

03.2021
KARMØY KOMMUNE

FLOMVURDERING HAPALØKBEEKKEN

RAPPORT



COWI

02.2022

KARMØY KOMMUNE

FLOMVURDERING HAPALØKBEEKKEN

RAPPORT

OPPDRAGSNR.

A132772

DOKUMENTNR.

VERSJON

2.0

UTGIVELSESDATO

01.03.2022

BESKRIVELSE

Flomvurdering

UTARBEIDET

Gunnar Berg

KONTROLLERT

Stefan Perzyna

INNHOOLD

1	Innledning	7
2	Krav til sikkerhet	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Flom	8
3	Områdebeskrivelse	10
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfeltet	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.4	Nasjonalt formelverk	14
4.5	Nedbør-avløpsmodell PQRUT	16
4.6	Rasjonell metode	17
4.7	Valg av metode	17
5	Hydraulisk modell	19
5.1	Resultater dagens situasjon	22
6	Aktuelle tiltak mot flom	27
6.1	Tiltak mot flom	27
6.2	Flomdempende tiltak	27
6.3	Tiltak i elveløp og biotopforbedrende tiltak	39
6.4	Utbedring av kulverter	43
6.5	Heving av byggegrunn	44
6.6	Effekter av fremtidig utbygging	44

7	Konklusjon	45
8	Referanser	47

1 Innledning

COWI AS er bedt om en vurdering av flomfare og mulige aktuelle tiltak for å redusere flomvannstander i vassdraget. Aktuelle tiltak er også sett i lys av fremtidige utbygginger i nedbørfeltet som kan medføre økte flomvannføringer.

Det er utført flomberegninger og hydrauliske beregninger for å kartlegge flomsoner til Hapaløkbekken slik forholdene er i dag.

Dagens krav til sikkerhet mot flom er definert i Byggteknisk forskrift Tek17 og ligger til grunn for vurderingene. Det er beregnet flomsoner for ulike gjentakintervall. Det er valgt å utarbeide kart for 50-årsflom, 200-årsflom, 200-årsflom+40% og 1000-årsflom+40%.

2 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav for nybygg om tilstrekkelig sikkerhet mot fare som følge av natur -eller miljøforhold:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.2 Flom

Krav til sikkerhet mot flom og stormflo er beskrevet i TEK17 § 7-2. Bestemmelsene gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom som vist i Tabell 1.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

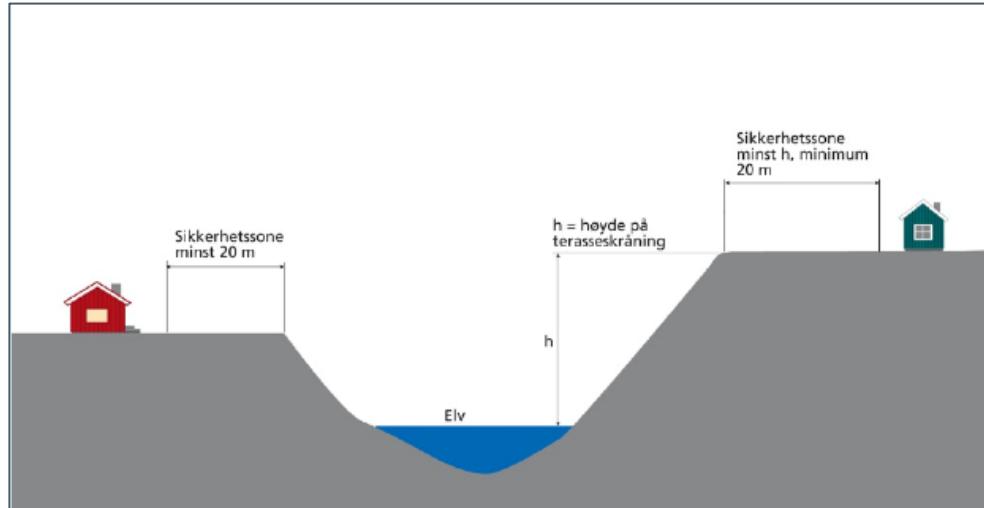
Tabell 1. Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er garasjer og lagerbygninger med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse F2 byggverk tiltak de fleste byggverk beregnet for personopphold. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er bolighus, hytter, kontorer, skoler, industribygg og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes. Ved store flomdybder (>2m) og vannhastigheter (>2m/s) hvor produktet av dybde og vannhastighet er større en 2 m²/s anbefales sikkerhetsklasse F3.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er sykehus og bygninger med beredskapsfunksjoner.

Paragrafens fjerde ledd beskriver premisser for sikker plassering av bygg mot erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre. Illustrasjon av dette er vist i Figur 1.



Figur 1. Sikkerhetssone mot erosjon

2.2.1 Aktuelle krav for området

Sikkerhetsklasse for bygninger i det aktuelle området vil trolig være både F2 og F3.

3 Områdebeskrivelse

Nedbørfeltet til Hapaløkbekken er vist i Figur 2. Nedbørfeltets areal er på ca. 2,6 km².

Vassdraget ligger nordøst på Karmøy.



Figur 2. Nedbørfelt for Hapaløkbekken.

4 Flomberegning

4.1 Metode

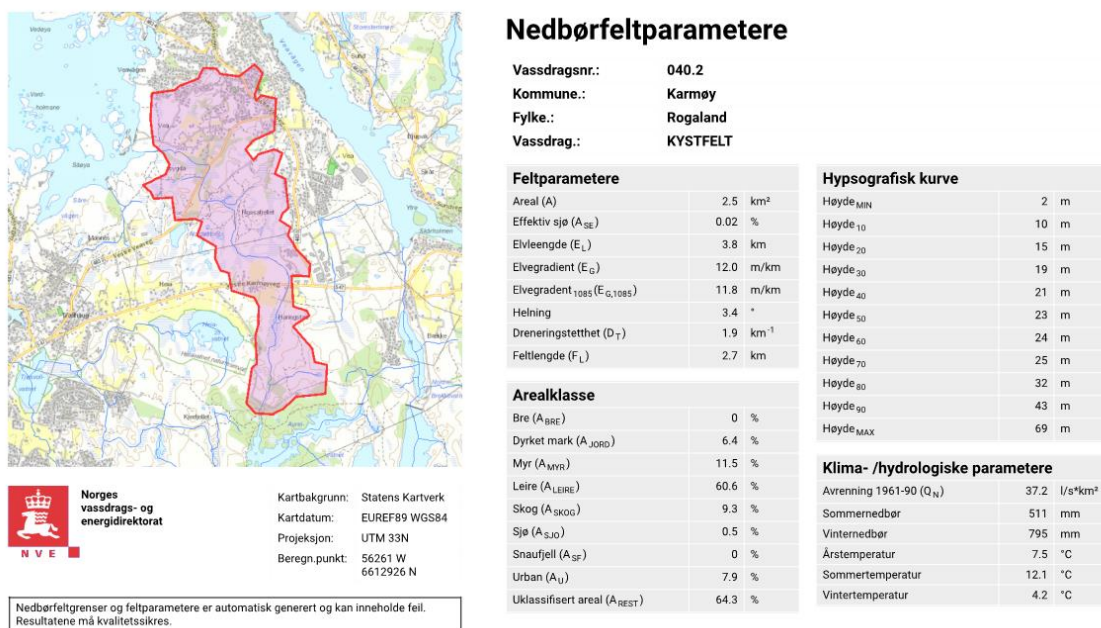
Flomberegning for vassdraget er utført i henhold til NVE-veileder "Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt" NVE (7,2015), og NVE-rapporten "Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt" NVE (97,2015).

4.2 Beskrivelse av nedbørfeltet

Nedbørfeltets avgrensing og feltparametere er utarbeidet ved bruk av GIS-programvaren SCALGO Live og NVE's applikasjon NEVINA. Feltparametere for vassdraget er vist i Figur 3. Nedbørfeltets avgrensing er noe annerledes enn benyttet felt fra SCALGO Live, noe som skyldes forskjellig oppløsning i terrengmodell.

Nedbørfeltet er noe urbanisert og har en betydelig andel myr. Store deler av terrenget har lav gradient. Løsmassekart viser at grunnen består for det meste av havavsetinger med dårlig infiltrasjonsevne, noe som medfører en rask avrenning. Nedbørfeltet er imidlertid meget flatt og medfører en tregere avrenning. Nedbørfeltet er også smalt og langt og det kan derfor forventes at flomtoppen i nedre deler ikke kulminerer samtidig med øvre deler, noe som gir mindre flomstørrelser.

Basert på feltparametere forventes moderate flomstørrelser i vassdraget.



Figur 3. Nedbørfelt og Feltparametere for Hapaløkbekken.

4.3 Flomfrekvensanalyse

Det eksisterer ingen vannføringsmålinger i vassdraget. Det er derfor utført flomfrekvensanalyser (døgn) for vassdrag som kan forventes å være representative for Hapaløkbekken. Vurderte stasjoner er vist i Tabell 2. Resultater fra analysen viser meget store variasjoner. Årsakene til de store forskjellene skyldes store forskjeller i normalavrenning, beliggenhet og feltenes topografi.

Målestasjon 39.1 Tysvær ligger nært og er den målestasjonen som er vurdert til å være mest sammenlignbar med Hapaløkbekken. Effektiv sjøprosent er imidlertid meget høy og kulminasjonsvannføringen kan forventes å være betydelig mindre enn i Hapaløkbekken. Døgnmiddelflommen kan imidlertid forventes å være relativt lik. Kulminasjonsvannføring er funnet ved bruk av formelverk for høstflommer som vist under og ga en faktor på 2,13.

$$\begin{aligned} \text{Vårflom: } Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} &= 1,72 - 0,17 \cdot \log A - 0,125 \cdot A_{SE}^{0,5} \\ \text{Høstflom: } Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} &= 2,29 - 0,29 \cdot \log A - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \end{aligned}$$

Stasjon	Frekvens- fordeling	Eff.sjøpro- sent	Areal	1961-90 (l/s/km ²)	Spesifikk avrenning Qm l/skm ²	Spesifikk avrenning Q200 l/skm ²	Spesifikk avrenning Q1000 l/skm ²	Kulminasjon Qm l/skm ²	Kulminasjon Q200 l/skm ²
29.7 Gramstaddalen	Gum	0	1	43.2	431	790	910	918	1683
36.12 Fossåna	Gum	0.24	10.7	92.7	845	1798	2123	1801	3830
39.1 Tysvær	Gum	15.11	3.34	41.6	189	347	401	402	740
41.5 Stakkastadvatn	Gev	8.01	33	37.2	211	378	425	450	806
42.2 Djupevad	Gum	0.34	31.9	107.6	1056	2208	2601	2249	4702
36.13 Grimsvatn	Gev	1.29	34.6	92.2	935	2048	2413	1992	4363
55.4 Røykenes	Gev	2.24	50	100.7	1041	2570	3254	2218	5475
68.1 Kløvtveitvetn	Gev	21.34	4.51	137.4	460	789	858	979	1681
81.1 Hersvikvatn	Gev	19.37	7.19	61.0	259	398	421	551	847
26.29 Refsvatn	Gev	1	52.9	58.4	614	1228	1431	1307	2616
26.64 Rekedalselv	Gum	1.4	10.1	46.0	558	1234	1464	1189	2628

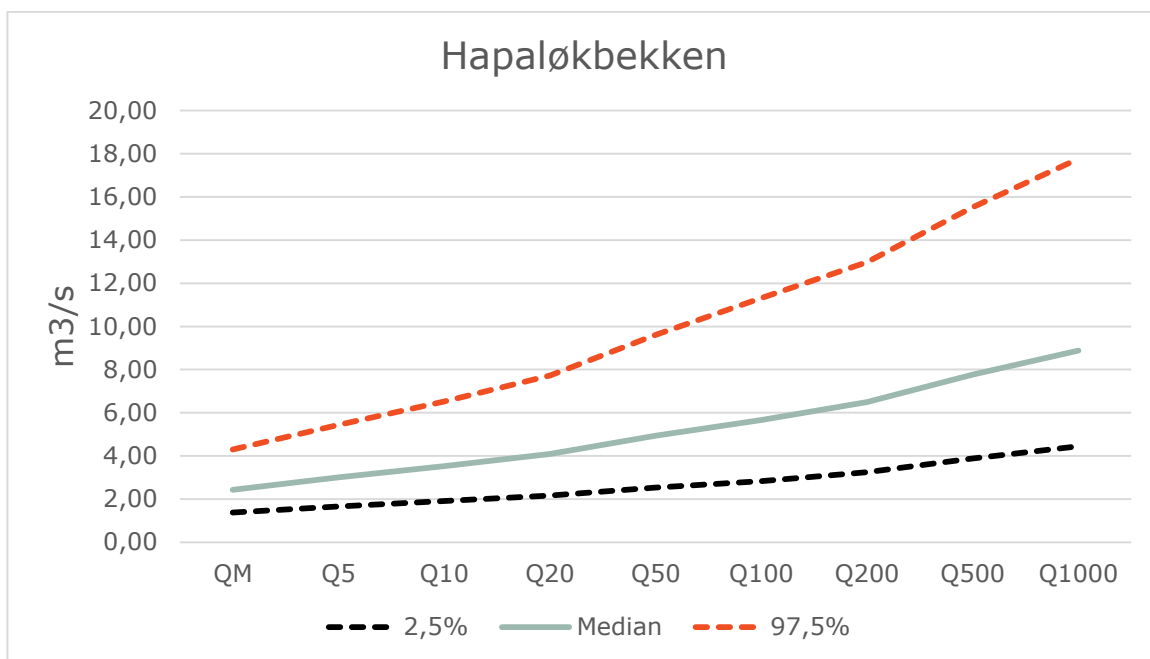
Tabell 2. Resultater fra flomfrekvensanalyser.

På grunn av dårlig datagrunnlag for sammenlignbare felt i nærheten er det valgt å ikke legge stor vekt på resultater fra flomfrekvensanalyser.

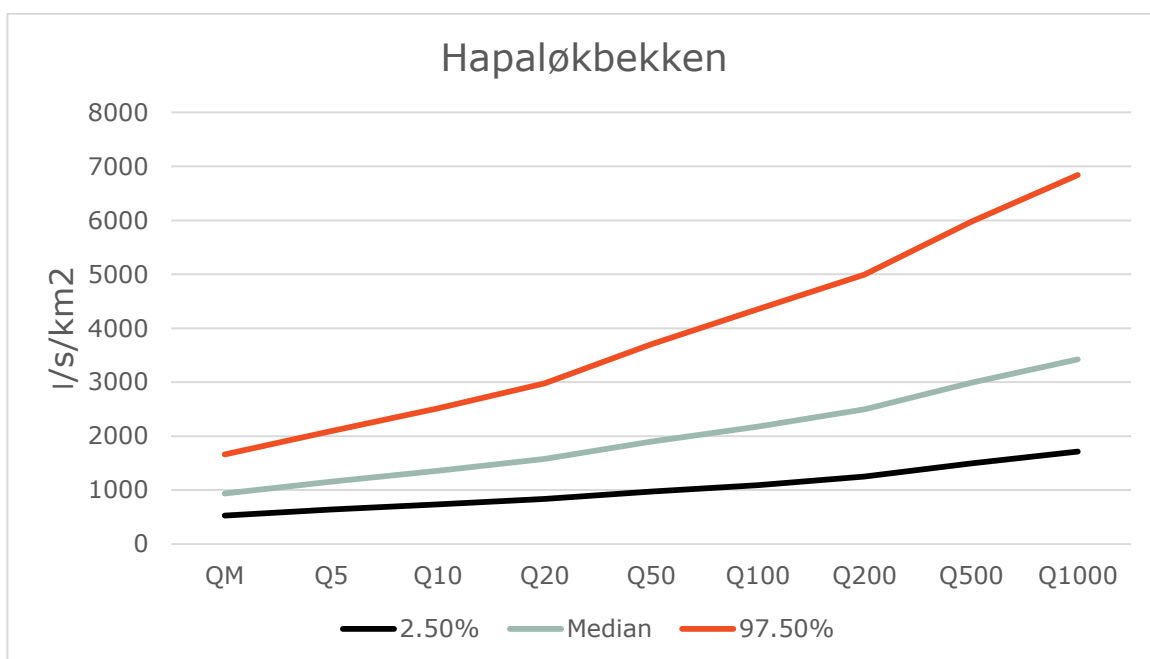
4.4 Nasjonalt formelverk

Et nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt er beskrevet i NVE-rapporten "Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt" NVE (2015). Formelverket benytter inngangsparameterne feltareal, midlere avrenning (61-90) og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er vurdert til å ligge i estimatet av middelflommen da den resulterende vekstkurven er vurdert som robust. Et godt estimat av middelflommen vil derfor redusere usikkerheten betydelig. Formelverket gir kulminerende flomvannføringer. Resultater fra formelverket er vist i Figur 4.

