Bergmesteren Raudsand / Veidekke ASA

Flomvurdering

Bergmesteren Raudsand

Nesset kommune

Oppdragsnr.: 5168063 **Dokumentnr.:** Flomvurdering-01 **Versjon:** D01
2017-10-26

Norconsult

Oppdragsgiver:	Bergmesteren Raudsand / Veidekke ASA
Oppdragsgivers kontaktperson:	Vidar Aarvold
Rådgiver:	Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder:	Siv Sundgot
Fagansvarlig:	Jon Olav Stranden
Andre nøkkelpersoner:	Lisa Ø. Jørandli

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
D01	2017-10-26	Til godkjenning hos oppdragsgiver	Lisa Ø. Jørandli	Jon Olav Stranden	Siv Sundgot
C01	2017-10-04	Utkast til gjennomgang hos oppdragsgiver	Lisa Ø. Jørandli	Jon Olav Stranden	Siv Sundgot

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

I denne rapporten er det utført en vurdering av flomforholdene ved deponiområdet i Raudsand, i Nesset kommune. Deponiområdet går under storulykkeforskriften i TEK17, noe som innebærer at prosessanlegget må bygges utenfor flomutsatte områder, hvor det er tilnærmet null sannsynlighet for at det kan rammes av flom. I denne rapporten er det derfor gjort en vurdering i h h.t. Sikkerhetsklasse 3 (1000-års returperiode), og eventuelle flomsoner for 1000-årsflom er synliggjort.

Det er tre hovedbekkeløp som ligger i nærheten til planområdet, i tillegg til at det finnes to bekkeløp som tar unna lokalt overvann og tilsig.

Resultatene viser at verken Rognbekken (bekk 2) eller vannet fra Kleivdammen (bekk 3) ventes å gi flomproblemer, da flommene herfra kan tas unna av det eksisterende flomavledningsanlegget.

Bekkeløpene fra bekk 2 og 3 som ligger på nedsiden av FV666 håndterer lokalt overflatevann og tilsig. Disse ligger altså nedenfor det etablerte avledningssystemet, og må tas inn i et nytt system for overvannshåndtering som må etableres i forbindelse med utbygging av deponiet.

Den delen av bekk 2 som ligger oppstrøms FV666, men som ikke er en del av Rognbekkens etablerte bekkeløp, håndterer kun lokalt overflatevann og tilsig. Denne bekken fanges opp av en veigrøft i fjell som går parallelt med veien fra nordenden av kanalen, og bort til bekk 1 (Hålåvåbekken).

Beregningene viser at bekk 1, Hålåvåbekken, er den eneste av bekkene som gir flomvann i planområdet. Området som kan berøres, er den nordlige delen av planområdet. Hålåvåbekkens vannføringskapasitet kan dog, med enkle tiltak, økes betraktelig i det partiet av bekken som i dag har for lav kapasitet til å forhindre at flomvannet renner ut av bekkeløpet.

Innhold

1 Innledning 5

2 Flomberegning 7

2.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt 7

2.1.1 Klimafaktor 7

2.1.2 Resultater 7

2.2 Den rasjonale metode 8

2.2.1 Nedbørintensitet 8

2.2.2 Avrenningsfaktor 8

2.2.3 Klimafaktor 9

2.2.4 Resultater 9

2.2.5 Endelig valg av flomstørrelse 9

3 Flomutbredelse 11

3.1 Beskrivelse av bekkeløp og tiltak for håndtering av lokalt overflatevann 11

3.2 Kapasitetsberegninger 14

3.2.1 Kapasitetsberegning kanal langs FV 666 17

3.2.2 Kapasitetsberegning sjakt og tunnel 17

3.3 Vannlinjeberegning Hålåvåbekken (bekk 1) 18

3.3.1 Terrengmodell 18

3.3.2 Friksjonsforhold 18

3.3.3 Grensebetingelser 18

3.3.4 Resultat 19

3.3.5 Sensitivitetsberegninger 20

4 Konklusjon 21

5 Referanser 22

6 Vedlegg 23

6.1 Lavvannskart fra NEVINA 23

6.2 Tverrsnitt i kanal langs FV666 25

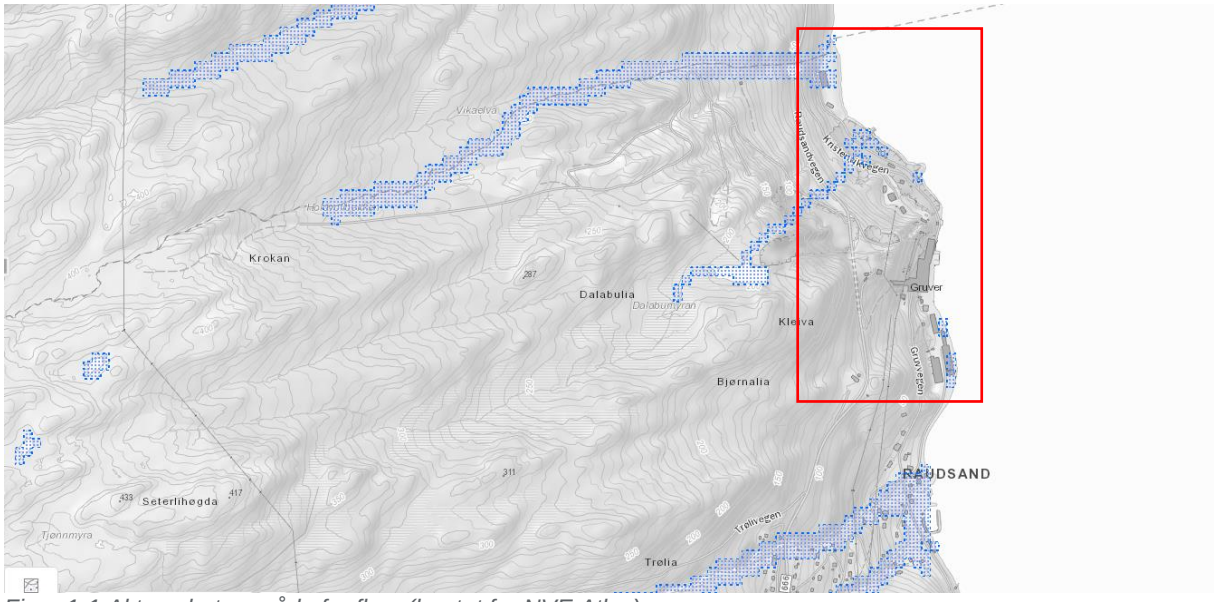
1 Innledning

I denne rapporten er det utført en vurdering av flomforholdene ved deponiområdet i Raudsand i Nesset kommune. Deponiområdet går under storulykkeforskriften i TEK17, noe som innebærer at prosessanlegget må bygges utenfor flomutsatte områder, hvor det er tilnærmet null sannsynlighet for at det kan rammes av flom. I denne rapporten er det derfor gjort en vurdering i h h.t. sikkerhetsklasse 3 (1000-års returperiode), og flomsoner for denne klassen er beregnet.

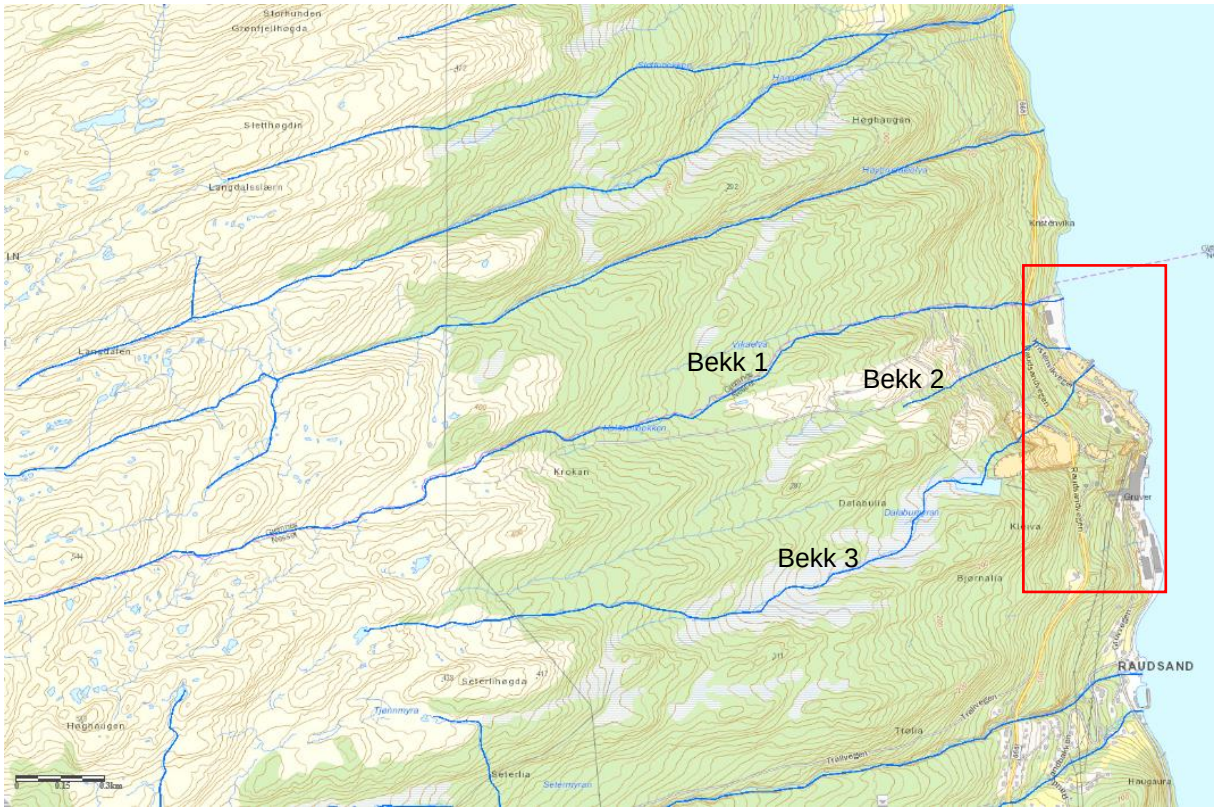
Det er tre bekker som i dag renner ned mot og gjennom planområdet. I følge NVEs aksomhetskart for flom, kan deler av området være flomutsatt (jf. Figur 1-1). Aktsomhetskartet i NVE-atlas kan imidlertid ikke benyttes direkte i arealplanlegging, fordi det er basert på et meget forenklet grunnlag. Det er derfor nødvendig å vurdere flomstørrelser og flomstigning i de 3 bekkene nærmere. Feltegenskapene til de tre bekkene er listet i Tabell 1-1. I Figur 1-2 vises kart over beliggenheten til de tre bekkene som i dag renner gjennom deponiområdet.

