekvenser. Konsekvens av dambrudd ved Q_{1000} er dermed ingen.

Brudd ved Q_M skal i utgangspunktet representere en normalsituasjon, og det er derfor antatt at det ikke er noen oversvømmelse i Kjøpsvik før bruddet inntreffer. Simuleringen er kjørt i 3 timer, etter denne tiden er vannføringen ut av magasinet kun flomvannføringen som kommer inn i magasinet. Figur 5-5 viser maksimal vanndybde ved dambrudd. Det kommer fram at det er noe oversvømmelse ved fire bygninger ved idrettsbanen, samt flerbrukshallen Stetindhallen som ligger mellom Kjøpsvikveien og Varmanns vei. Både vannstand og vannhastighet ved bygningene er imidlertid svært lav, og ved alle bygningene er produktet av dybde og hastighet på under 0,3 (se Figur 5-7). I DSHP-metoden for klassifisering av vassdragsanlegg [4] vil disse bygningene plasseres i klasse A, noe som vil si at det anbefales at de ikke medregnes ved beregning av bruddkonsekvenser.

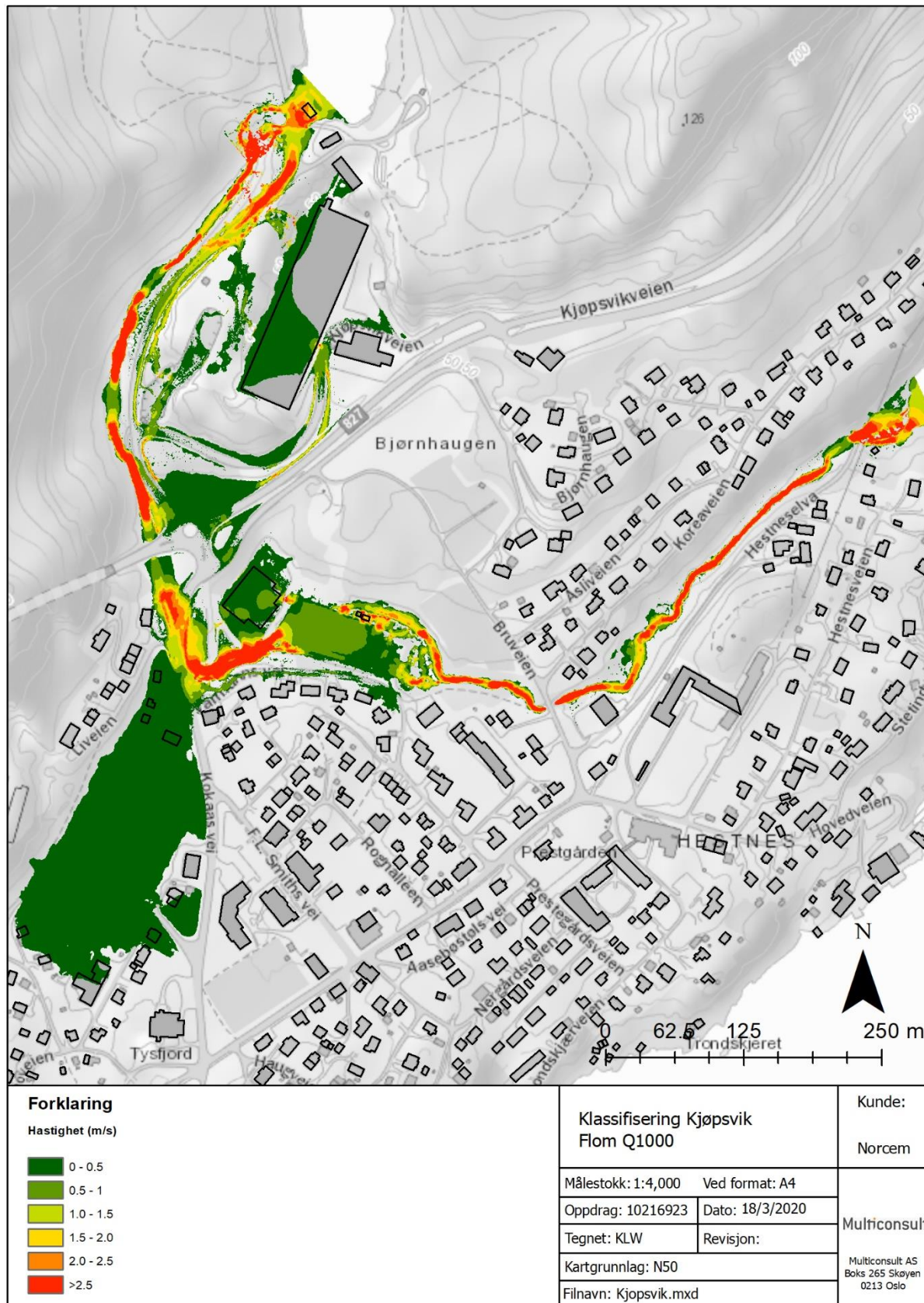
Dambruddet vil renne inn på Kokaas vei, og gi noe oversvømmelse her, men vanndybden er lav (under 0,5 meter) og oversvømmelsen kortvarig.