Ved bruk av nedre 2,5% kurven ligger spesifikk flomvannføring for 200- årsflom for Hapaløkbekken (totalfeltet) på ca. 1248 l/s*km² eller 3,24 m³/s. Det er vurdert til at nedre kurve gir de mest reelle flomverdiene for Hapaløkbekken sammenlignet med flomfrekvensanalysen. Metoden ble benyttet for flere delfelt i vassdraget og de spesifikke vannføringene for 200-årsflom varierte mellom 1248-1553 l/s/km².



Figur 4. Resultater for Hapaløkbekken fra flomformelverk i m³/s.

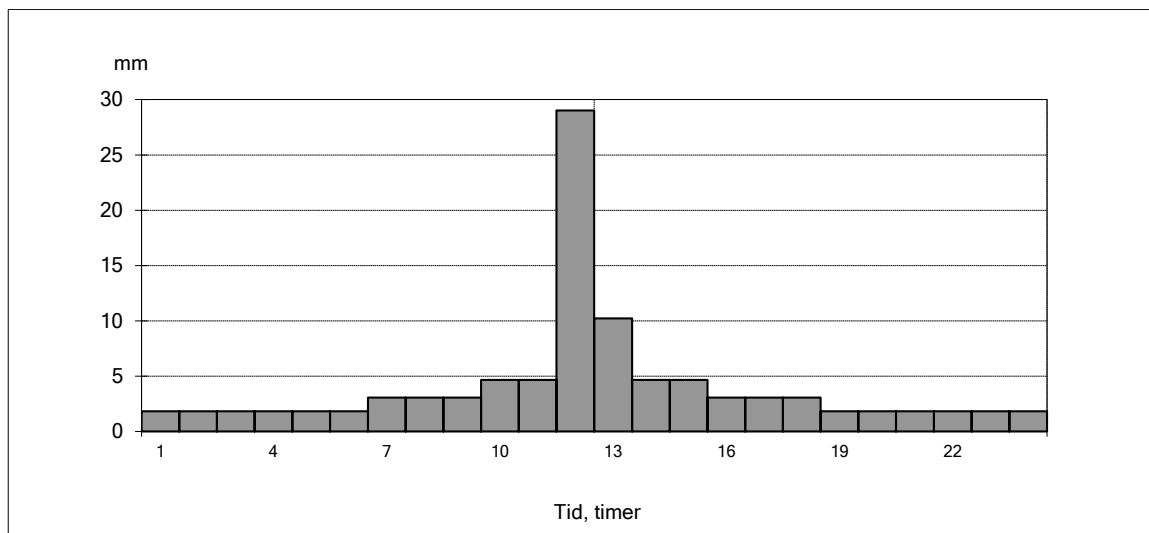


Figur 5. Resultater for Hapaløkbekken fra flomformelverk i l/s/km².

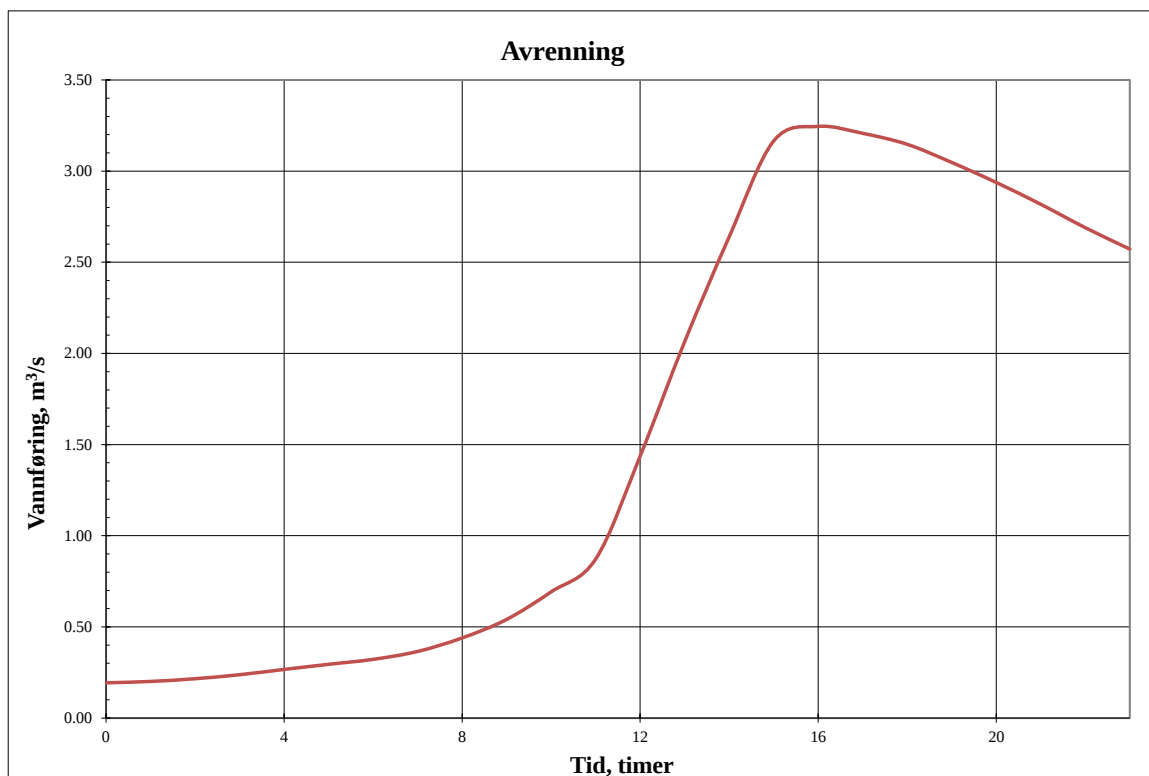
4.5 Nedbør-avløpsmodell PQRUT

Det er utført flomberegninger basert på et nedbørforløp som er benyttet i en empirisk utledet nedbør-avløpsmodell utarbeidet av NVE. Benyttet nedbørforløp er vist i Figur 6. Nedbøren er basert på IVF statistikk fra nedbørstasjon Karmøy -Brekkevann.

Resulterende tilløpsflom for totalfeltet med 200-års gjentaksintervall er vist i Figur 7. Tidsoppløsning er en time med varighet ett døgn. 200-årsflom for totalfeltet blir med denne metoden 3,25 m³/s (1248 l/s/km²). Resultatet ble identisk med nasjonalt formelverk.



Figur 6. Benyttet nedbørforløp i PQRUT.



Figur 7. Resultater for Hapaløkbekkenfra PQRUT i m³/s.

4.6 Rasjonell metode

Rasjonell formel er benyttet for sammenligning med de andre metodene. Metoden er best egnet på felt mindre enn 0,5-1 km².

Nedbørintensitet er basert på IVF -verdier fra nedbørstasjon Karmøy -Brekkevann. Det er valgt en avrenningskoeffisient på 0,3. For totalfeltet ble det benyttet en konsentrasjonstid på 4 timer og som ga 3,1 m³/s (1197) l/s*km² for 200-årsflom. Metoden ble benyttet for flere delfelt i vassdraget og spesifikk avrenning for 200-årsflom varierte mellom 1197-1839 l/s/km².

4.7 Valg av metode

Flomfrekvensanalyser av nærliggende stasjoner gir store variasjoner i flomstørrelse samtidig som det er vanskelig å finne representative målestasjoner. Resultater fra stasjon Tysvær med en skalert kulminasjonsverdi for 200-års flom på 740 l/s*km² virker å gi den mest sannsynlige verdien.

Resultater fra nasjonalt formelverk viser generelt et stort spenn i variasjon avhengig av valg av kurve. Middelverdien fra formelverket synes å gi for høye flomverdier for Hapaløkbekken. Ved bruk av nedre 2,5% kurven virker verdiene fornuftige sammenlignet med andre metoder. Flomverdiene ved en 200-års flom for de ulike delfeltene variere da mellom 1248-1553 l/s/km².

Nedbør-avløpsmodellen gir for totalfeltet til Hapaløkbekken en flomvannføring på 1248 l/s*km².

Rasjonell formel gir for de ulike delfeltene flomverdier for en 200-års flom mellom 1197-1839 l/s/km². Avrenningsfaktoren på 0,3 er av stor betydning for resultatet og er vanskelig å estimere. En faktor på 0,3 er kanskje noe høyt med tanke på at terrenget er så flatt.

Rasjonell formel, nasjonalt formelverk(2,5% kurven) og PQRUT gir tilnærmet like flomverdier. Flomverdiene ligger betydelig over verdiene fra flomfrekvensanalysen for Tysvær som synes å være noe lav.

For beregning av flomverdier med ulike gjentakintervall er derfor nasjonalt formelverk med nedre 2,5% kurve valgt som grunnlag i beregningene.

Det forventes at nedbørsmengder og flomstørrelser vil øke i fremtiden og det anbefales derfor å ta hensyn til dette i arealplanlegging. En klimafaktor på 1,4 er benyttet for Hapaløkbekken.

Flomstørrelse	m ³ /s	l/s/km ²	Klimapåslag 40%
QM	1.37	529	1.92
Q5	1.66	639	2.32
Q10	1.91	734	2.67
Q20	2.16	833	3.03
Q50	2.53	973	3.54
Q100	2.83	1089	3.96
Q200	3.24	1248	4.54
Q500	3.88	1494	5.43
Q1000	4.44	1710	6.22

Tabell 3. Benyttede flomstørrelser for totalfeltet til Hapaløkbekken.

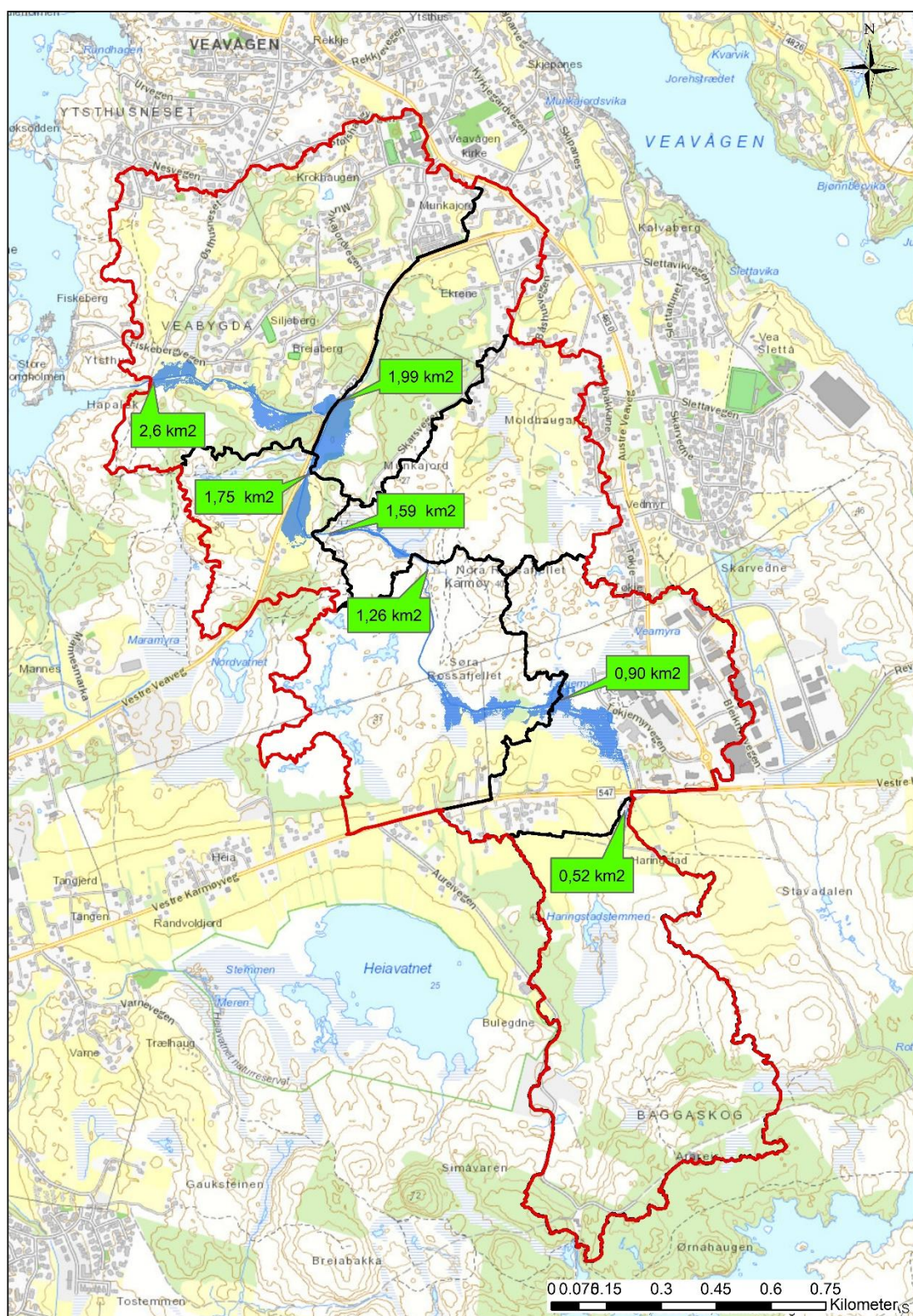
5 Hydraulisk modell

For beregning av vannstander og tilhørende flomsoner er det benyttet programvaren HecRas versjon 6.1.0. De viktigste inngangsparameterne i modellen er topografi (terrengmodell), konstruksjoner i vassdraget, ruhet og vannføring. Det er utført oppmålinger av bunnprofiler på utvalgte lokaliteter samt oppmåling av bruer/kulverter i vassdraget. Vannstander ble også innmålt men da dette ble gjort med stort mellomrom og stor forskjell i vannføring er disse av mindre verdi mht. til kalibrering av modell. Det er valgt en ruhet på 0,04 (Manning's n) basert på skjønn. Det er valgt å benytte en 2-dimensjonal beregningsmetode.