Tabell 1-1 Feltegenskaper for de tre bekkene

Sted	Areal (km^2)	Q_N (l/s/km^2)	Skog (%)	Urban (%)	Myr (%)	Snaufjell (%)
Bekk 1	1,8	47	45	4	5	39
Bekk 2	0,30	37	71	18	6	0
Bekk 3	1,2	42	81	3	6	7



Figur 1-1 Aktsomhetsområde for flom (hentet fra NVE Atlas).



Figur 1-2 Oversiktskart over bekkene og deponiområdet (markert i rødt).

Det er i dag etablert en flomavledningskanal langs Raudsandvegen som fanger opp deler av vannet fra bekk 2 og 3 og leder det ned via en sjakt og tunnel under industriområdet, og ut ved kote 4. I denne rapporten er kapasiteten på disse flomavledningsorganene vurdert. Lokalt overflatevann som fanges opp av disse bekkene nedstrøms den etablerte flomavledningen, må ledes utenom deponiområdet via sikre flomveier. For bekk 1 er det i dag ikke utført noen flomtiltak. For å avdekke flomsonen for denne bekken, er det utført en hydraulisk beregning i h h.t. sikkerhetsklasse 3 i TEK17 (1000-års returperiode).

2 Flomberegning

Siden det må være tilnærmet 0 sannsynlighet for at deponiområdet skal kunne rammes av flom, er det hberegnet 1000-årsflom for de tre bekkene som i dag renner gjennom planområdet. 1000-årsflommen er regnet ut ved å benytte nasjonalt formelverk for små nedbørfelt og den rasjonale formel. Det er svært få vannmerker med god kvalitet i dette området, så det er derfor ikke tilgjengelig datagrunnlag for kontroll av flomstørrelser mot frekvensanalyse.

2.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt

Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt kan benyttes til å beregne flomverdier opp til 200-årsflom. For å få 1000-årsflommen må 200-årsflommen skaleres opp. For å finne riktig skaleringsfaktor er det sett på frekvensanalyser Norconsult tidligere har utført i denne regionen [2]. Disse vannmerkene gir alle et forholdstall for Q_{1000}/Q_{200} på mellom 1,2 – 1,3. Eksempler på stasjoner vises i Tabell 2-1.

Et forholdstall på 1,25 er derfor valgt for å oppskalere verdiene funnet med det nasjonale formelverket for små nedbørfelt.

Tabell 2-1 Vannmerker i nærheten benyttet til å bestemme forholdstall mellom Q_{200} og Q_{1000}

Vannmerkenr.	Navn	Areal (km^2)	Q_{200} ($l/s/km^2$)	Q_{1000} ($l/s/km^2$)	Q_{1000}/Q_{200}
91.2	Dalsbøvatn	25,7	1044	1348	1,29
96.4	Flø	9,7	1804	2301	1,28
114.1	Myra	15,9	1325	1558	1,18

2.1.1 Klimafaktor

For Møre og Romsdal anbefales det ifølge [3] en klimafaktor på mellom 20 - 40 % avhengig av hvor nedbørfeltene ligger og hvor raskt de reagerer på styrtregn. Nedbørfeltene vi ser på her ligger ikke i nærheten av områder der klimafremskrivingen antyder økninger på 40 % eller mer, så et påslag på 40 % ansees som for konservativt. For små nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn anbefales det et påslag på minimum 20 %. Klimarapporten Klima i Norge 2100 anbefaler et klimapåslag i mindre nedbørfelt på 20 % på flomavrenningen. Vi har derfor valgt å benytte et klimapåslag på 20 %.

2.1.2 Resultater

Resultatene for de tre bekkene med og uten klimapåslag er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Flomverdier utregnet med det nasjonale formelverket for små nedbørfelt

Sted	**Q_{200} (m^3/s)**	**Q_{1000} (m^3/s)**	**Q_{1000} (m^3/s) (+ 20 %)**
Bekk 1	5,8	7,3	**8,7**
Bekk 2	1,2	1,5	**1,8**
Bekk 3	3,2	4,0	**4,8**

2.2 Den rasjonale metode

Flommen er også beregnet ved å benytte den rasjonale metode. Denne metoden er ifølge Statens Vegvesen begrenset til felt mindre enn 2-5 km^2, mens den i annen litteratur er begrenset til felt opp til 0,5 km^2. Feltene som undersøkes her er på 0,4-1,7 km^2, så vi vurderer at metoden kan vurderes her. For den rasjonelle metoden benyttes formelen:

Q = A*I*C* Kf

A= Nedbørfeltets areal (ha)
I=Nedbørintensitet (l/s*ha)
C = Avrenningsfaktor
Kf= Klimafaktor

2.2.1 Nedbørintensitet

Nedbørdata hentes fra beregnet IVF-kurve (Intensitet-Varighet-Frekvens), hvor regnintensitet med forskjellige varigheter er beregnet for forskjellige gjentaksintervall, fra 2 til 200 år for et gitt målepunkt for nedbør. Nærmeste målestasjon til Raudsand med lignende klima, og samtidig registrering av nedbør med fin tidsoppløsning er målestasjon 64300 Kristiansund – Karihola. Nedbørdata for denne stasjonen er hentet fra eKlima og er listet i Tabell 2-3.

Tabell 2-3 Nedbørintensitet i l/s/ha for stasjon 64300 Kristiansund

Returperioder(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000m²) (l/s*ha)
64300 KRISTIANSUND - KARIHOLA
Periode: 1973 - 2016
Antall sesonger: 37

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	172,8	144,6	128,2	109,4	80,0	64,0	54,3	43,5	34,9	29,8	24,0	20,5	16,7	11,7	8,4	5,8
5	220,4	180,9	164,9	139,5	103,8	84,2	71,8	57,4	45,1	37,8	29,6	25,0	20,1	13,5	9,7	6,6
10	251,9	204,9	189,2	159,3	119,5	97,5	83,3	66,6	51,9	43,1	33,3	28,0	22,3	14,7	10,5	7,2
20	282,1	228,0	212,5	178,4	134,6	110,3	94,4	75,4	58,3	48,1	36,9	30,9	24,5	15,9	11,3	7,7
25	291,7	235,3	219,9	184,5	139,4	114,3	97,9	78,2	60,4	49,7	38,1	31,8	25,1	16,3	11,6	7,9
50	321,2	257,8	242,7	203,1	154,2	126,8	108,8	86,8	66,7	54,7	41,6	34,7	27,2	17,4	12,4	8,4
100	350,6	280,1	265,3	221,7	168,8	139,2	119,5	95,4	73,0	59,6	45,0	37,5	29,3	18,6	13,1	8,9
200	379,8	302,4	287,9	240,1	183,5	151,6	130,3	103,9	79,3	64,5	48,5	40,2	31,4	19,7	13,9	9,4

2.2.2 Avrenningsfaktor

Avrenningsfaktoren, C, er et uttrykk for andelen av den totale nedbørmengden i et nedbørfelt som bidrar til avrenningen fra feltet, og er avhengig av arealbruk, helning i feltet, vannmetning av bakken osv. C-verdien er som regel en vektet middelverdi for hele feltet, men for sammensatte felt kan man beregne avrenningsfaktor for delfelt og beregne en midlet avrenningsfaktor for hele feltet. Veiledende verdier er listet i Tabell 2-4 (hentet fra [1]). For regn med varighet kortere enn én time kan de lavere verdiene i Tabell 2-4 benyttes, mens for regn med varighet mer enn 3 timer benyttes de høyere verdiene. Ved økende returperioder øker vanligvis metningsgraden i bakken. For å ta hensyn til bakkens initialtilstand (metningsgraden) anbefales en økning av C-verdier ved økende gjentaksintervall. For 1000 årsflom benyttes en økning på 30 %.