Figur 5-2. Oversvømmelse ved 1000-årsflom (uten dambrudd).



Figur 5-3. Oversvømt areal med og uten dambrudd ved Q_{1000} .



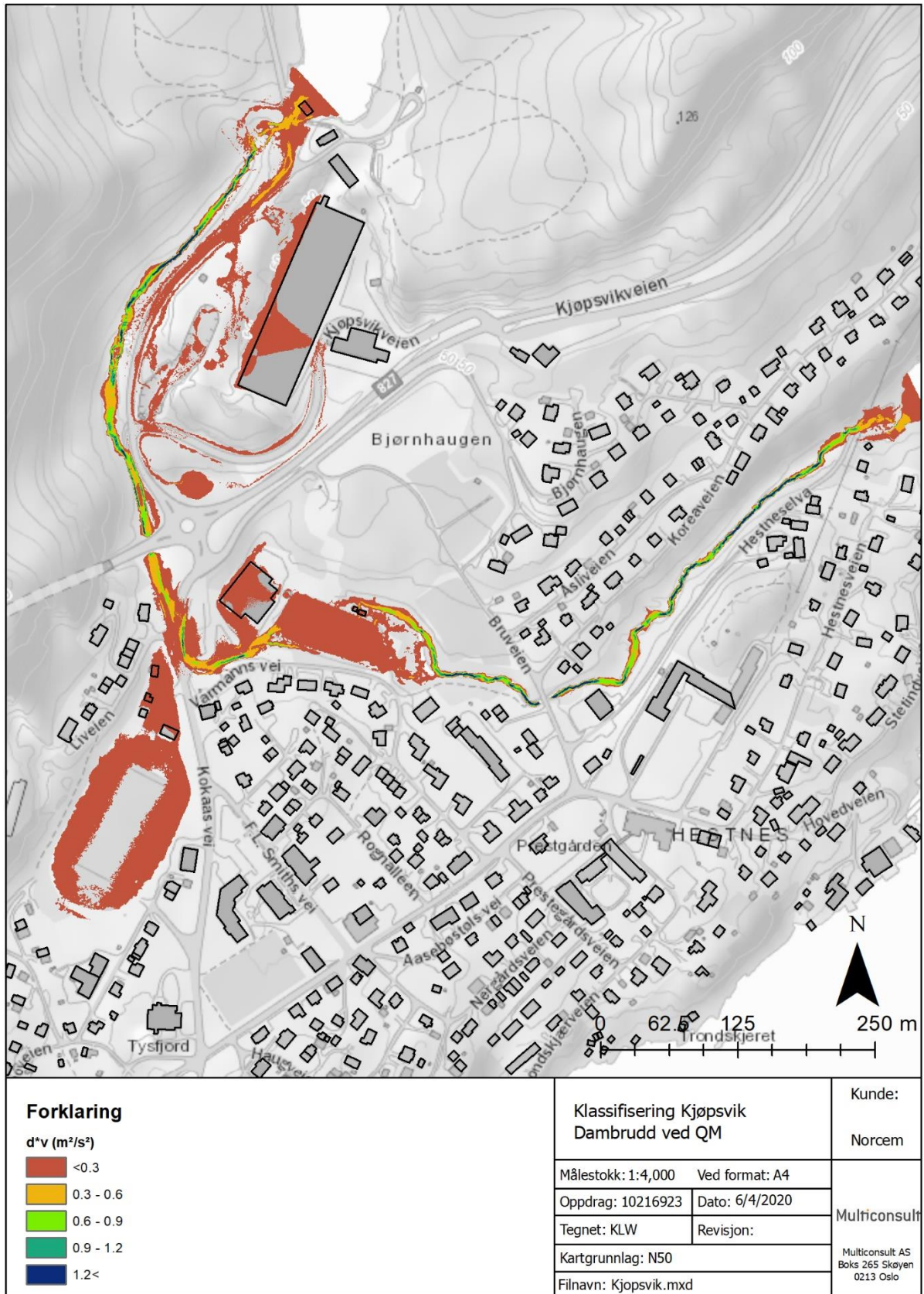
Figur 5-4. Vannhastigheter ved flom Q₁₀₀₀.