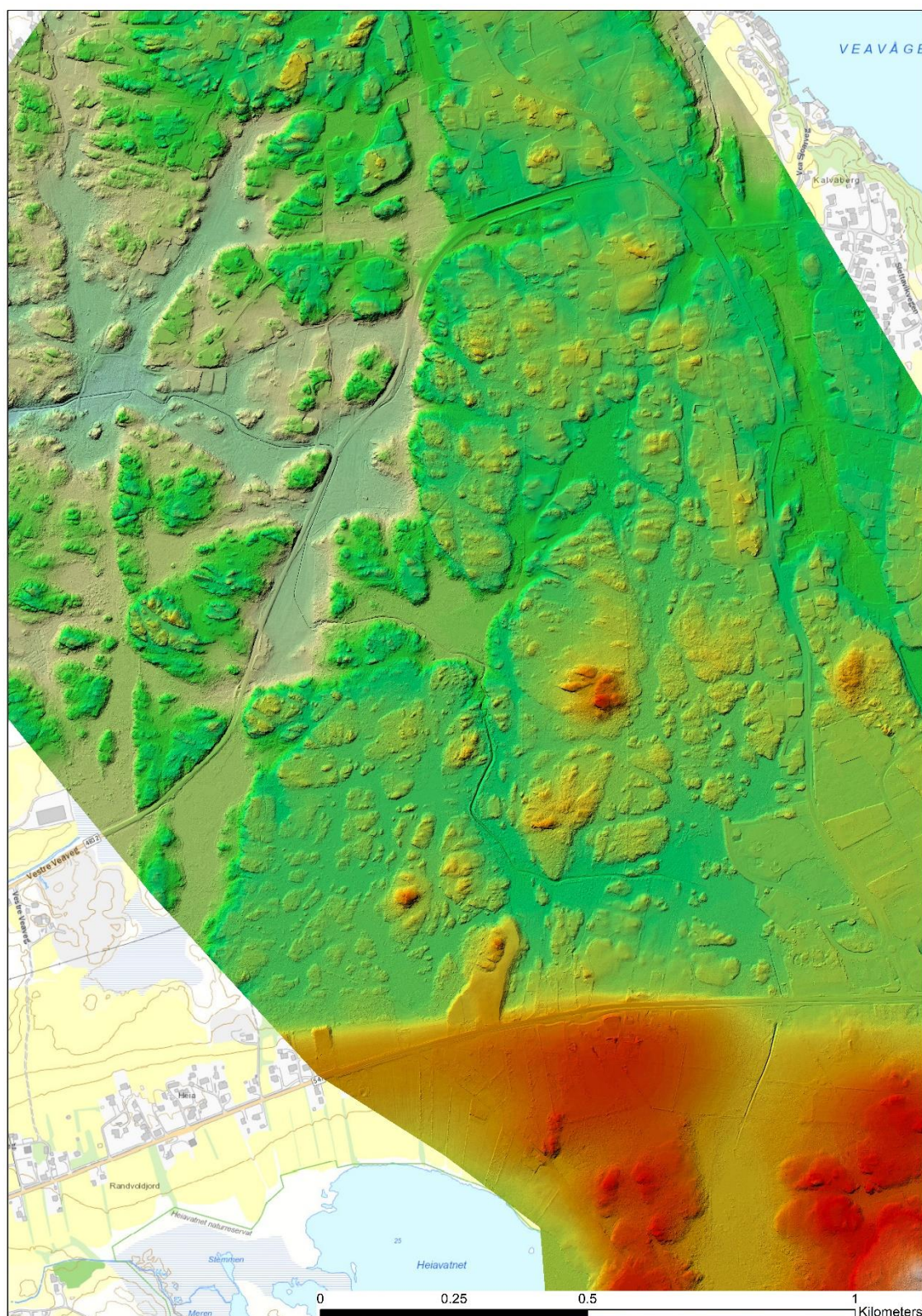
Terrengmodellen er utarbeidet ved bruk av laserdata (Lidar) hvor elveløpet er justert mht til oppmålingen. Punktdekningen er generelt god i området. I områder med tett vegetasjon er dekningen noe dårligere. Den utarbeidede terrengmodellen anses derfor å beskrive terrenget på en god måte.

Benyttet gridstørrelse i terrengmodellen er på 0,25 m*0,25 m.

Flomvannføringen i Hapaløkbekken er fordelt etter tilsigsareal slik at vannføring øker nedstrøms med økende feltstørrelse. Fordelingen er basert på delfeltenes arealer som vist i Figur 8. Fordeling av benyttede flomvannføringer er vist i flomsonekartene. Benyttet terrengmodell er vist i Figur 9.



Figur 8. Totale feltarealer ved ulike delfelter.



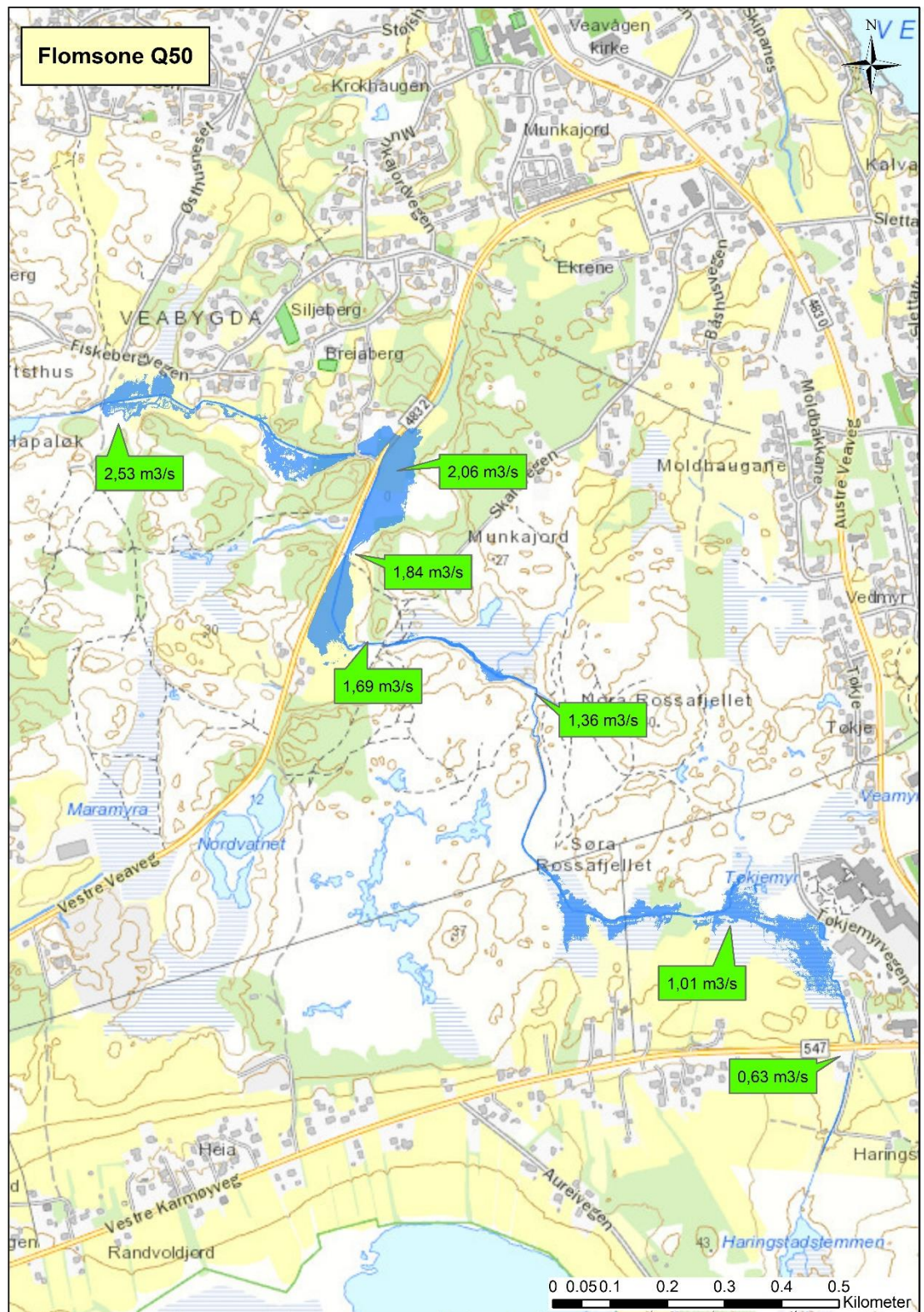
Figur 9. Benyttet terrengmodell.

5.1 Resultater dagens situasjon

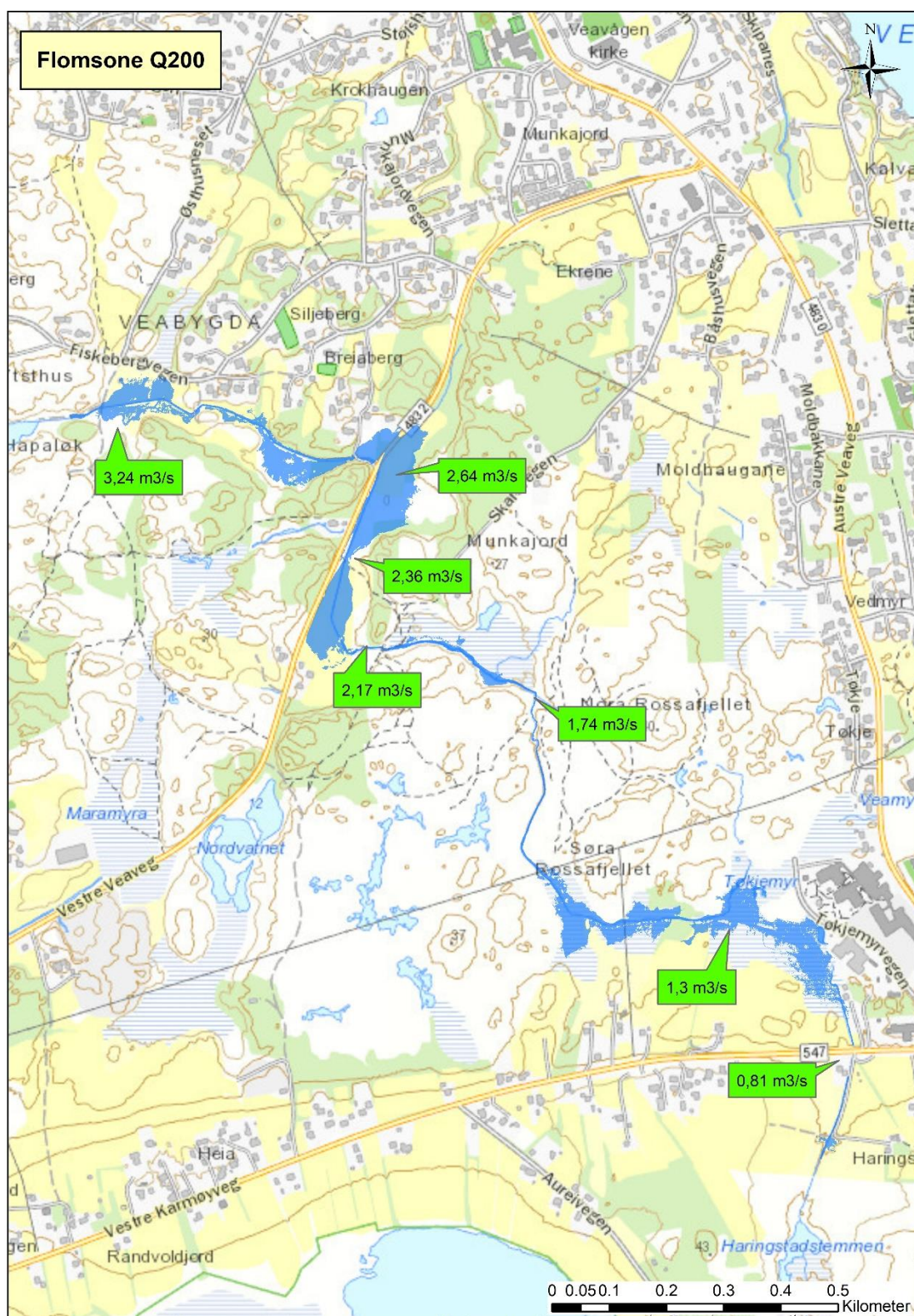
Resultater for beregningen er vist i Figur 10 til Figur 13. Beregningene viser at det ved en 50-årsflom blir betydelig oversvømte arealer. Den store utbredelsen skyldes store flate arealer langs bekken. Det er valgt å utarbeide flomsonekart for Q50, Q200, Q200+40% og Q1000+40%. Flomstørrelsen Q1000 er tilnærmet lik Q200+40% flomsonen vil i praksis bli lik.

Flomsonen sør for Vestre Karmøyveg er noe usikker da den første kulverten etter Haringstadstemmen ikke har tilstrekkelig kapasitet noe som medfører at noe vann kommer på avveie ved flomstørrelser fra Q200+40%. Kulverten under Vestre Karmøyveg har kapasitet til flomstørrelser opp til 1000 års flom +40%. Det er i modellen forutsatt at alt vann renner i Hapaløkbekken, noe som enkelt kan løses ved mindre terrengendringer ved den første kulverten.

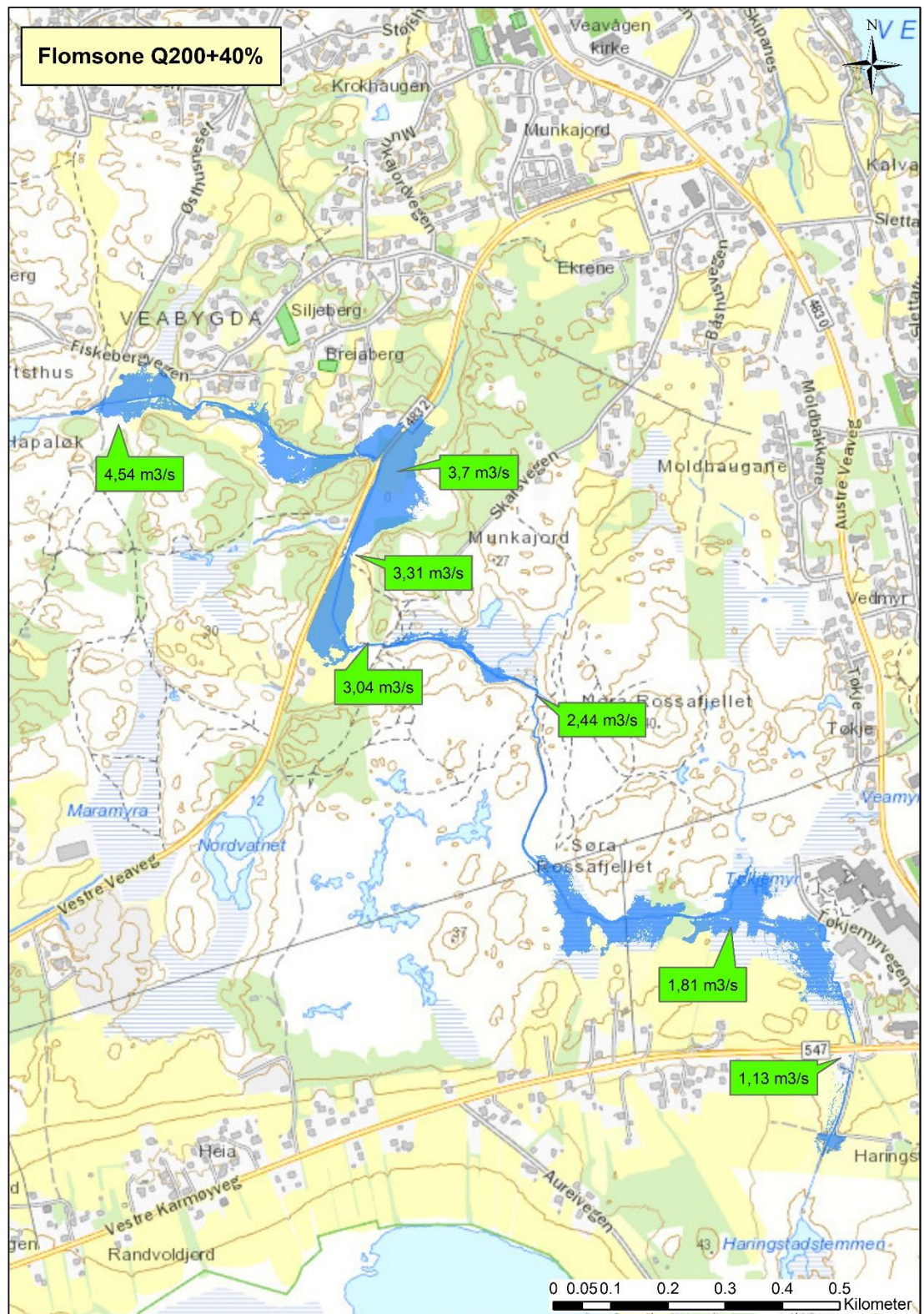
Flomsonekartene viser at eksisterende bebyggelse ikke ligger utsatt for flom. Veier blir imidlertid oversvømt.