Tabell 2-4 Veiledende avrenningsfaktorer for ulike arealtyper (hentet fra [1])

Overflatetype	**Avrenningsfaktor, C**
Betong, asfalt, bart fjell, frossen mark	0,6 - 0,9
Grusveger	0,3 - 0,7
Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4

Skogsområder	0,2 – 0,5

2.2.3 Klimafaktor

Klimafaktoren er som oppgitt i kapittel 2.1.1 på 20 %.

2.2.4 Resultater

Basert på feltegenskapene presentert i Tabell 1-1 benyttes avrenningsfaktoren for skogsområder. Det er valgt å regne ut avrenningen ved å benytte ytterpunktene i Tabell 2-4 (C = 0,2 -0,5), for å se hvilket intervall formelen gir for flomverdiene. Resultatene er presentert i Tabell 2-5 og Tabell 2-6. Verdiene er regnet ut for 200-årsflom, og skalert opp til 1000-årsflom ved å benytte en skaleringsfaktor på 1,25 (jf. kap. 2.1).

Tabell 2-5 Flomverdier for de tre bekkene med laveste c-verdi.

	Bekk 1	**Bekk 2**	**Bekk 3**
Areal (ha)	180	30	120
Avrenningsfaktor	0,26	0,26	0,26
Konsentrasjonstid (min)	105	45	75
Klimafaktor	1,2	1,2	1,2
200-års nedbør (l/s*ha)	44,4	79,3	56,5
200-årsflom (l/s):	2494	742	2115
Skaleringsfaktor (Q_{1000}/Q_{200})	1,25	1,25	1,25
1000-årsflom (l/s):	3117	928	2644
1000-årsflom (m^3/s):	**3,1**	**0,93**	**2,6**

Tabell 2-6 Flomverdier for de tre bekkene med høyeste c-verdi.

	Bekk 1	**Bekk 2**	**Bekk 3**
Areal (ha)	180	30	120
Avrenningsfaktor	0,65	0,65	0,65
Konsentrasjonstid (min)	105	45	75
Klimafaktor	1,2	1,2	1,2
200-års nedbør(l/s*ha)	44,4	79,3	56,5
200-årsflom (l/s):	6234	1856	5288
Skaleringsfaktor (Q_{1000}/Q_{200})	1,25	1,25	1,25
1000-årsflom (l/s):	7792	2320	6611
1000-årsflom (m^3/s):	**7,8**	**2,3**	**6,6**

2.2.5 Endelig valg av flomstørrelse

Verdiene i de forrige kapitlene gir oss en indikasjon på hvilke verdier Q_{1000} bør ha. For bekk 1 ligger den rasjonale metoden litt lavere enn det nasjonale formelverket for små nedbørfelt, mens for de to andre bekkene ligger verdien fra det nasjonale formelverket innenfor flomverdiintervallet regnet ut med den rasjonale metoden. Feltene som er undersøkt her, ligger i et område som sannsynligvis har noe høyere nedbør enn målepunktet for IVF-kurven. Dette kan forklare noe av forskjellene i flomverdier

mellom de to metodene. Når det gjelder bekk 1 er nedbørfeltet større enn arealene til de to andre bekkene, og feltet har mindre andel skog enn de andre feltene, noe som kan forklare hvorfor flomverdien her blir lavere enn ved å benytte det nasjonale formelverket. For å justere for at feltet til bekk 1 kun inneholder 45 % skog, er det benyttet en alternativ avrenningskoeffisient på 0,6 (+ 30 % = 0,78). I følge anbefalinger fra Statens vegvesen er denne verdien øverste verdi for felt med mye snaufjell. Dette gir da en flomverdi på 9,4 m^3/s. Basert på denne utregningen kan det tyde på at flomverdien regnet ut med det nasjonale formelverket ikke er urimelig høy. En flomverdi på 8,7 m^3/s er dermed valgt for bekk 1. For bekk 2 og 3 er det sannsynlig at avrenningsfaktoren ligger et sted mellom de to ytterpunktene fra den rasjonale formel (basert på arealegenskapene presentert i Tabell 1-1). Derfor velges verdien beregnet med det nasjonale formelverket som endelig flomverdi også for disse.

Tabell 2-7 Endelig valg av flomverdier for de tre bekkene med tilknytning til deponiområdet

Flom/sted	**Bekk 1**	**Bekk 2**	**Bekk 3**
Q_{1000} (+20 %)	8,7	1,8	4,8

3 Flomutbredelse

3.1 Beskrivelse av bekkeløp og tiltak for håndtering av lokalt overflatevann

I Figur 1-2 er plasseringen av de tre bekkene som renner gjennom planområdet vist. Etter dialog med oppdragsgiver og geologene som har vært på Raudsand på befaring, viser ikke Figur 1-2 det korrekte løpet til bekk 2 og 3. Dette skyldes i hovedsak at det er en kanal på oppsiden av FV666, som går parallelt med veien, som leder vannet fra bekk 2 og bekk 3 nordover til en sjakt og ned i en tunnel som sender vannet ut ved kote 4 (jf. Figur 3-5).

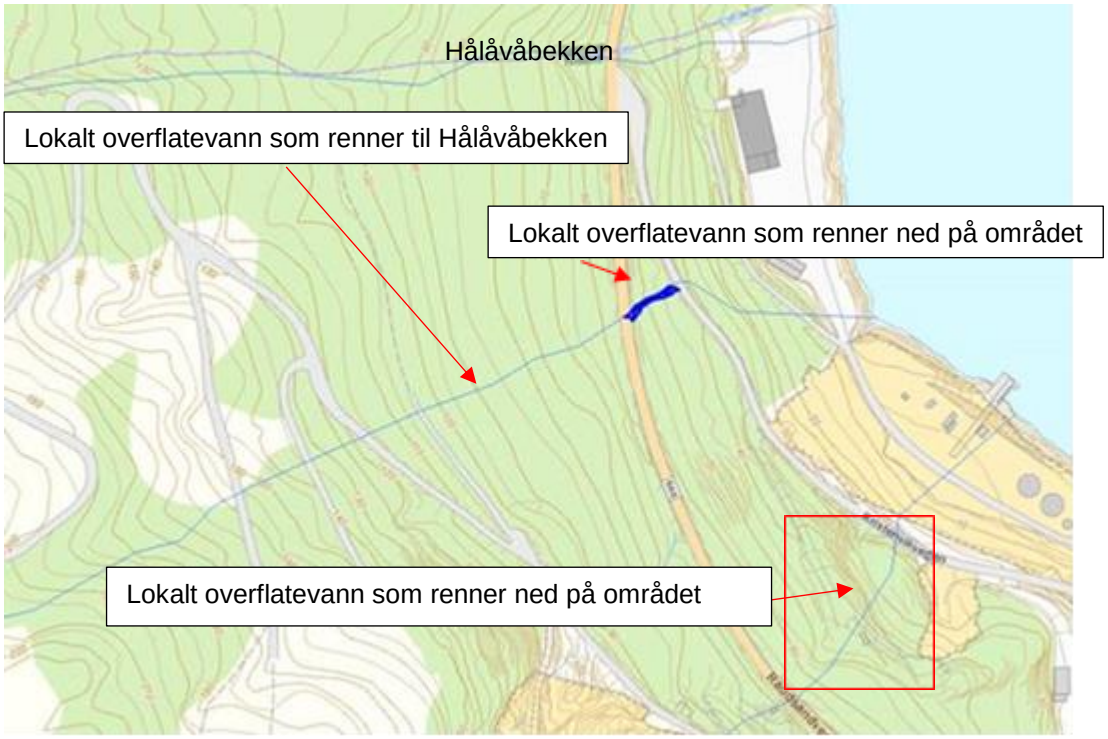
Bekk 2 strekker seg i tillegg lenger opp i vassdraget enn det som kommer frem i Figur 1-2. Det faktiske løpet til bekk 2 er vist i Figur 3-1. Det går imidlertid et bekkeløp også på nedsiden av FV666 som fremhevet i Figur 3-2. Dette bekkeløpet fanger opp lokalt overvann, som i dag sendes rett ned på industriområdet.

For å unngå dette i fremtiden, må det eksempelvis etableres overvannsgrøfter oppstrøms det nye industriområdet. Det foreslås at disse grøftene blir en del av veigrøftene for det «nye» veisystemet opp fra industriområdet og det «gamle» veisystemet ned til området. Det «gamle» veisystemet er dagens vei fra FV666 og ned til om lag kote 35. Denne veien vil ifølge oppdragsgiver bli rustet opp med nye grøfter, og overflatevannet vil bli tatt kontrollert ned på industriområdet og sluppet ut i sjøen. Håndtering av overflatevann antas ivaretatt og er ikke vurdert nærmere i denne rapporten.