Figur 5-5. Oversvømt ved dambrudd ved Q_M



Figur 5-6. Vannhastigheter ved brudd ved middelflom.



Figur 5-7. Produktet av dybde og vannhastighet (dybde**hastighet*) ved brudd ved Q_M

6 Konklusjon

Dammen ved Kjøpsvik har et avløp med svært liten kapasitet sammenlignet med beregnede flomverdier, og selv små vannmengder vil gi oversvømmte bygg da det ikke finnes noe definert elveløp, og vannet vil følge gangveg og andre veger. Et dambrudd ved Q_{1000} er beregnet å gi en kulminasjonsvannføring på $38 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som er over en dobling i vannføring sammenlignet med flommen. Dambruddet varer imidlertid kun i kort tid, da magasinet tømmes i løpet av en halvtime. Dambrudd ved Q_M er beregnet å gi en kulminasjonsvannføring ut av dammen på $6 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som er en økning med cirka $2 \text{ m}^3/\text{s}$ sammenlignet med flomvannføringen.

Om man følger metoden angitt i Retningslinjer for Dambruddsbølgeberegninger, blir det ingen berørte bygninger ved brudd ved Q_{1000} , da det er svært liten forskjell i oversvømmelse ved flom og ved dambrudd.

Ved brudd ved Q_M er det antatt at det ikke er noe oversvømmelse før brudd, og ved brudd blir fem bygninger berørt av bruddet. Det er imidlertid svært lave vannhastigheter og vanddybder, og det vurderes å ikke være noe fare for liv eller helse. Etter DSHP-metoden for klassifisering, skal ingen av byggene regnes som berørte. Av infrastruktur vil dambrudd gi oversvømmelse av Kokaas vei, men bruddbølgen er kortvarig, og vanddybden liten.

7 Referanser

- [1] NVE, «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2015.
- [2] NVE, «Retningslinjer for flomløp,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2005.
- [3] Terratec, «NDH Tysfjord 2pkt,» 2019.
- [4] Multiconsult, «418326-RIVass-RAP-002_Rev01 DSHP-metoden for detaljert konsekvensvurdering av dambrudd,» 2020.

Vedlegg 1 Foto av dammen

Oversendte foto fra NVE.



Oversiktsbilde 1 over dammen

Klassifisering



Oversiktsbilde 2 over dammen



Avløp flomavledning

Klassifisering



Oppfylling på nedstrøms side av dammen



Flomløp 1

Klassifisering



Flomløp 2



Dammen før oppfylling på nedstrøms side

Vedlegg 3 NEVINA



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 171.820
 Kommune: Narvik
 Fylke: Nordland
 Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	42,5 l/(s*km ²)
Almindelig lavvannføring	5,5 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	4,8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	4,7 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	3,7 l/(s*km ²)
Base flow	50,1 l/(s*km ²)
BFI	1,2

Klima

Klimaregion	Nord
Årsnedbør	1076 mm
Sommernedbør	437 mm
Vinternedbør	639 mm
Årstemperatur	2,5 °C
Sommertemperatur	8,6 °C
Vintertemperatur	-1,9 °C
Temperatur Juli	11,4 °C
Temperatur August	10,9 °C

Feltparametere

Areal (A)	5,7 km ²
Effektiv sjo (S _{eff})	0,7 %
Elvelengde (E _l)	1,6 km
Elvegradient (E _g)	288,6 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	318,3 m/km
Feltlengde(F _L)	3,4 km
H _{min}	73 moh.
H ₁₀	145 moh.
H ₂₀	244 moh.
H ₃₀	327 moh.
H ₄₀	373 moh.
H ₅₀	423 moh.
H ₆₀	458 moh.
H ₇₀	504 moh.
H ₈₀	568 moh.
H ₉₀	646 moh.
H _{max}	845 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,7 %
Sjø	2,1 %
Skog	55,1 %
Snautjell	41,3 %
Urban	0,3 %

1) Verdien er editert

Det er generell stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.
 I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.