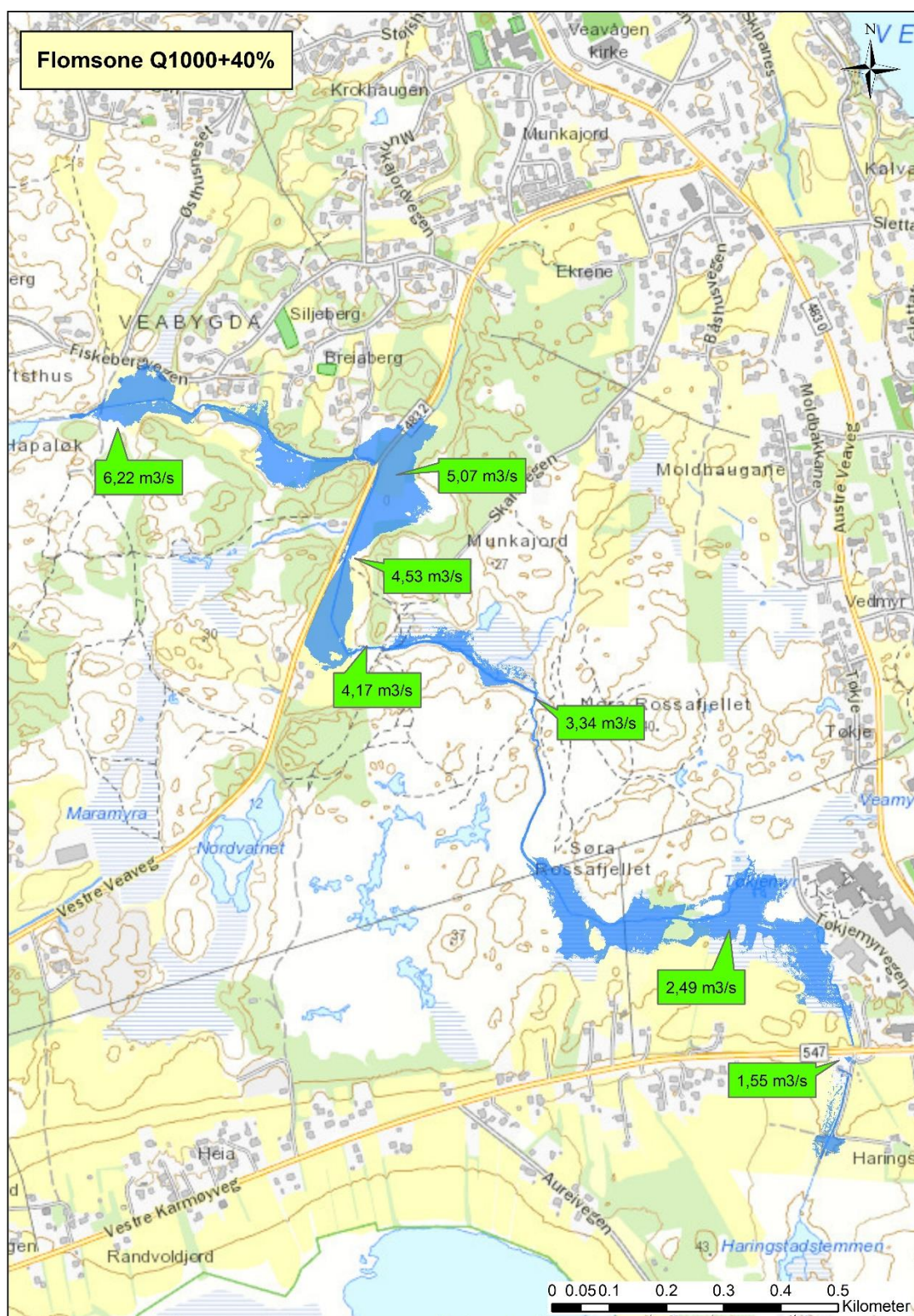
Figur 10. Beregnet flomsone for 50-årsflom.



Figur 11. Beregnet flomsone for 200-årsflom.



Figur 12. Beregnet flomsone for 200-årsflom inkludert klimapåslag på 40%.



Figur 13. Beregnet flomsone for 1000-årsflom inkludert klimapåslag på 40%.

6 Aktuelle tiltak mot flom

6.1 Tiltak mot flom

Beregningene som er utført for dagen situasjon viser relativt få problemer i vassdraget. Det er informert om tidligere flomskader ved enebolig i Vestre Karmøyveg 133 (vann i kjeller). Ingen bygninger blir i dag berørt direkte av flomsonene som er utarbeidet og det er kun veier, bruer og kulverter som oversvømmes.

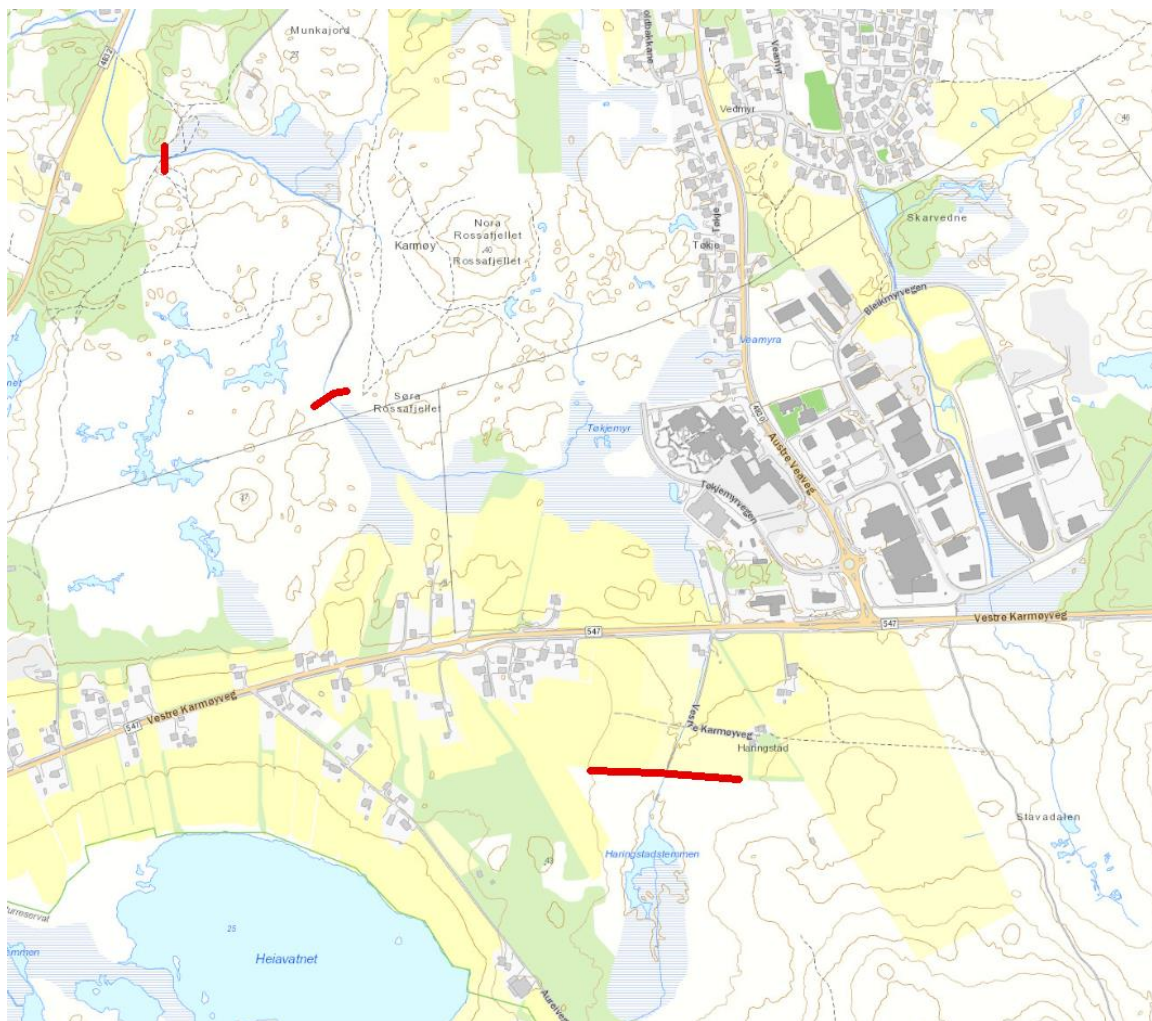
Flomproblemene i dag vurderes derfor til å være beskjedne. Det foreligger imidlertid planer om utbygginger i nedbørfeltet og dette kan medføre en økt avrenning mot bekken med økte flomstørrelser. Utbygginger langs vassdraget må også hensynta flomsonene i forhold til sikkerhet mot naturfare i Tek 17 og de respektive sikkerhetsklasser.

6.2 Flomdempende tiltak

Det er sett på muligheter for å redusere den maksimale flomvannføringen i vassdraget ved å etablere fordrøyningsmagasiner. Effektene av disse er modellert i Hecras for en mest mulig realistisk effekt. Ved modellering av flomdempingseffekten vil tidsaspektet for når maksimalt tilsig inntreffer ved de ulike områder langs vassdraget være viktig. Fordrøyningsmagasinene vil redusere flomtoppens størrelse samt forsinke flomtoppen. Det er benyttet en relativt ny funksjon i Hecras hvor nedbør benyttes som inngangsparameter og modellen vil derfor representere både en hydrologisk - og hydraulisk modell. Det er stor usikkerhet i valg av ruhet (mannings'n) og infiltrasjon og det finnes heller ingen data å kalibrere mot. Det er benyttet en Mannings's n på 0,3 for hele nedbørfeltet og 0,04 for flomsonen ved en 200-års flom +40%. Det er ikke benyttet noen infiltrasjon.

Metoden vurderes til å være egnet til dette formålet da kulminasjonstidspunkter fra de ulike delfelter vurderes til å beregnes mer korrekt enn andre metoder. Det er benyttet et teoretisk nedbørførsløp basert IVF data (200-år) fra Karmøy. Resultatene gir sammenlignbare vannføringer med de beregnede flomvannføringer for 200-års flom +40 i de nedre deler. I øvre deler fra Tørkjemyr og oppstrøms gir modellen noe høyere vannføringer. Resultatene er

derfor ikke direkte sammenlignbare med resultater for dagens situasjon, men de vurderes til å beskrive effekten av tiltakene på en god måte.



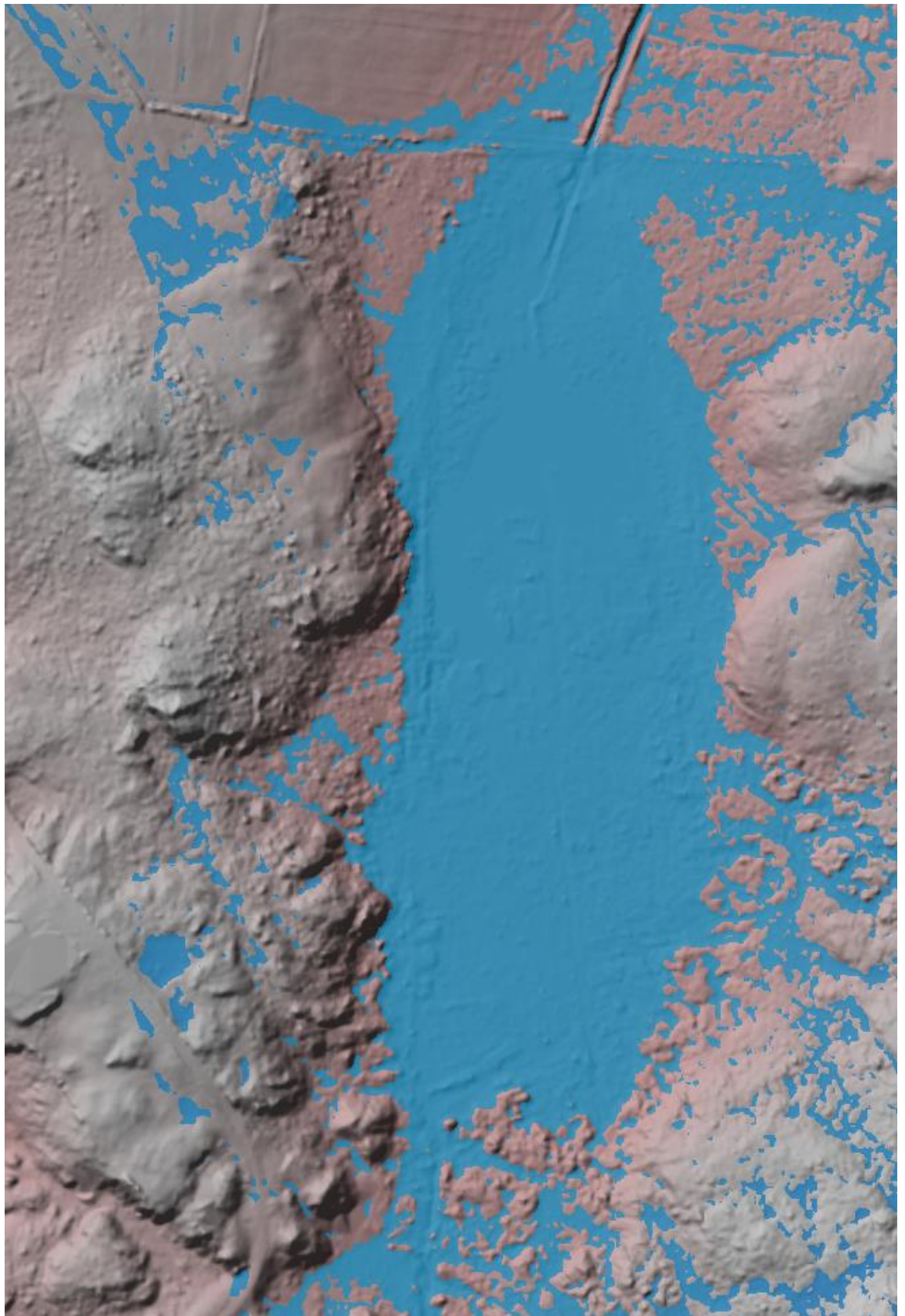
Figur 14. Aktuelle lokaliteter for fordrøyning.