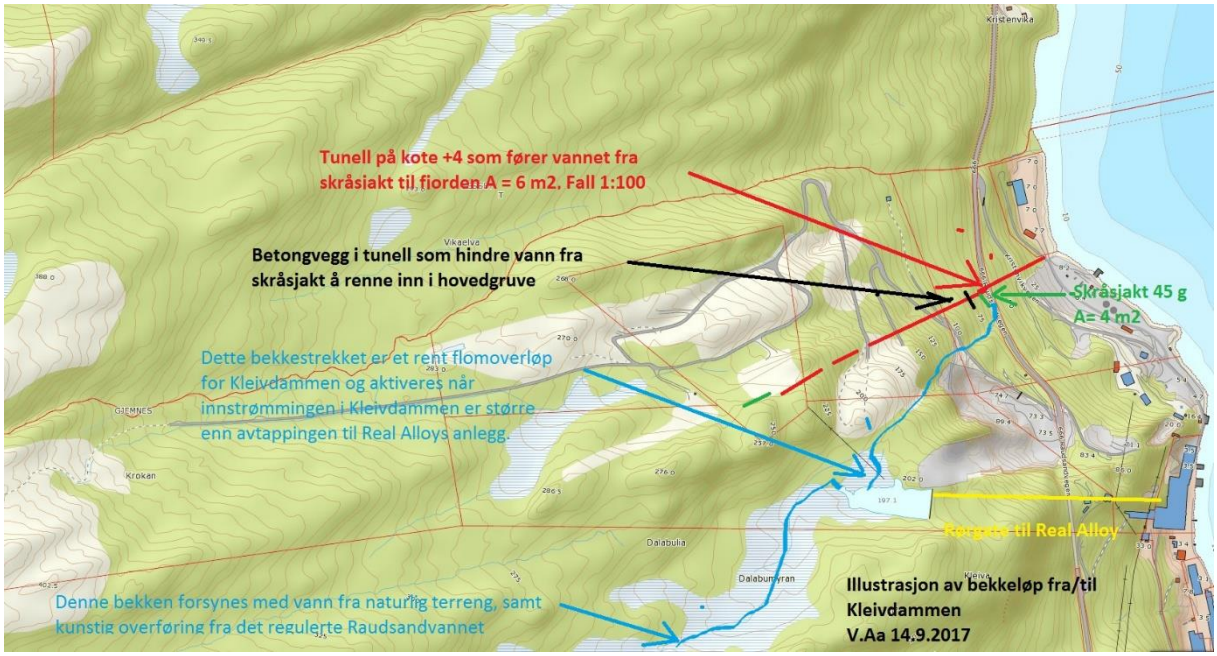
Bekk 3 er etter opplysning fra oppdragsgiver mer eller mindre et flomoverløp for Kleivdammen som tas i bruk når vannmengdene inn i Kleivdammen er større enn det som tas til prosessvann. Se Figur 3-3 for illustrasjon av forløpet til Bekk 3. Illustrasjonen viser at vannet kommer inn i Kleivdammen via naturlig bekk som drenerer dalsøkket ovenfor Kleivdammen (Figur 3-4). I tillegg til den naturlige drenasjen, så tilføres vann kunstig fra inntaksdam i Raudsandelva som igjen mates med vann fra Raudsandvannet. Det er bare en beskjeden del av vannet fra Raudsandvannet/Raudsandelva som føres over mot Kleivdammen. Tilførselen reguleres med luker som justeres etter behov for prosessvann hos Real Alloy. Tilførselen av dette vannet vil ikke ha betydning for konklusjonen, og er derfor sett bort fra i beregning av flomverdien.

Den delen av bekk 3 som i Figur 3-2 er markert med rød firkant nedstrøms FV666, er et tørt bekkeløp hvor det kan samles lokalt tilsig på nedsiden av dammen. Dette lokale tilsiget må tas hånd om av drenasjesystemene på samme måte som overflatevannet fra bekk 2 (se over), se også Figur 3-5.

Figur 3-1 Forløpet til Rognbekken (hentet fra [4])



Figur 3-2 Delene av bekk 2 og 3 hvor det går lokalt overvann.

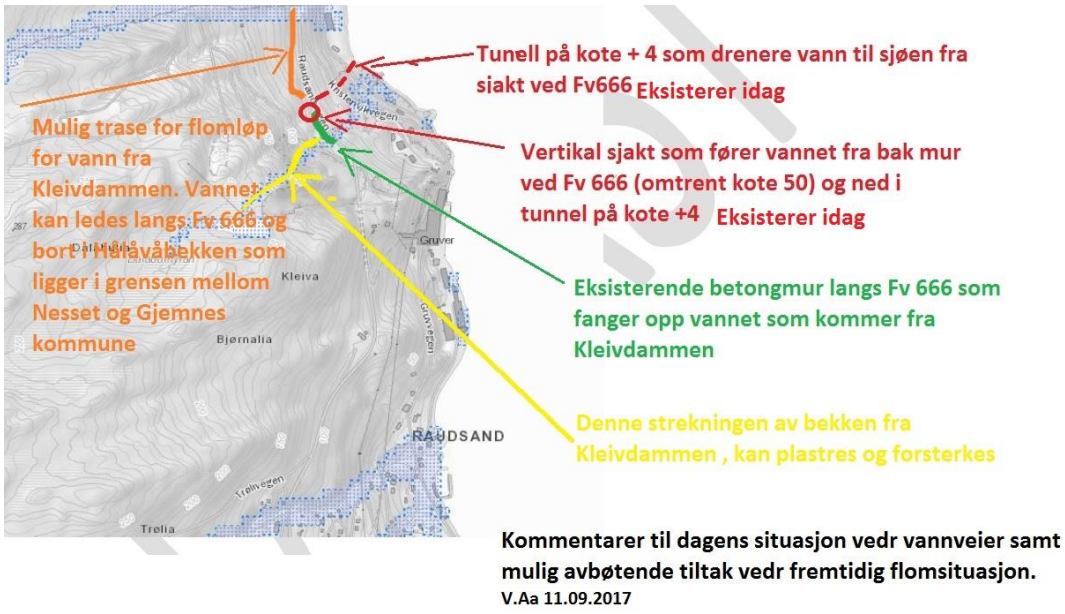


Figur 3-3 Illustrasjon av forløpet til Bekk 3 (Vidar Aarvold, 14.09.2017)

Figur 3-4 Bekken som kommer inn til Kleivdammen

3.2 Kapasitetsberegninger

I Figur 3-5 vises et forslag til avbøtende tiltak vedrørende fremtidig flomsituasjon. I dette kapittelet er kapasitetene til de eksisterende flomavledningsorganene sjekket (dvs. kanal, sjakt og tunnel ved FV 666). Kapasiteten på kanalen som går langs FV 666 er undersøkt ved å benytte en enkel HEC-RAS 1D modell, og det er sjekket om den har god nok kapasitet til å ta unna vannet fra Bekk 2 og 3, da nedbørfeltene til disse to bekkene begge fanges opp av denne kanalen.



Figur 3-5 Forslag til avbøtende tiltak vedrørende fremtidig flomsituasjon (Vidar Aarvold, 11.09.2017).

Størrelsen på den vertikale sjakten og tunnelen, samt kanalen langs FV 666 som fører vann til dette systemet, er målt inn av Vidar Aarvold i Veidekke. Høyder i kanalen er korrigert ut fra laserdata. Egenskapene til de tre komponentene er listet i Tabell 3-1. Det foreligger ikke tegninger av sjakt og tunnel, men noen bilder er vist i Figur 3-6 og Figur 3-7. Det er dermed gått ut fra at opplysningene som er oppgitt av oppdragsgiver, er korrekte.

Tabell 3-1 Egenskapene til sjakt, tunell og kanal

	Lengde (m)	Fall	Areal (m^2)
Sjakt	55	45 grader	4
Tunell	159	1:100	6
Kanal	78 (inkl. 10 m etter sving).	62 – 59 m = 322 m	8

Figur 3-6 a) Bekkeløp ned mot start kanal. Bart fjell i bekkeløp

Figur 3-6 b) Inntak topp sjakt og enden av kanalen

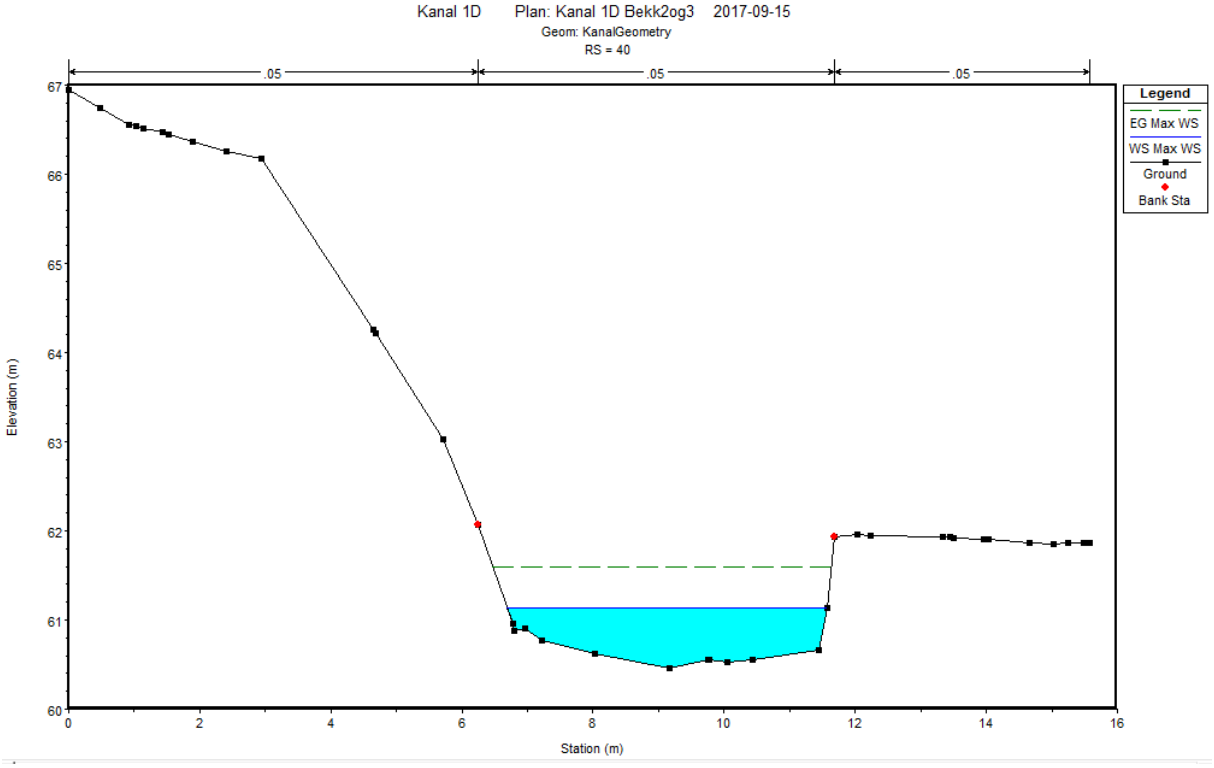
Figur 3-7 a) Kanal bak mur ved FV 666, sett nedover

Figur 3-7 b) Kanal bak mur ved FV 666, sett oppover

Figur 3-7 c) Kanal bak mur, nedre del, hvor den svinger inn mot sjakten

3.2.1 Kapasitetsberegning kanal langs FV 666

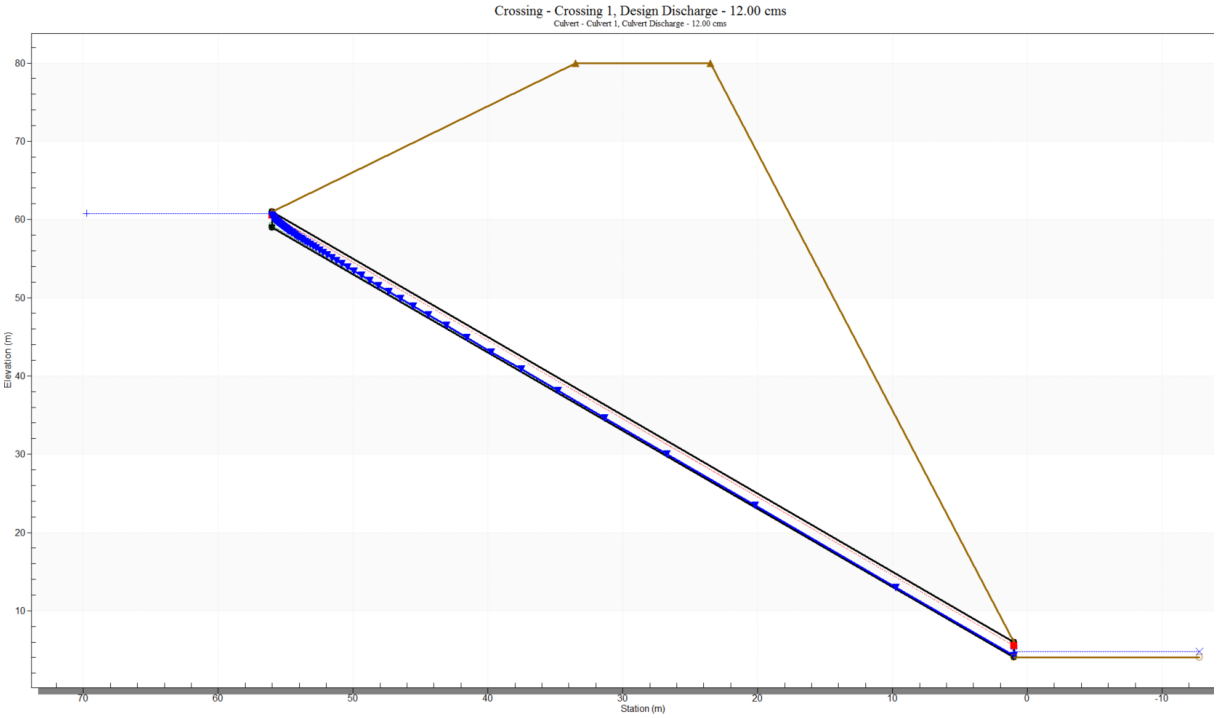
Kapasiteten på kanalen som går langs FV 666 er undersøkt ved å benytte en enkel HEC-RAS 1D modell. Et representativt tverrsnitt er vist i Figur 3-8, mens de resterende tverrsnittene kan sees i vedlegg 2. Tverrsnittene er tatt ut fra laserdata og korrigert ut fra innmålingene. Laserscanningen ble utført av Terratec høsten 2012, og er i NN1954 høyde. Resultatene viser at kanalen har god nok kapasitet til å ta unna en 1000-årsflom med 20 % klimapåslag fra Bekk 2 og 3 (Rognbekken og overløp fra Kleivdammen) (jf. Figur 3-8).



Figur 3-8 Et representativt tverrsnitt av kanalen langs FV 666, inkludert vannstand ved 1000-årsflom (+20 %).

3.2.2 Kapasitetsberegning sjakt og tunnel

Ved å benytte programmet HY-8 er sjakten beregnet å ha en kapasitet på ca. 12 m^3/s uten at det blir stående vann ved innløpet (se Figur 3-9). Det er da forutsatt et Mannings tall på 36 (som for en sprengt sjakt) og innløpet er antatt som «square edge with head wall». Vannivået ved utløpet har ingen betydning for kapasiteten. I Figur 3-9 er ikke tunellen tatt med, men siden den har et større tverrsnitt enn sjakten vil ikke den være begrensende. Med en flomvannføring på 6,6 m^3/s vil altså sjakten og tunellen ha tilstrekkelig kapasitet for å avlede beregnet flomstørrelse.



Figur 3-9 Sjakten ved en vannføring på 12 m^3/s, innløpet er ikke dykket.

3.3 Vannlinjeberegning Hålåvåbekken (bekk 1)

For å beregne flomutbredelsen ved Hålåvåbekken er det benyttet en HEC-RAS 2D modell. En 2D-modell beregner vannhastighet og vanndybde i to dimensjoner, noe som gir et mer nøyaktig bilde av flomutbredelsen, spesielt i flate områder. I beregningene forutsettes det at elveløpet ikke endrer form som følge av erosjon.

3.3.1 Terrengmodell

Det er utarbeidet en terrengmodell for området basert på laserdata. Laserdataene består av prosesserte XYZ-data for bakkenivå (der infrastruktur og vegetasjon er trukket fra). Ved bruk av disse punktene er det generert en terrengmodell (DEM) av området med en oppløsning på 0,2 x 0,2 m. Det er benyttet et mesh-grid i beregningene med en cellestørrelse på 1 x 1 m. Laserscanningen ble utført av Terratec høsten 2012, og er i NN1954 høyde.

3.3.2 Friksjonsforhold

Friksjonsforholdene er vurdert ut fra kart og bilder, samt erfaringstall fra litteratur knyttet til forskjellig arealbruk og utforming av elven, og friksjonsfaktoren ble derfor satt til 0,045 (Mannings tall = 22).

3.3.3 Grensebetingelser

Nedstrøms grensebetingelse er satt til 1000-års stormflo i havet, inkludert havnivåstigning med klimapåslag (referansesystem NN2000). I følge DSB sin temaveileder [3] vil denne for Nesset kommune være på ca. 260 cm (trukket fra 8 cm for å justere for høydegrunnlag NN1954).

Oppstrøms grensebetingelse er satt til 1000-årsflom med klimapåslag for Bekk 1 (Hålåvåbekken) (kap. 4.2.5). Grensebetingelsene er presentert i Tabell 3-2.

Sannsynligheten for at en 1000-årsflom i bekken inntreffer samtidig som 1000-års stormflo i fjorden er svært lite sannsynlig, men siden prossessanlegget omfattes av storulykkeforskriften, er det nødvendig å regne på disse samtidig. Dette vil være en konservativ forutsetning.