6.2.1 Fordrøyning i øvre del- Haringstadstemmen

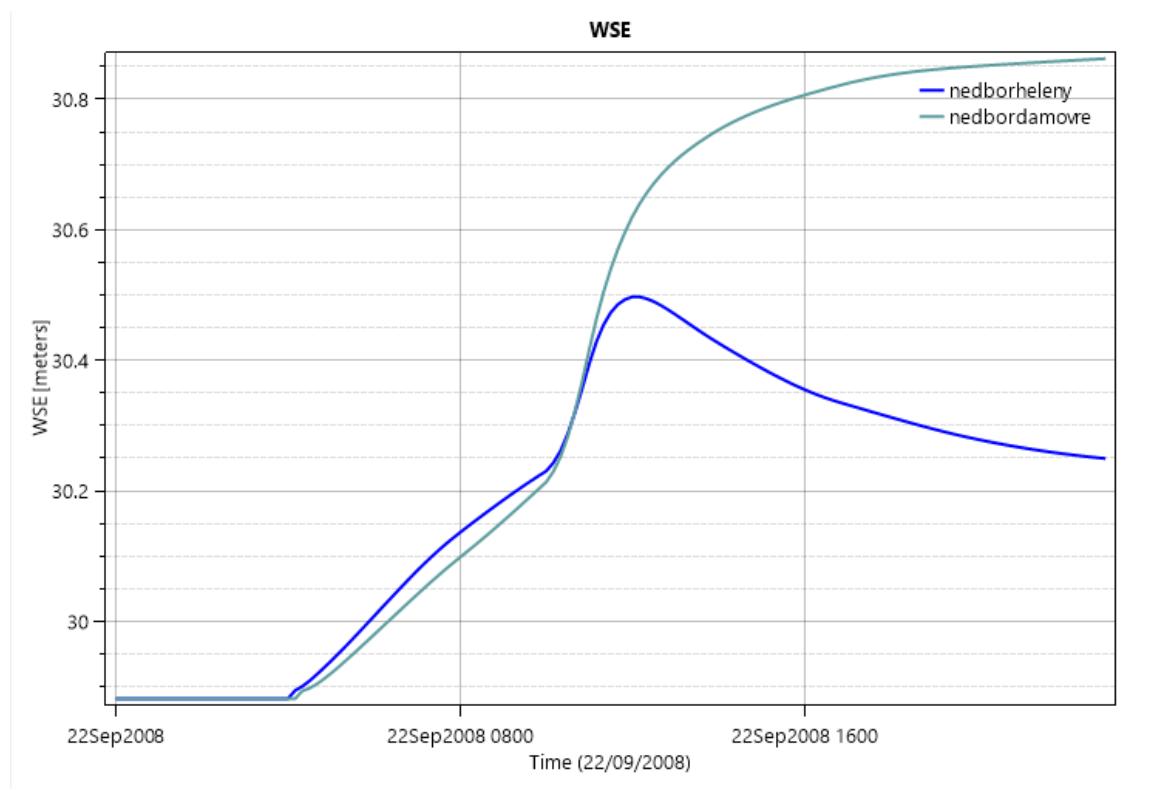
Modellert fordrøyningsmagasin ved Haringstadstemmen er vist i Figur 15. Det er modellert et utløp med dimensjon Ø 300mm og dette gir en vannstand på 30, 86 og et økt magasinivolum i forhold til naturlig situasjon på ca. 15 000 m³. Modellert vannstand ved dagens flomsituasjon er på 30,5, dvs. at tiltaket øker vannstanden med 36 cm.

Modellert vannstandsstigning er vist i Figur 16. Effekten av økt fordrøyning i Haringstadstemmen er vist i Figur 17 til Figur 19. Effekten av tiltaket er betydelig like nedstrøms, men avtar betydelig mot utløpet i sjøen. Like nedstrøms damstedet er flomvannføringen redusert 33 % (felt 2) og ved utløpet (felt 7) er flomvannføringen redusert med 3 %. Effekten av det modellerte tiltaket er naturlig nok avhengig av maks vannstand i magasinet. Modellert effekt er basert på en beskjeden fordrøyning og effekten vil øke med økende magasinert vannstand.

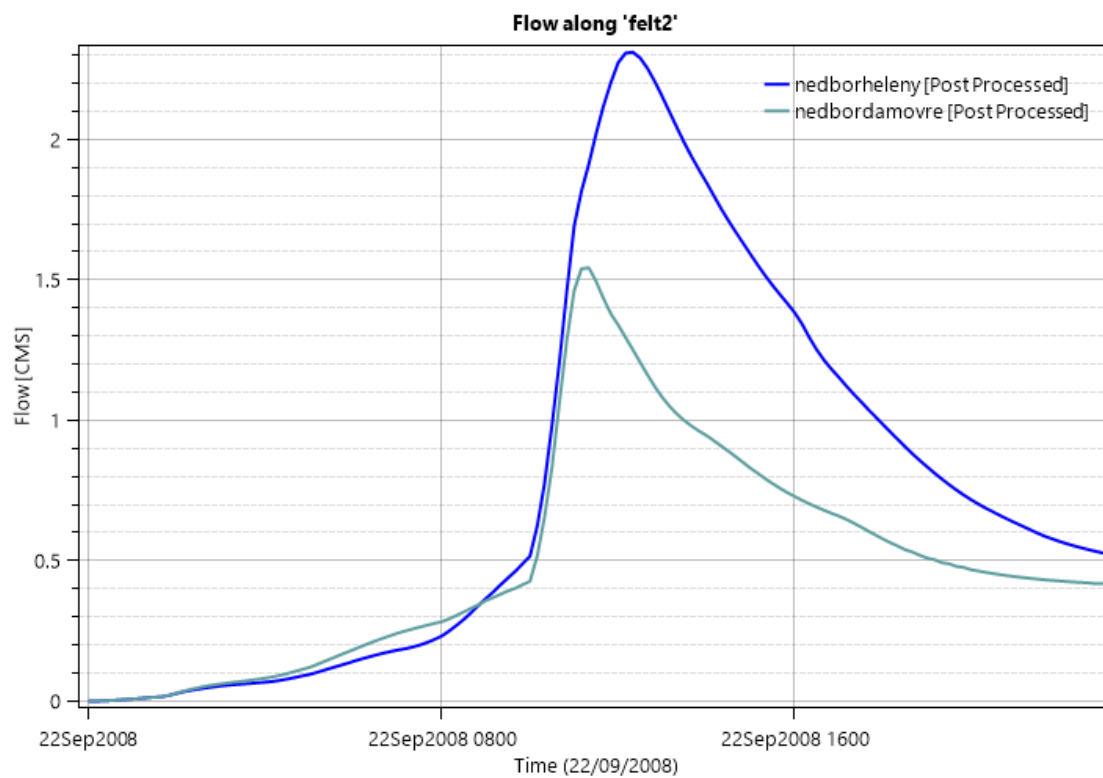
En sammenstilling av effektene ved ulike punkter i vassdraget er vist i Tabell 4.



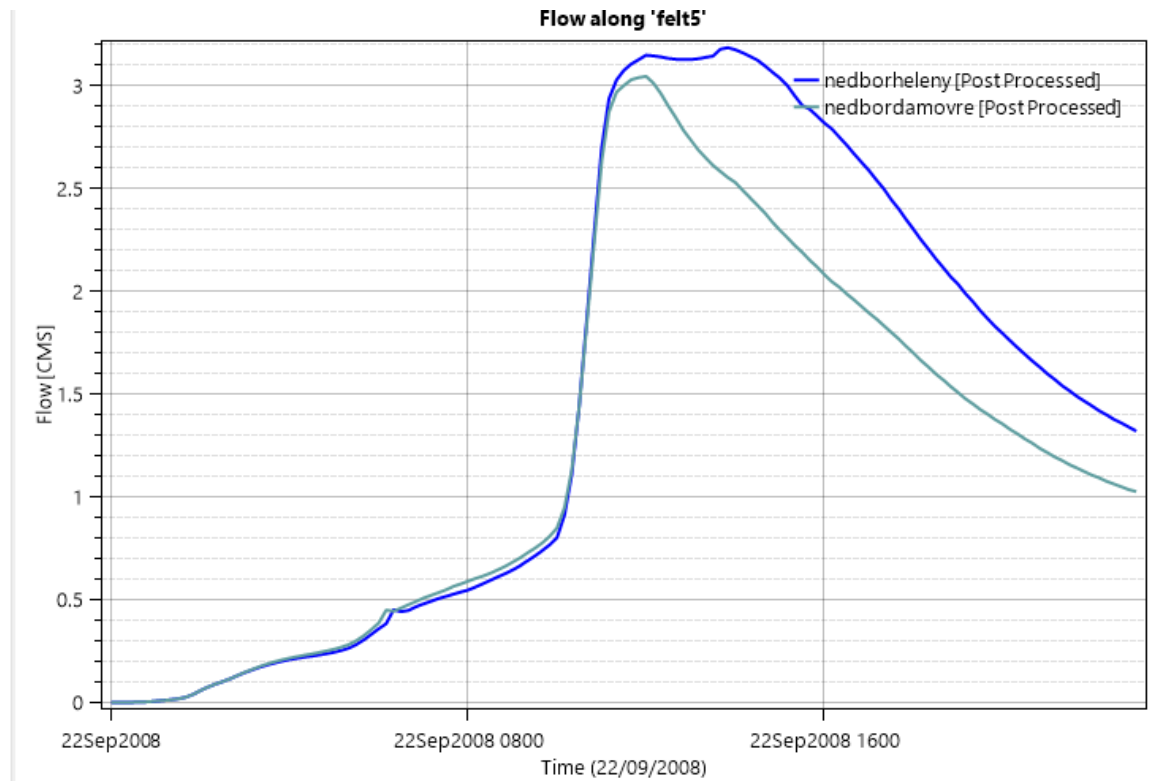
Figur 15. Modellert flomutbredelse i Haringstadstemmen med fordrøyning.



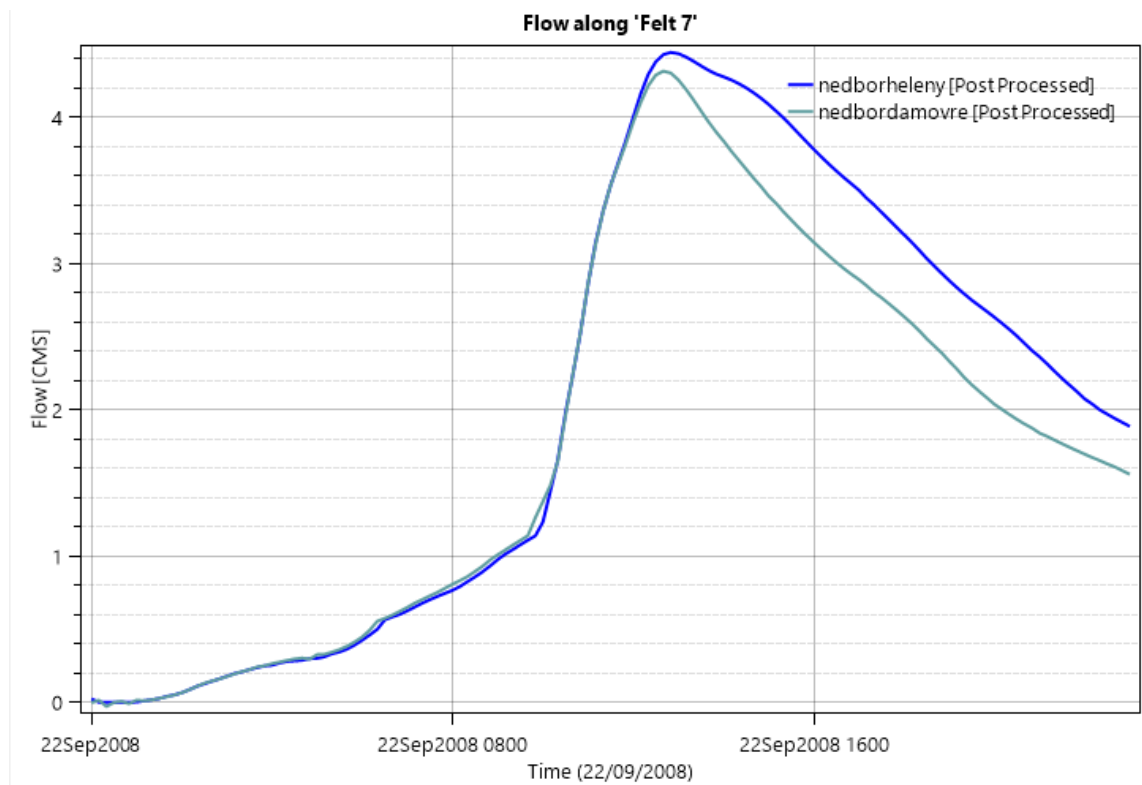
Figur 16. Modellert vannstand i Haringstadstemmen med fordrøyning.



Figur 17. Effekt av fordrøyning i Haringstadstemmen ved felt 2.



Figur 18. Effekt av fordrøyning i Haringstadstemmen ved felt 5.



Figur 19. Effekt av fordrøyning i Haringstadstemmen ved felt 7.

	Felt2		Felt 5		Felt 7	
	vst	vannføring	vst	vannføring	vst	vannføring
Haringstadstemmen						
dagens	21.38	2.31	5.49	3.18	2.15	4.44
fordrøyning	21.16	1.54	5.48	3.04	2.12	4.31
Endring	0.22	33%	0.01	4%	0.03	3%

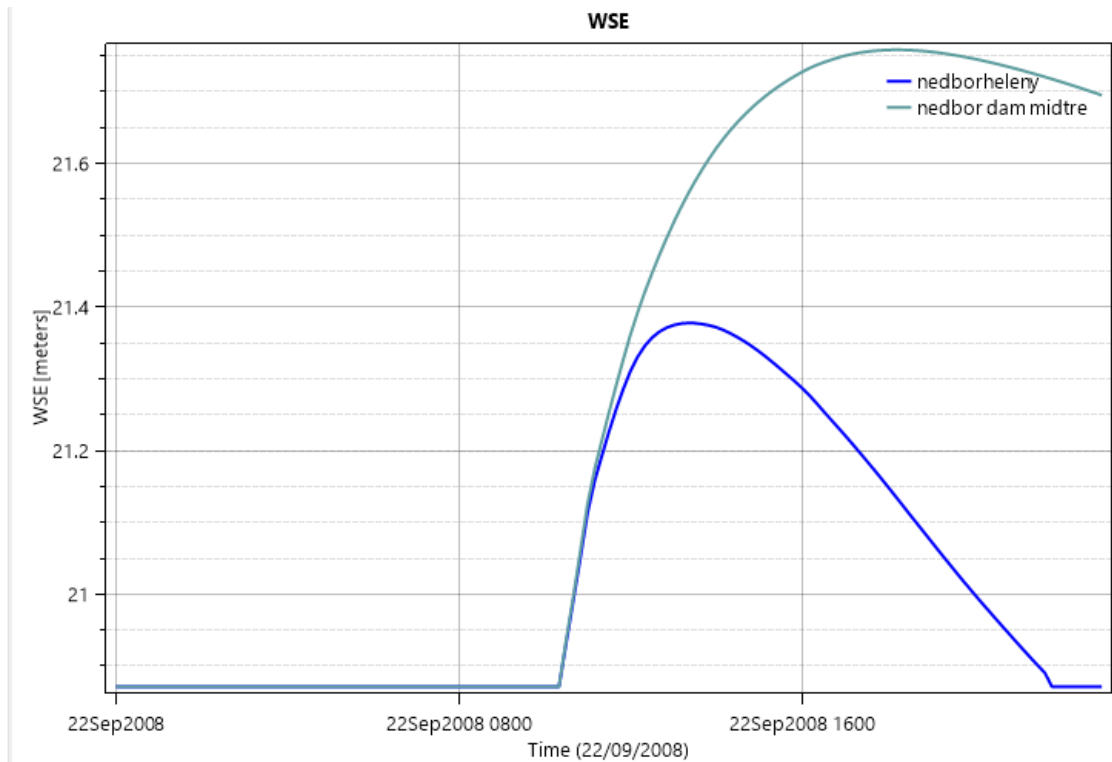
Tabell 4, Sammenstilling av effekter ved fordrøyning i Haringstadstemmen.