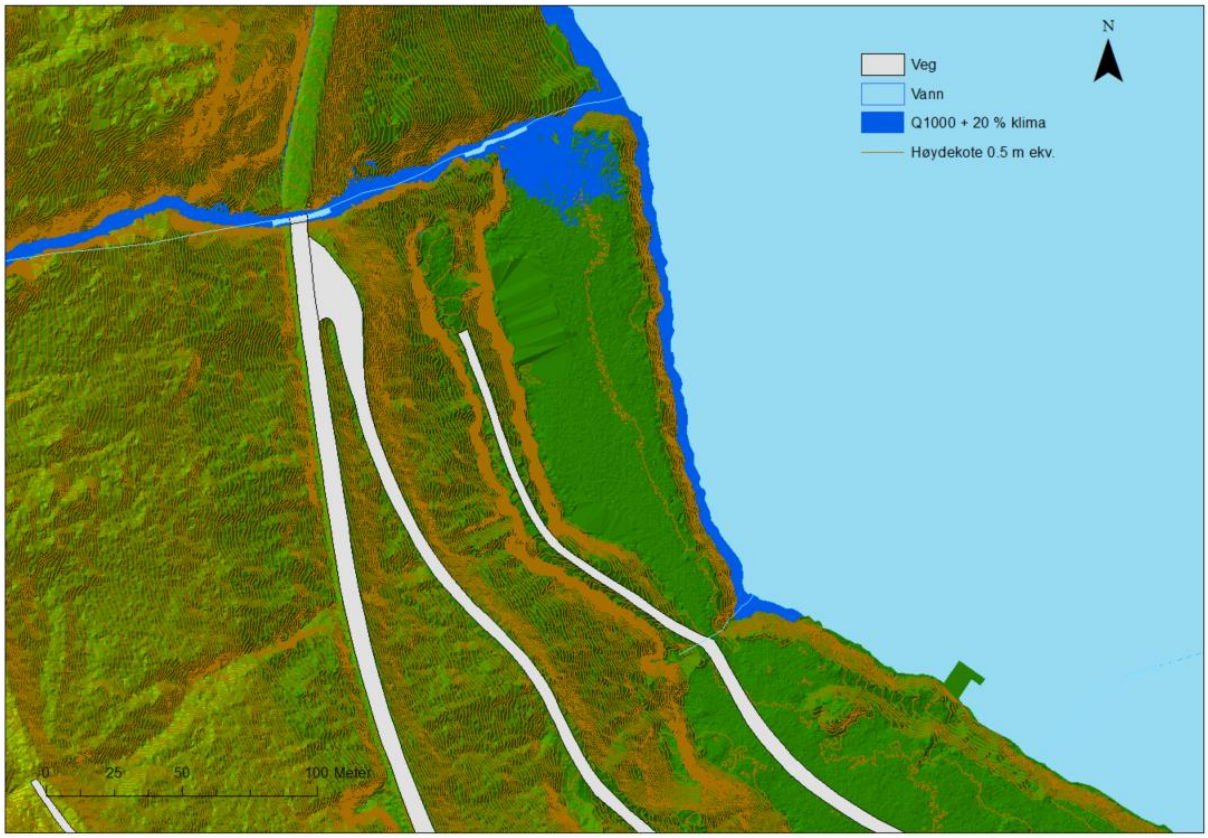
Tabell 3-2 Grensebetingelser til vannlinjemodellen

Sted/Grensebetingelse	Øvre: 1000-årsflom med klimapåslag	Nedre: 1000-års stormflo
Hålåvåbekken	8,7 m^3/s	260 cm

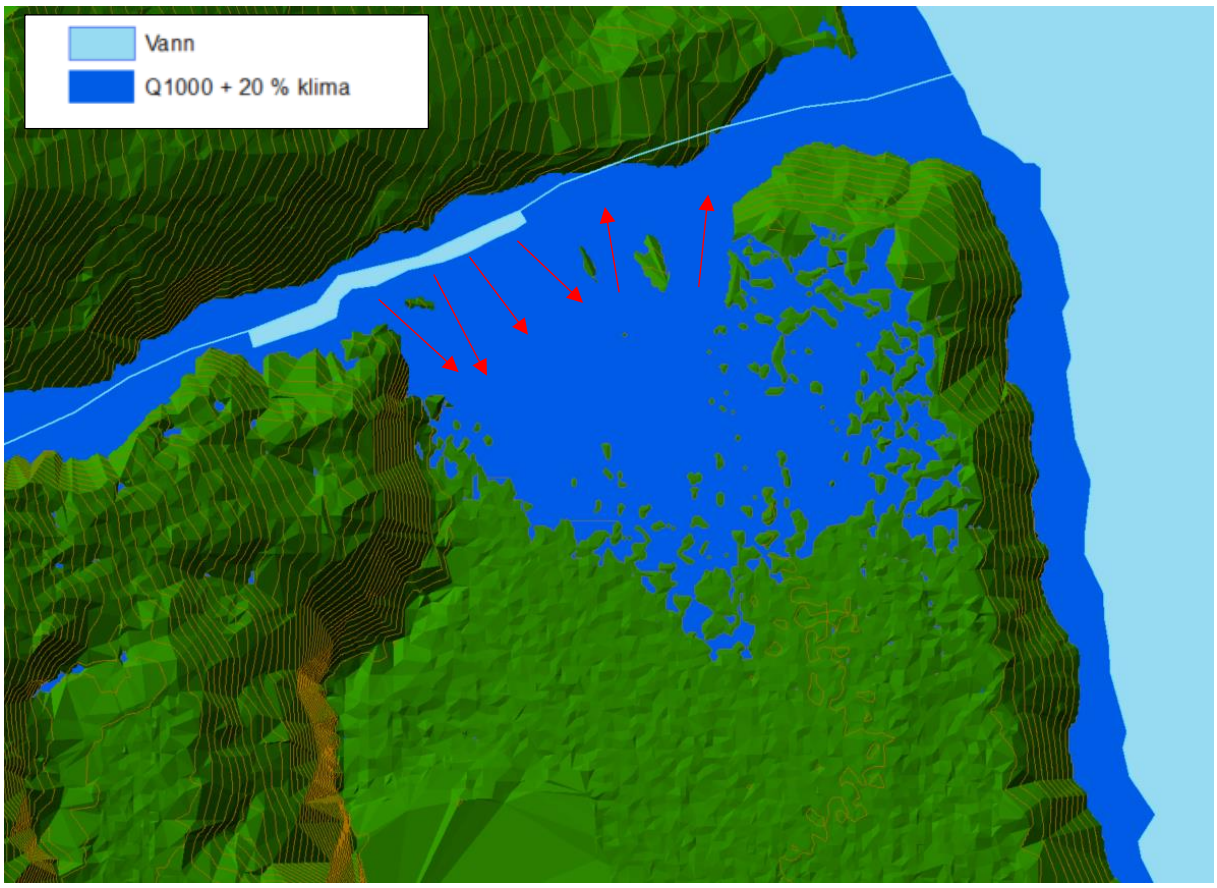
3.3.4 Resultat

I Figur 3-10 vises et oversiktsbilde av utbredelsen av 1000-årsflommen i Hålåvåbekken. Som vi ser vil noe vann renne ut av elven og inn på planområdet. Vannet renner inn på området på en strekning på ca. 15 m. Dette er fremhevet i Figur 3-11.

Den samlede, maksimale vannføringen som går ut av bekk 1 og inn på området er 0,4 m^3/s. Den maksimale vannstanden inne på området ligger på ca 7,8 m o.h., noe som tilsvarer en vanndybde på ca. 0,1 m.



Figur 3-10 Oversiktskart med utbredelse av Q1000 med 20 % klimapåslag.



Figur 3-11 Detaljert kart av Q1000 med 20 % klimapåslag ved deponiområdet. De røde pilene viser hvor vannet strømmer inn og ut av området.

3.3.5 Sensitivitetsberegninger

For å sjekke hvor sensitive beregningene er, er friksjonsfaktoren justert med ± 20% (Mannings tall = 17 og 26). Vannføringen er også justert med ±20 % til hhv. ca. 7 og 10 m^3/s.

Både en økning og en reduksjon av flomverdien gir fortsatt flomvann ut av elva mot sør inn på planområdet. Dette tyder på at beregningene er lite sensitive for endringer i flomverdien.

En endring i friksjonsfaktoren gir også minimalt med endring i flomvannføring og flomvannstand på området, noe som tyder på at beregningene er lite sensitive også for endring i friksjonstall.

4 Konklusjon

For deponiet på Raudsand vil verken Rognbekken (bekk 2) eller vannet fra Kleivdammen (bekk 3) by på flomproblemer, da flommene herfra kan tas unna av det eksisterende flomavledningsanlegget (kanal, sjakt og tunnel) (ref. kap 3.2).

Bekkeløpene fra bekk 2 og 3 som ligger på nedsiden av FV666, håndterer lokalt overflatevann og tilsig. Disse ligger altså nedenfor det etablerte avledningssystemet, og må tas inn i et nytt system for overvannshåndtering som må etableres i forbindelse med utbygging av deponiet.

Den delen av bekk 2 som ligger oppstrøms FV666, men som ikke er en del av Rognbekkens etablerte bekkeløp, håndterer kun lokalt overflatevann og tilsig. Denne bekken fanges opp av en veigrøft i fjell som går parallelt med veien fra nordenden av kanalen, og bort til bekk 1 (Hålåvåbekken).

Beregning av 1000-årsflom i Hålåvåbekken (bekk 1) viser at den nordlige delen av planområdet kan være utsatt for flom.

I det partiet av Hålåvåbekken der flomvannet kan gå ut av bekken og inn på det planlagte industriområdet, er det mulig å utvide kapasiteten i elveløpet. Det vil være naturlig at en slik utbedring gjøres som en del av arbeidet med etablering av det nye industriområdet. I vedlegg 6.3 er det illustrert hvordan vannet kan ledes i elveløpet uten overtopping av elvebankene hvis bunnivået i bekkeløpet senkes med mellom 1,5-1 meter mellom kote 14 og kote 1. På grunn av tett vegetasjon i det aktuelle området, som gir usikkerhet i terrengmodellen, anbefales det at det gjøres mer nøyaktige oppmålinger og en revidert beregning før dette tiltaket gjennomføres.

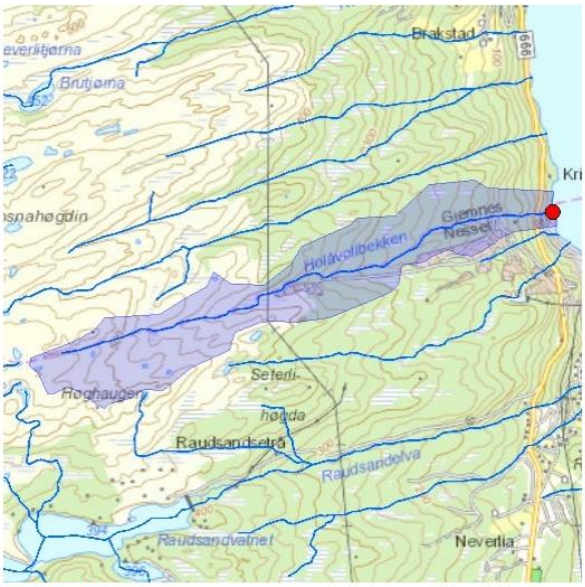
5 Referanser

1. NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små, uregulerte felt.

2. Norconsult AS (2014). Flomberegning for Bårdstalsvatn, Bergsvatn, Øverlandsvatn. Moldevatn, Audustjønn, Fjellbrudammen og Kloppavatn
3. DSB (2016). Temaveileder havnivåstigning og stormflo
4. Vidar Aarvold (2017). For-prosjekt for etablering og drift av deponiene nr. 3,4 og 5 på Raudsand

6 Vedlegg

6.1 Lavvannskart fra NEVINA



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	109.21
Kommune:	Nesset
Fylke:	Møre og Romsdal
Vassdrag:	KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader		
Middelvannføring (61-90)	-999,0	l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	6,1	l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	6,1	l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	5,3	l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	8,7	l/(s*km²)
Base flow	-999,0	l/(s*km²)
BFI	0,3	

Klima		
Klimaregion	Midt	
Årsnedbør	1535	mm
Sommernedbør	545	mm
Vinternedbør	990	mm
Årstemperatur	5,1	°C
Sommertemperatur	10,4	°C
Vintertemperatur	1,4	°C
Temperatur Juli	11,9	°C
Temperatur August	12,1	°C

Feltparametere	
Areal (A)	1,8 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 %
Elvelengde (E_L)	3,9 km
Elvegradient (E_G)	135,9 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	114,2 m/km
Feltlengde(F_L)	4,0 km
H_{min}	1 moh.
H_{10}	191 moh.
H_{20}	247 moh.
H_{30}	288 moh.
H_{40}	332 moh.
H_{50}	383 moh.
H_{60}	416 moh.
H_{70}	454 moh.
H_{80}	483 moh.
H_{90}	518 moh.
H_{max}	562 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	4,5 %
Sjø	0,0 %
Skog	45,3 %
Snaufjell	38,6 %
Urban	3,9 %

1) Verdien er editert

Norges vassdrags- og energidirektorat

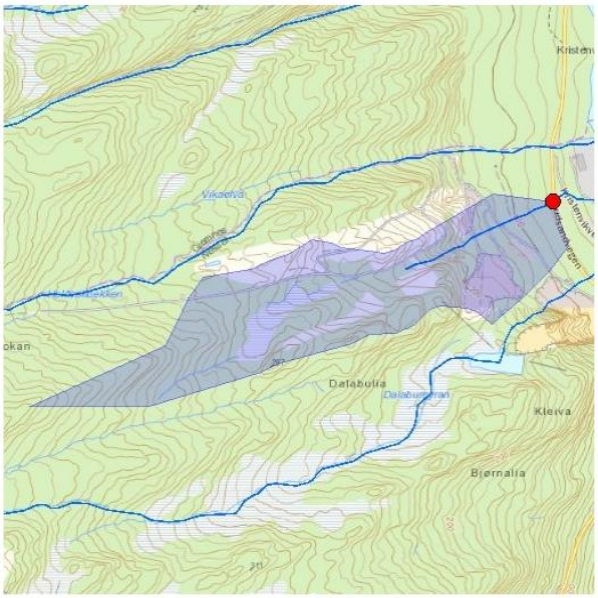
Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

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

Det er generelt 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.

10.03.2017 16:00:43 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

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.: 109.21
Kommune: Nesset
Fylke: Møre og Romsdal
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	-999,0 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	6,4 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	6,5 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	4,2 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	10,4 l/(s*km²)
Base flow	-999,0 l/(s*km²)
BFI	0,3

Klima		
Klimaregion		Midt
Årsnedbør	1511	mm
Sommernedbør	536	mm
Vinternedbør	974	mm
Årstemperatur	5,8	°C
Sommertemperatur	11,3	°C
Vintertemperatur	1,9	°C
Temperatur Juli	12,9	°C
Temperatur August	13,0	°C

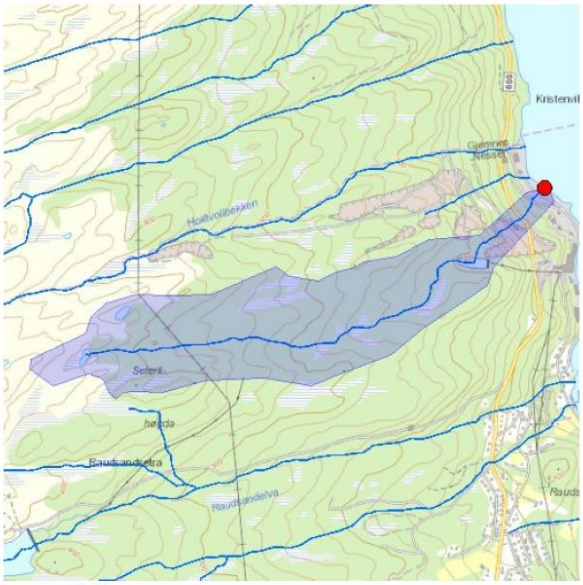
Feltparametere	
Areal (A)	0,3 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 % [1]
Elvelengde (E_L)	0,5 km
Elvegradient (E_G)	348,5 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	394,5 m/km
Feltlengde(F_L)	1,6 km
H_{min}	58 moh.
H_{10}	124 moh.
H_{20}	183 moh.
H_{30}	217 moh.
H_{40}	235 moh.
H_{50}	248 moh.
H_{60}	262 moh.
H_{70}	272 moh.
H_{80}	283 moh.
H_{90}	310 moh.
H_{max}	366 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	5,9 %
Sjø	0,0 %
Skog	70,6 %
Snaufjell	0,0 %
Urban	17,7 %

1) Verdien er editert

Det er generelt 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.

10.03.2017 15:07:15 © nevina.nve.no



Norges vassdrags- og energidirektorat

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.: 109.21
Kommune: Nesset
Fylke: Møre og Romsdal
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	-999,0 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	6,2 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	6,2 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	4,9 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	9,1 l/(s*km²)
Base flow	-999,0 l/(s*km²)
BFI	0,3

Klima		
Klimaregion		Midt
Årsnedbør	1523	mm
Sommernedbør	541	mm
Vinternedbør	982	mm
Årstemperatur	5,4	°C
Sommertemperatur	10,7	°C
Vintertemperatur	1,5	°C
Temperatur Juli	12,3	°C
Temperatur August	12,4	°C

Feltparametere	
Areal (A)	1,2 km²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,6 %
Elvelengde (E_L)	3,0 km
Elvegradient (E_G)	147,0 m/km
Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})	133,0 m/km
Feltlengde(F_L)	2,9 km
H_{min}	1 moh.
H_{10}	211 moh.
H_{20}	236 moh.
H_{30}	263 moh.
H_{40}	289 moh.
H_{50}	316 moh.
H_{60}	343 moh.
H_{70}	373 moh.
H_{80}	400 moh.
H_{90}	423 moh.
H_{max}	484 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	5,8 %
Sjø	0,8 %
Skog	80,8 %
Snaufjell	6,7 %
Urban	2,5 %