6.2.2 Fordrøyning i midtre del- Tøkjemyr

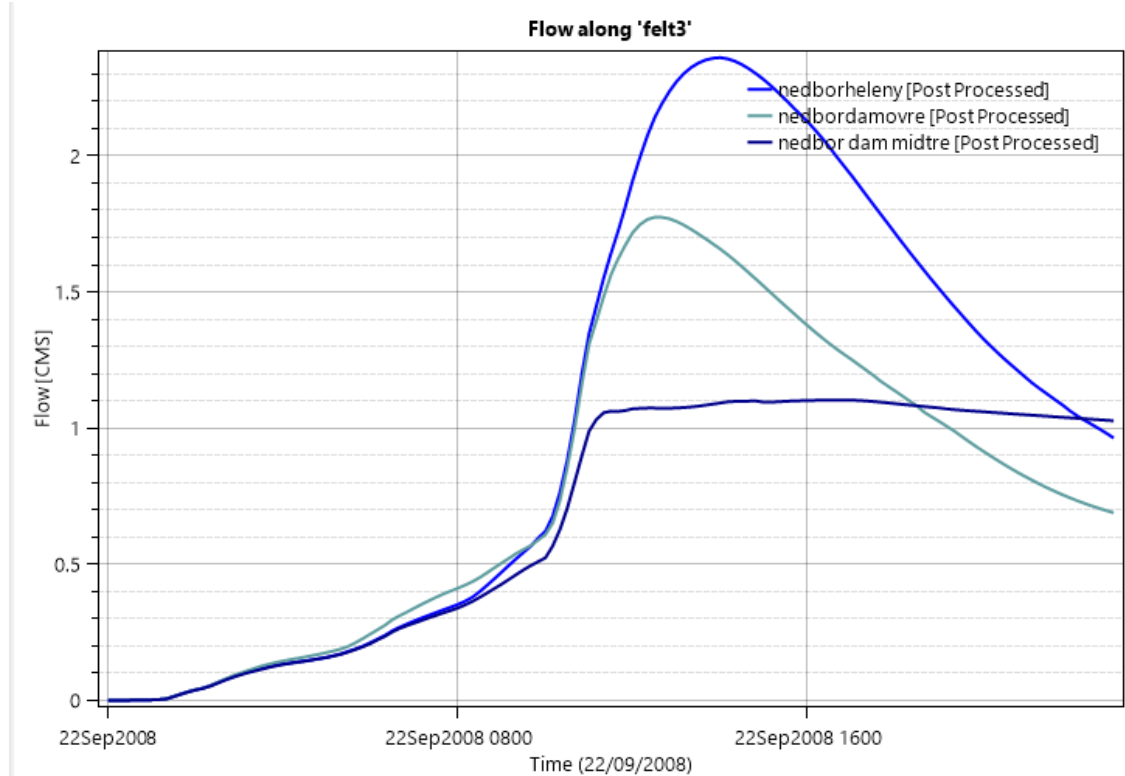
Modellert fordrøyning ved Tøkjemyr (midtre del) er vist i Figur 20 til Figur 23. Det er modellert et utløp med dimensjon Ø 600 mm og dette gir en vannstandsstigning på 50 cm sammenlignet med dagens situasjon ved damstedet. Økning i magasinivolum sammenlignet med dagens situasjon er på ca. 21 000 m³.

Effekten av tiltaket er betydelig like nedstrøms, men avtar betydelig mot utløpet i sjøen. Like nedstrøms damstedet er flomvannføringen redusert 53 % (felt 3) og ved utløpet (felt 7) er flomvannføringen redusert med 14 %. Effekten av det modellerte tiltaket er naturlig nok avhengig av maks vannstand i magasinet. Modellert effekt er noe større enn tiltaket oppstrøms.

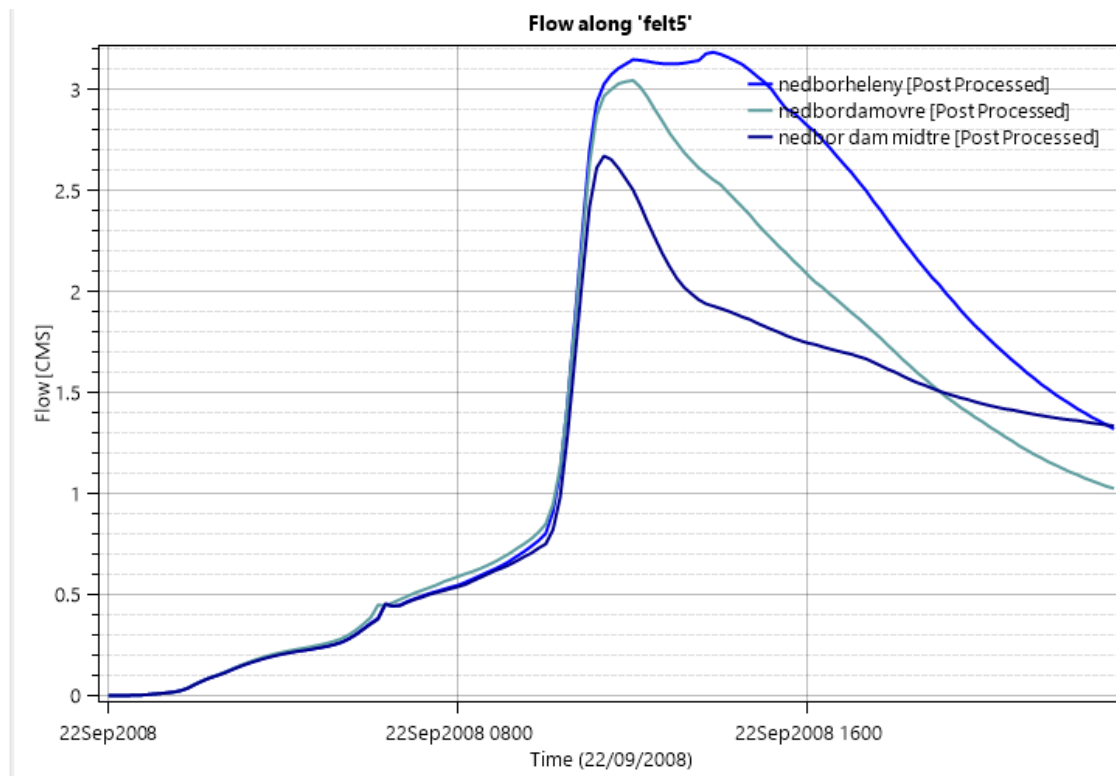
En sammenstilling av effektene ved ulike punkter i vassdraget er vist i Tabell 5.



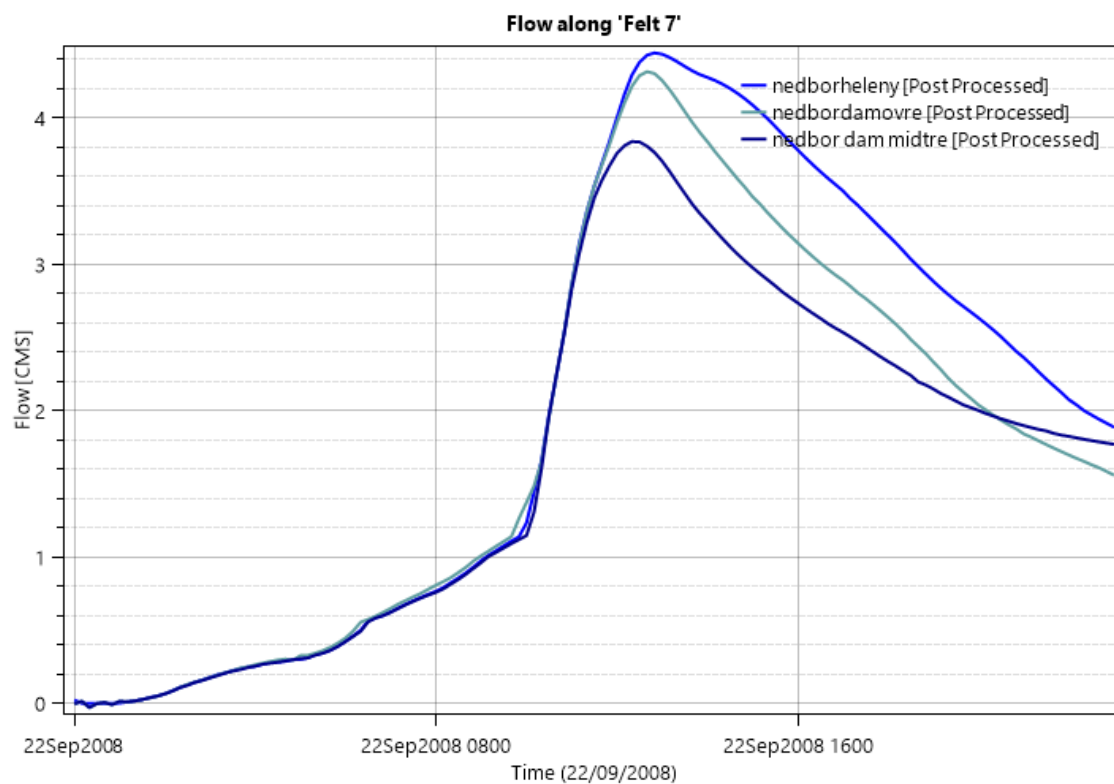
Figur 20. Effekt av fordrøyning på vannstand ved Tøkjemyr.



Figur 21. Effekt av fordrøyning ved felt 3.



Figur 22. Effekt av fordrøyning ved felt 5.



Figur 23. Effekt av fordrøyning ved felt 7.

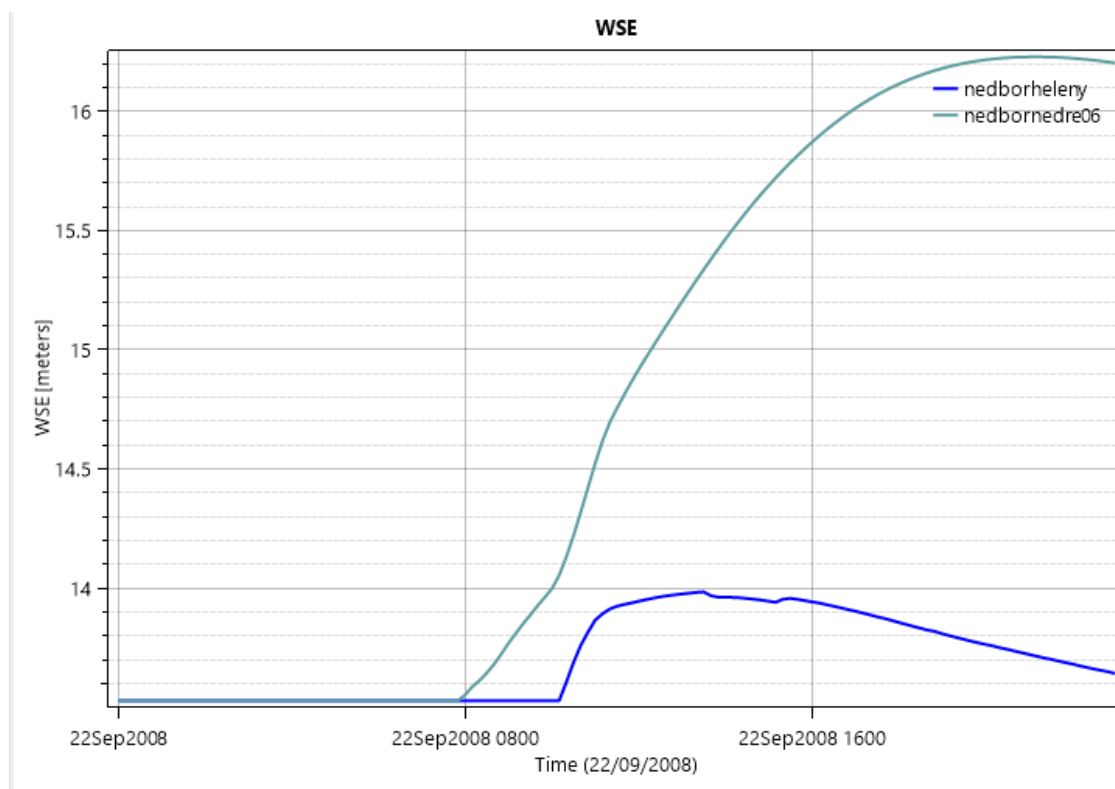
	Felt3		Felt 5		Felt 7	
Tøkjemyr	vst	vannføring	vst	vannføring	vst	vannføring
dagens	17.07	2.36	5.49	3.18	1.69	4.45
fordrøyning	16.74	1.1	5.41	2.67	1.62	3.85
Endring	0.33	53%	0.08	16%	0.07	13%

Tabell 5, Sammenstilling av effekter ved fordrøyning i Tøkjemyr.

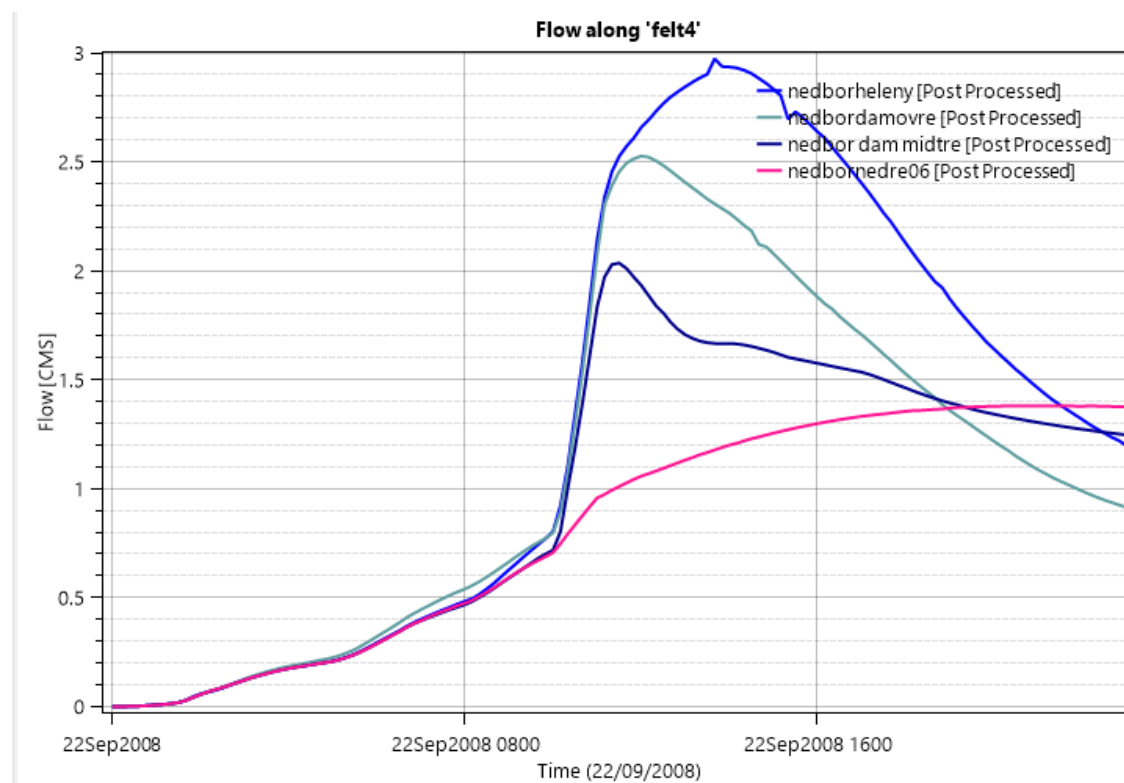
6.2.3 Fordrøyning i nedre del

Modellert fordrøyning ved nedre del er vist i Figur 24 til Figur 27. Det er modellert et utløp med dimensjon Ø 600 mm og dette gir en vannstandsstigning på ca. 2 m sammenlignet med dagens situasjon ved damstedet. Økning i magasinvolum sammenlignet med dagens situasjon er på ca. 43 500 m³.

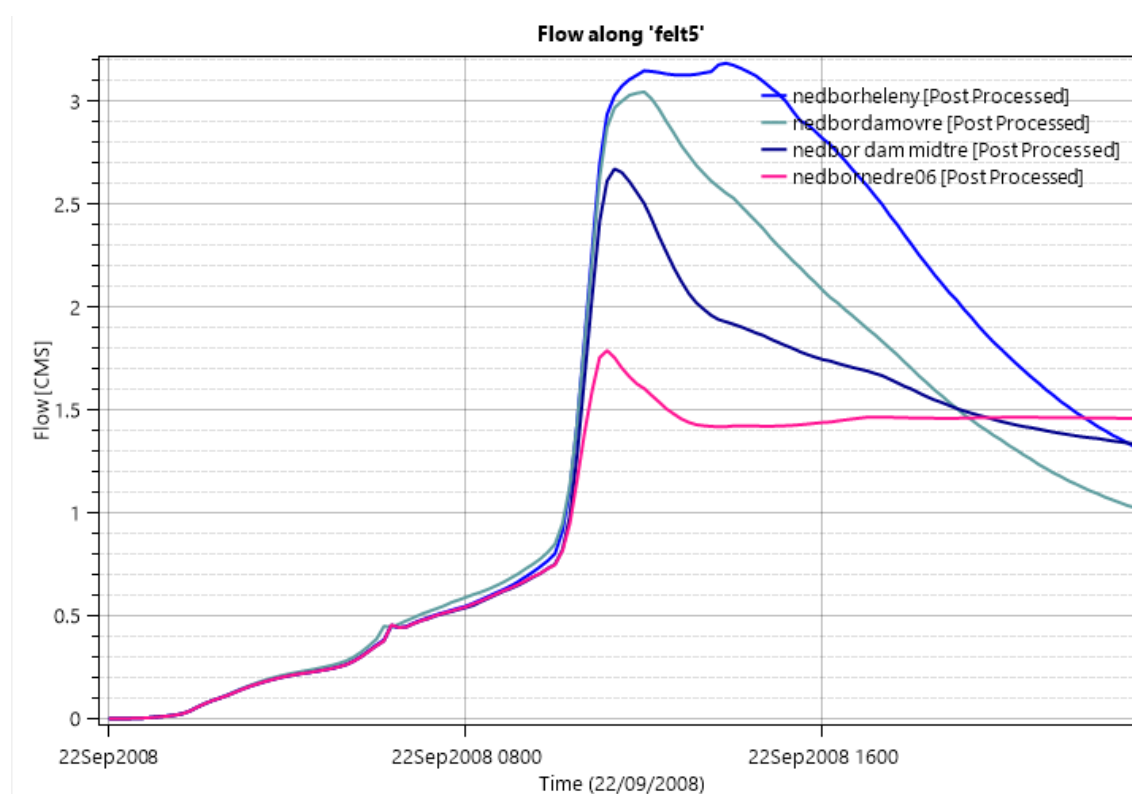
Effekten av tiltaket er betydelig på hele strekningen mot utløpet i sjøen. Like nedstrøms damstedet er flomvannføringen redusert 54 % (felt 4) og ved utløpet (felt 7) er flomvannføringen redusert med 24 %. Effekten av det modellerte tiltaket er naturlig nok avhengig av maks vannstand i magasinet. Modellert effekt er større enn tiltakene oppstrøms men vannstandsstigningen er også betydelig større. En sammenstilling av effektene ved ulike punkter i vassdraget er vist i Tabell 6.



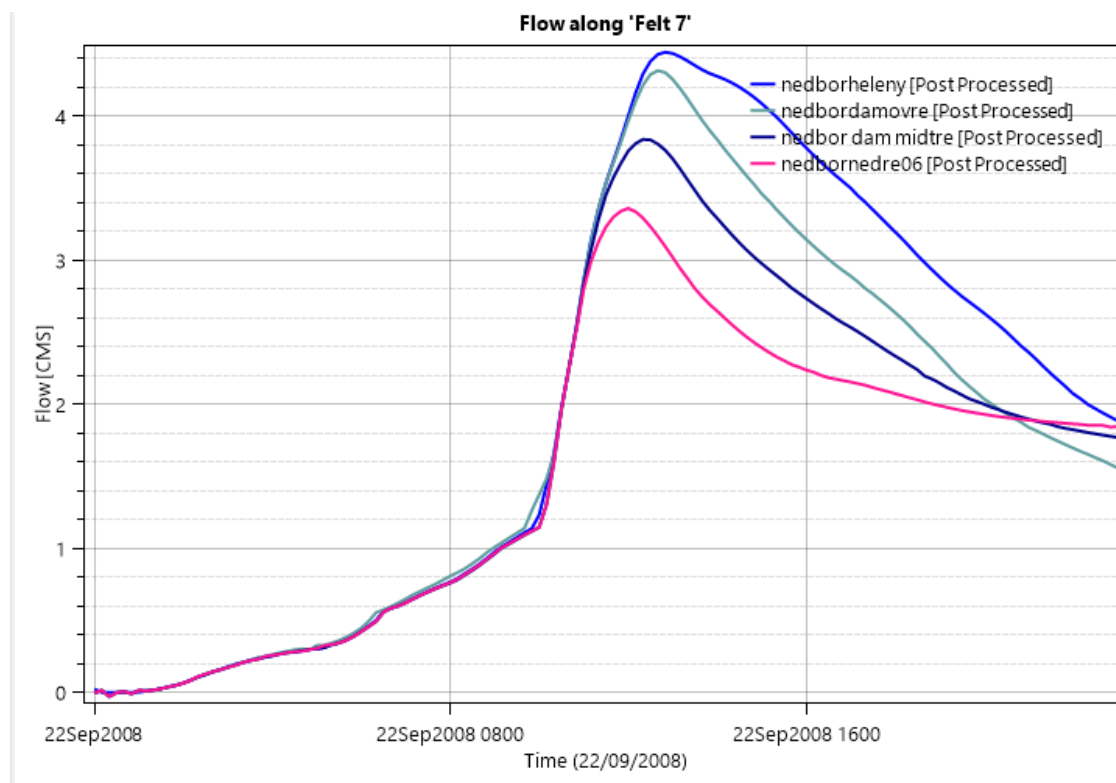
Figur 24. Effekt av fordrøyning på vannstand ved fordrøyning i nedre del.



Figur 25. Effekt av fordrøyning ved felt 4.



Figur 26. Effekt av fordrøyning ved felt 5.



Figur 27. Effekt av fordrøyning ved felt 7.

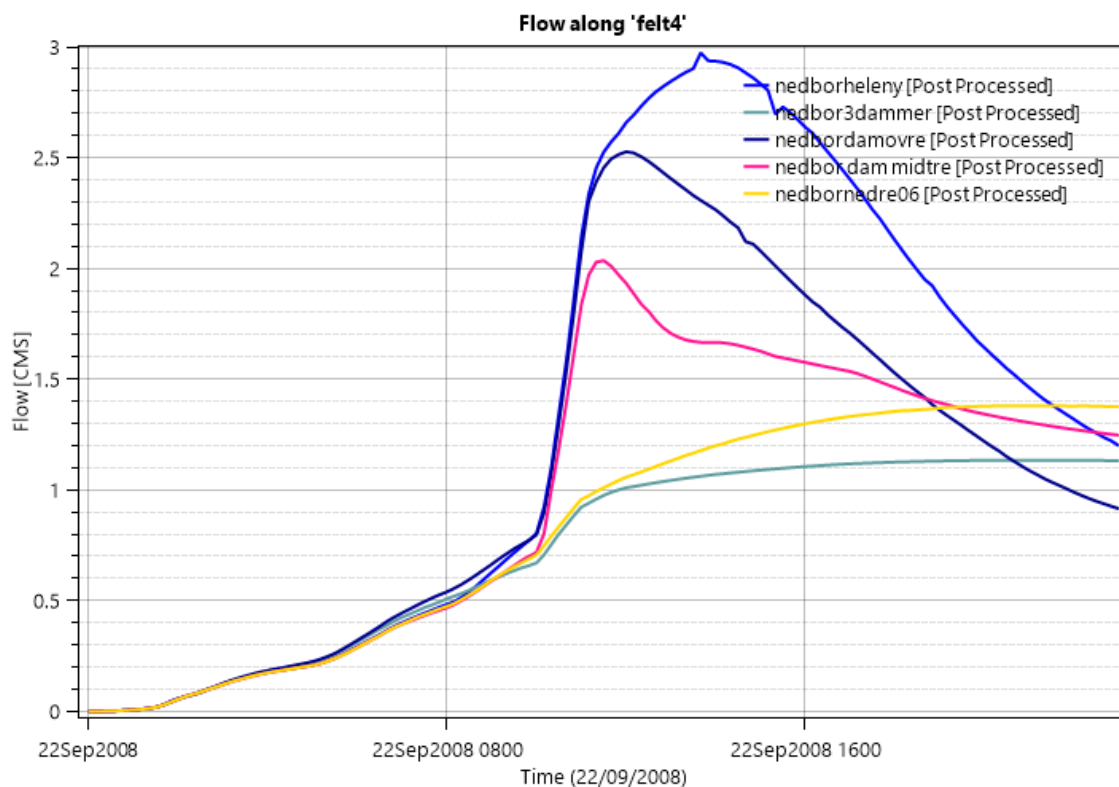
	Felt4		Felt 5		Felt 7	
Nedre del	vst	vannføring	vst	vannføring	vst	vannføring
dagens	7.91	2.97	5.49	3.18	2.15	4.45
fordrøyning	7.77	1.38	5.24	1.79	2	3.36
Endring	0.14	54%	0.25	44%	0.15	24%

Tabell 6, Sammenstilling av effekter ved fordrøyning i nedre del.

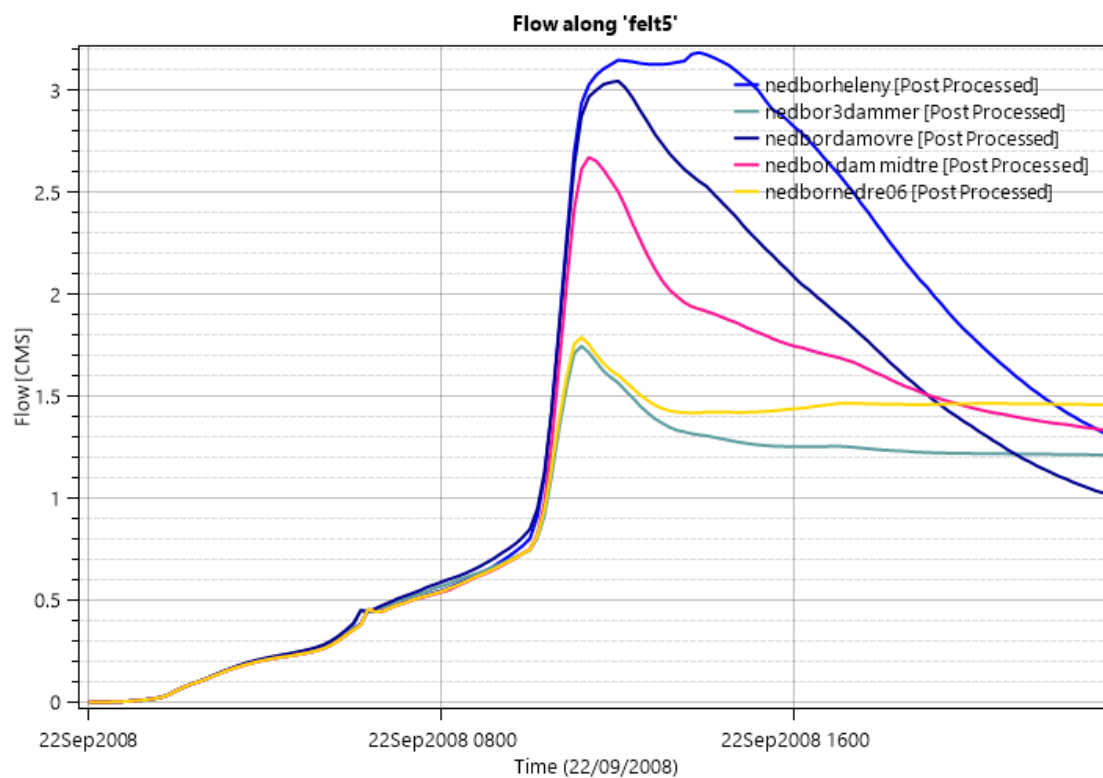
6.2.4 Fordrøyning i alle tre lokaliteter

Modellert fordrøyning for all tre lokalitetene er vist i Figur 28 til Figur 30. Effekten for situasjonen (nedbor3dammer) er sammenlignet med situasjon for de andre alternativene.

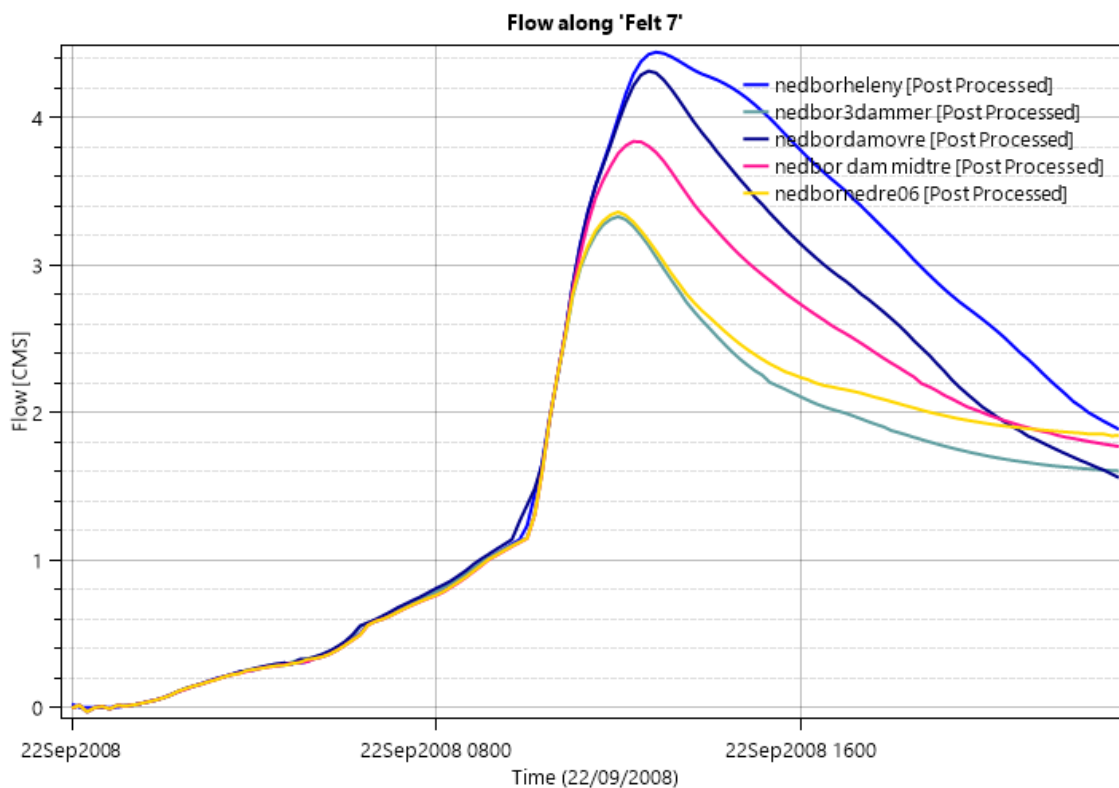
Effekten av tiltaket er betydelig i øvre deler av vassdraget mens den reduseres lengre ned i vassdraget. Effekten av det modellerte tiltaket er rimelig likt som tiltaket med kun nedre fordrøyning. En sammenstilling av effektene ved ulike punkter i vassdraget er vist i Tabell 6.



Figur 28. Effekt av fordrøyning med tre magasiner ved felt 4.



Figur 29. Effekt av fordrøyning med tre magasiner ved felt 5.



Figur 30. Effekt av fordrøyning med tre magasiner ved felt 7.

	Felt4		Felt 5		Felt 7	
Tre magasiner	vst	vannføring	vst	vannføring	vst	vannføring
dagens	7.91	2.97	5.49	3.18	2.15	4.45
fordrøyning	7.73	1.13	5.23	1.74	2	3.33
Endring	0.18	62%	0.26	45%	0.15	25%

Tabell 7, Sammenstilling av effekter ved fordrøyning på alle 3 steder.

6.3 Tiltak i elveløp og biotopforbedrende tiltak

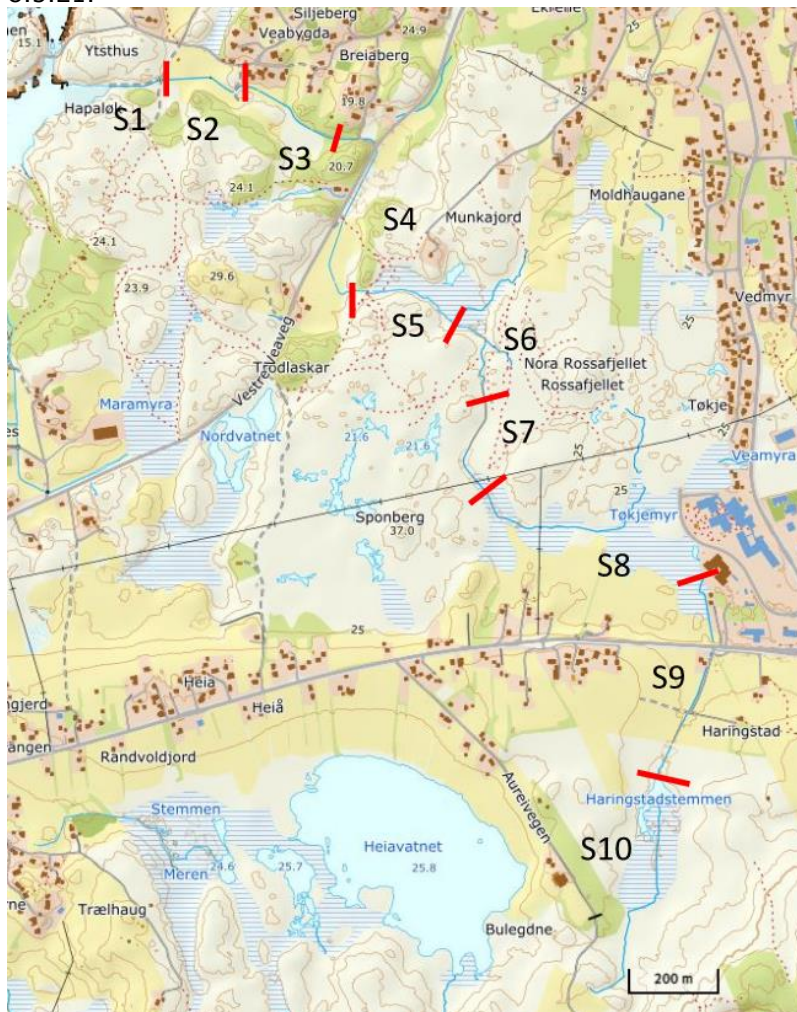
Et annet alternativ flomtiltak kan være å redusere flomvannstanden ved å senke/utvide bekkeløpet. Tiltak i bekkeløpet vil også medføre behov for nye kulverter for å oppnå lavere flomvannstand. En senkning og/eller utvidelse av bekkeløpet vil være effektivt for å redusere flomvannstanden. Et slikt tiltak bør i tilfelle kombineres med biotopforbedrende tiltak med fokus på anadrom fisk. Dette vil være spesielt aktuelt i nedre deler av vassdraget hvor høy

flomvannstand kan skape konflikt med ny utbygging samtidig hvor de eksisterende inngrepene i bekken er vurdert til å være ugunstige.

Eventuelle tiltak i bekkeløpet vil først være effektivt i forhold til flom ved en oppgradering av kulverten under Vestre Veaveg og kulverten nedstrøms.

Det er utført en kartlegging av utvalgte segmenter i Hapaløkbekken av biologene Karl Otto Mikkelsen og Petter Torgersen.

COWI gjennomførte befarings av bekken ved strekning 4 og 7 (Figur 31) jfr. Rapport datert 8.5.21.



Figur 31. Habitatkartlegging av Hapaløkbekken utført av Karmøy kommune 5 mai 2021

Strekning 4

Bekken renner parallelt med Vestre Veaveg (Figur 31) Bekken er senket og rettet og renner i en grøft mellom beitemark og vegkant. Bekkeløpet er plastret i sidene med naturlig bekkbunn. Bekkeløpet er meget ensartet. Herfra renner bekken videre under Vestre Veaveg gjennom to kulverter. Strekningen nedstrøms både Vestre Veaveg og Breibergveien er kanalisert (Figur 32). Kantvegetasjonen er svak/manglende.

COWI anbefaler å utvide bekkeløpet på strekningen parallelt med Vestre Veaveg. Her kan bekkeløpet graves ut på begge sider, mot vegen og mot beitemark. I sammenheng med

breddeutvidelse bør det søkes å øke variasjonen på dybde og vannhastighet så mye som mulig. Dette kan gjøres ved å legge ut stein i forskjellige størrelser. Vi foreslår også at det graves ut en kulp på strekningen hvor det kan samles vann i tørre perioder. Kantvegetasjon foreslås styrket gjennom planting av stedegne tresorter. Kulverten under Vestre Veaveg er passerbar for fisk. Dersom denne byttes ut, må ny kulvert være tilsvarende passerbar.



Figur 32. Hapaløkbekken ved segment 4, Vestre Veaveg. Fra oppstøms Vestre Veavegen øverst til venstre til nedstrøms kulvert under Breiabergveien nederst til høyre.

Strekning 7

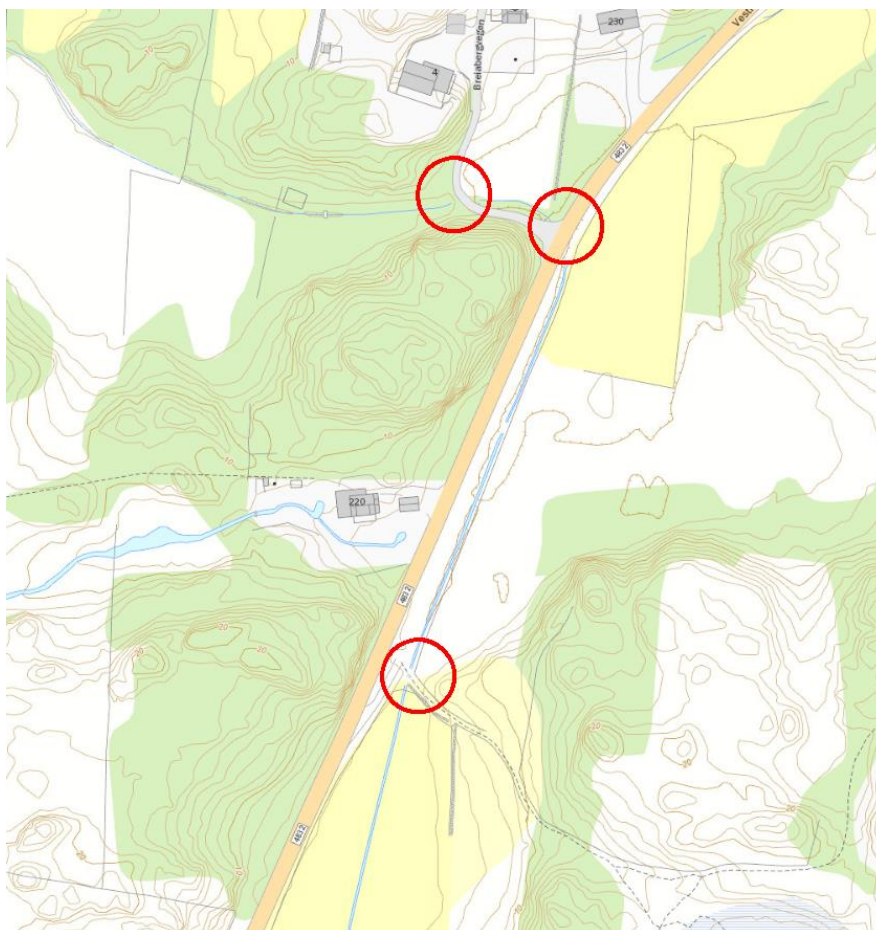
Bekken på denne strekningen er relativt smal og den er senket (Figur 31). Biotopforbedrende tiltak her har begrenset potensiale, samtidig som et slikt tiltak vil utgjøre relativt store inngrep i dette området i form av bla. store inngrep i utmark. I en prioritering av biotopforbedrende tiltak i kommunen, vil vi ikke anbefale å gjennomføre dette ved segment 7 i Hapaløkbekken.



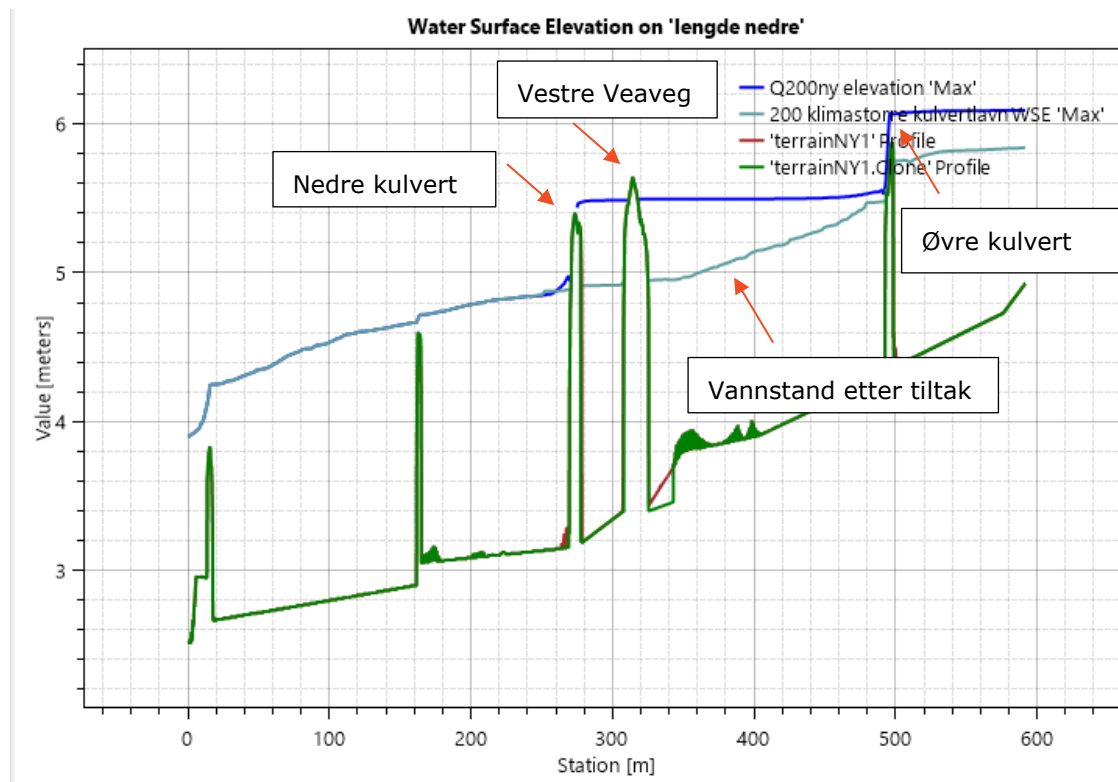
Figur 33. Hapaløkbekken ved segment 7. Til venstre ses Hapaløkbekken i forsenkning i einerkrattet. Til høyre vises området bestående av myrområder

6.4 Utbedring av kulverter

Kulverten under Vestre Veaveg og kulverten nedstrøms medfører en betydelig oppstuvning. Det er også et smalt område langs Veaveg som er oppstuvende. Områdene er markert i Figur 34. Det er modellert effekten av å utføre utbedringer ved disse tre lokalitetene ved å øke kulvertstørrelser og utvide bekkeløpet. Effekten av dette er vist i Figur 35. Vannstanden kan senkes betydelig med dette tiltaket og den modellerte senkningen av flomstørrelsen Q200+40 % er på ca. 0,5 meter oppstrøms kulvert i Vestre Veaveg.



Figur 34. Områder med begrenset kapasitet.



Figur 35. Effekten av utbedring av kulverter og bekkeløp.

6.5 Heving av byggegrunn

Ved utbygging i flomutsatte områder kan det etableres risikoreduserende tiltak mot flom. Dette vil i praksis bety enten en fast barriere som flomvoll eller en terrengheving til flomsikker høyde. Heving av byggegrunn er generelt å anbefale.

6.6 Effekter av fremtidig utbygging

En fremtidig utbygging i nedbørfeltet til Hapaløkbekken vil endre avrenningen til bekken. Ved en utbygging som ikke hensyntar overvannet kan det forventes en raskere avrenning mot Hapaløkbekken og høyere flomvannføringer. Tiltak for å forhindre økte flomvannføringer i bekken vil kunne være lokal overvannsdiskonering (LOD-tiltak) eller etablering av fordrøyningsmagasiner som modellert i kapittel 6.2.

7 Konklusjon

Områdene langs Hapaløkbekken er, med dagens utbygging langs vassdraget, vurdert til å være lite utsatt for flom. Store flommer vil imidlertid få en stor utbredelse da det er store flate områder langs deler av vassdraget. Konsekvensene av flom er imidlertid vurdert til å være relativt lave da det kun er veier/kulverter og beitemark/jordbruksareal som oversvømmes. Av registrerte flomskader er det rapportert om vannskader i kjeller på enebolig ved Tøkjemyr. Eventuelle tiltak som øker flomvannstanden her, vil gi økte flomskader på utsatte bygg. Det er forutsatt at vann i Hapaløkbekken ikke flommer over Vestre Karmøyveg og renner østover (noe som kan skje ved flommer over 1000-års flom).

Det virker lite hensiktsmessig å utføre større tiltak mot flom i vassdraget slik forholdene er i dag. Ved fremtidige utbygginger i nedbørfeltet vil dette imidlertid kunne medføre endrede flomforhold i vassdraget. En utbygging i nedbørfeltet vil medføre raskere avrenning og vil føre til større flommer i vassdraget. For å unngå dette kan det utføres lokale tiltak (LOD) eller etableres fordrøyningsmagasiner som modellert.

Det anbefales på generelt grunnlag at fremtidig utbygging planlegges utenfor de beregnede flomsonene, eventuelt sikres ved å heve byggegrunn.

Planlagt utbygging langs vassdraget må forholde seg til de beregnede flomsoner med mindre tiltak for å senke flomvannstanden utføres.

Det er uvisst hvor det er mest ønskelig med redusert flomvannstand og hvor det er akseptabelt med forhøyet flomvannstand (fordrøyningsmagasin). De modellerte fordrøyningsmagasinene er plassert der det er vurdert til å være hensiktsmessig med tanke på større flate områder med minst mulig konflikt. Effekten av fordrøyningen er i stor grad avhengig av vannstandstigningen og magasinert volum. Det kan også være aktuelt med flere fordrøyningsmagasiner enn det som er modellert. Fordrøyningsmagasinenes effekt på flomdempingen har et betydelig potensial.

Utbedring av kulverter og bekkeløp ved Vestre Veaveg kan senke flomvannstanden betydelig lokalt.

Aktuelle tiltak for å bedre vannmiljøet (for anadrom fisk) er vurdert til å være mest aktuelt på strekningen langs Vestre Veaveg (strekning 4). En utvidelse av bekkeløpet, etablering av kantvegetasjon og en mer naturlig utforming med svinger og kulper vil være gunstig. En mer

varierte bekkebunn med stein i forskjellig størrelse vil være ønskelig. Ved en eventuell utbedring av kulverter vil det være viktig at disse utformes slik at de er passerbare for fisk.

Det er generelt stor usikkerhet ved både flomberegning og den hydrauliske modellen og det anbefales å benytte en sikkerhetsmargin på 30 cm for fremtidig arealplanlegging i området.

8 Referanser

Dibk,2017. Byggteknisk forskrift Tek17

NVE 7,2015. Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt" NVE

NVE 97, 2015. Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt

NVE-Nevina. <http://nevina.nve.no/>