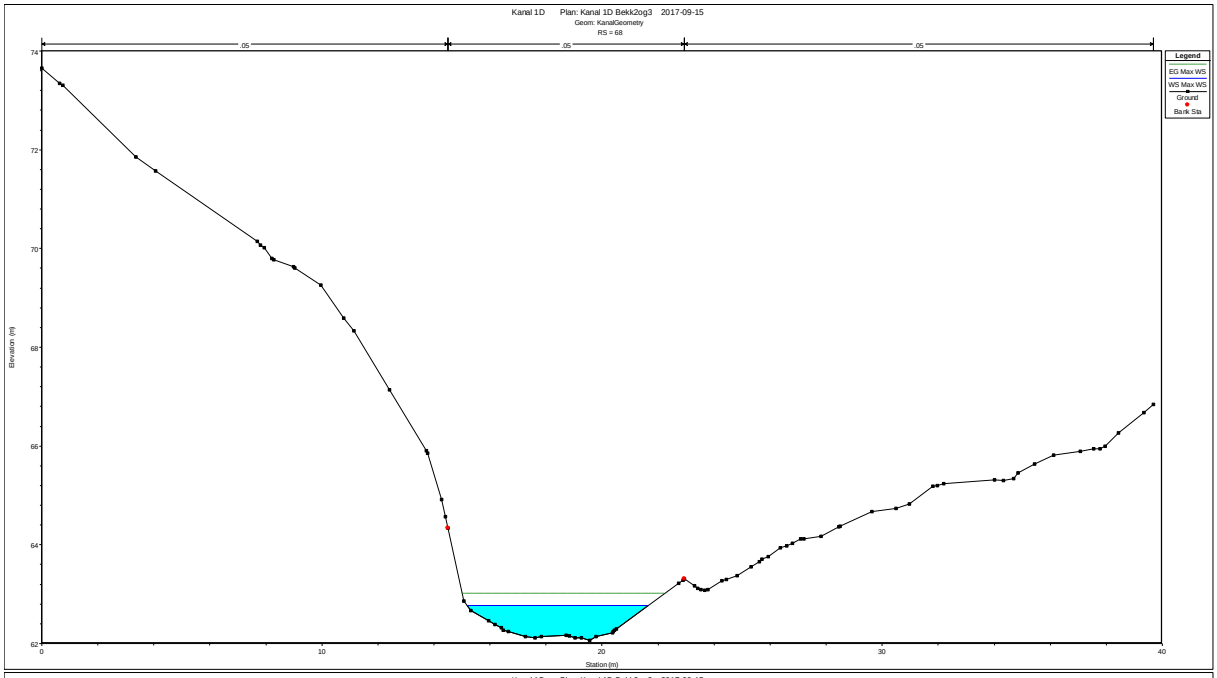
1) Verdien er editert

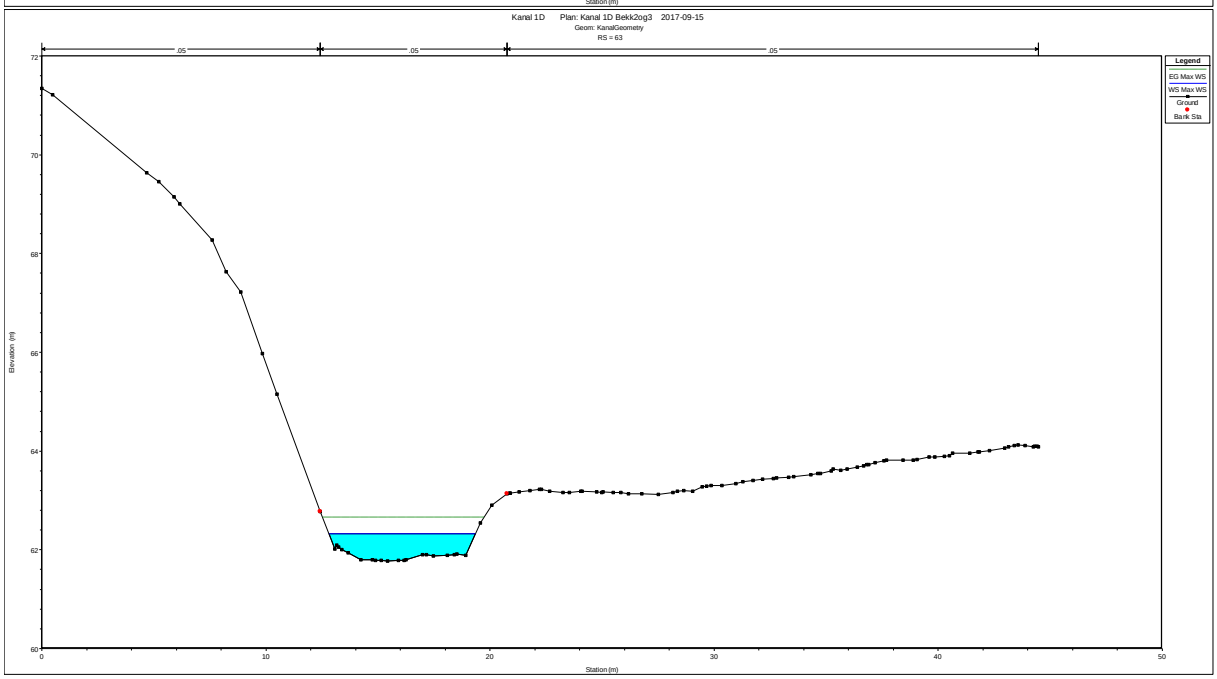
Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

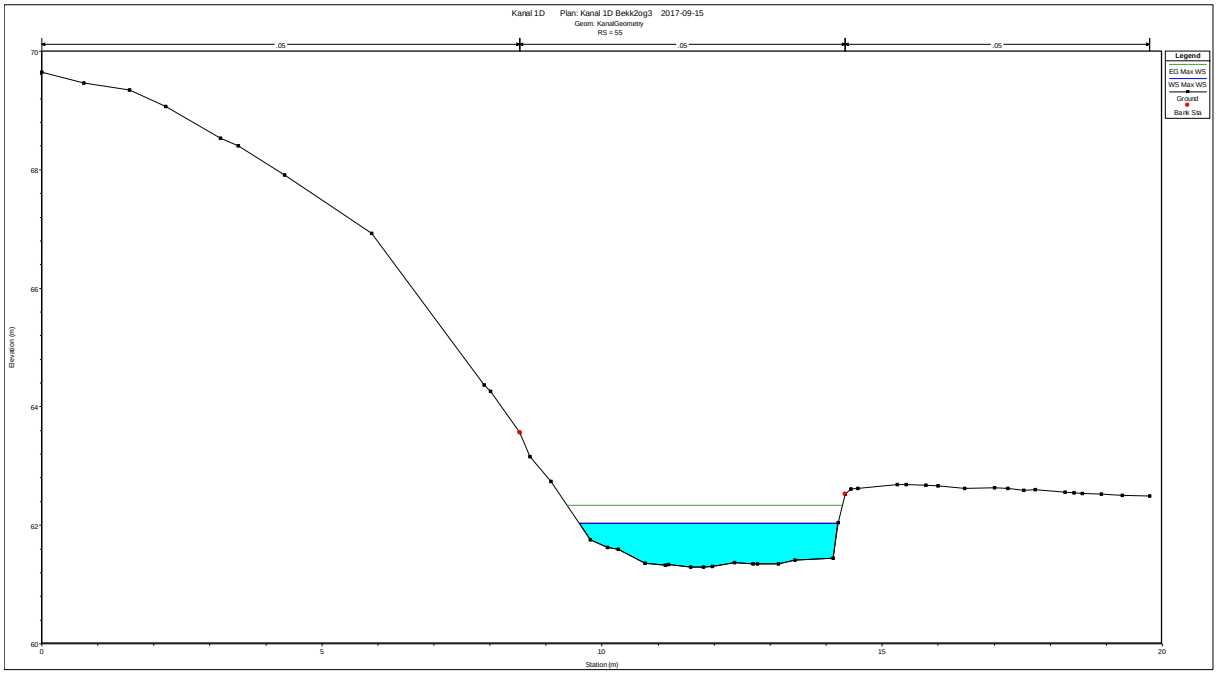
I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

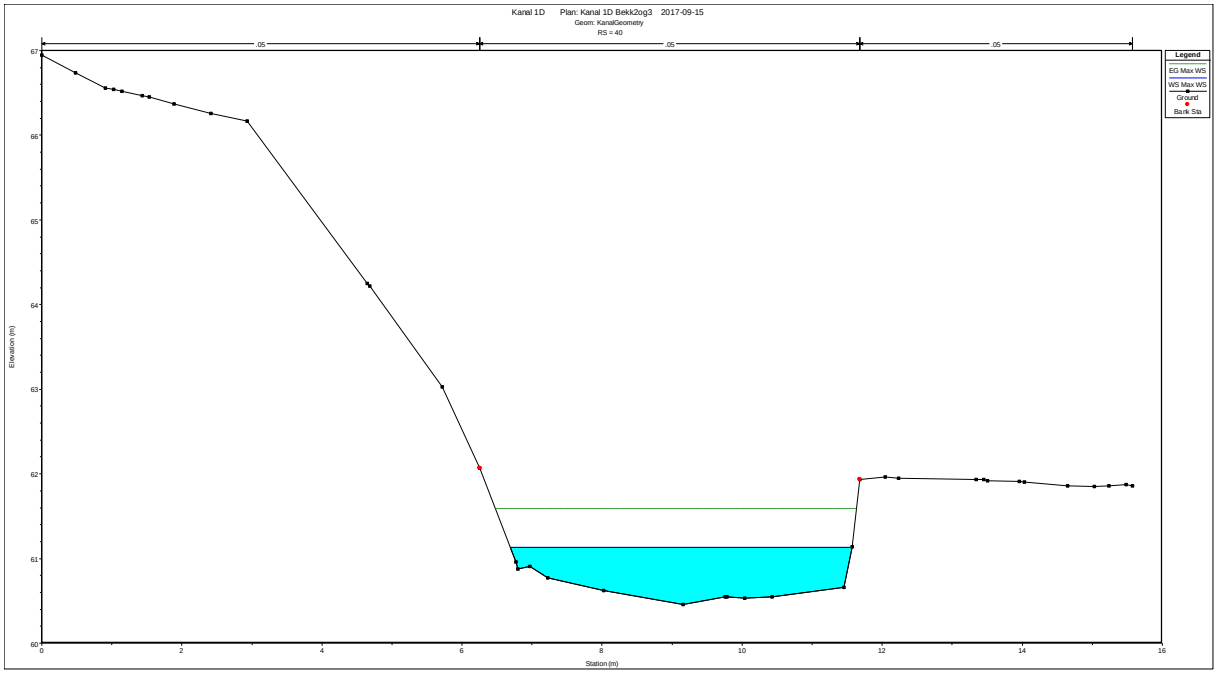
09.07.2017 11:50:20 © nevina.nve.no

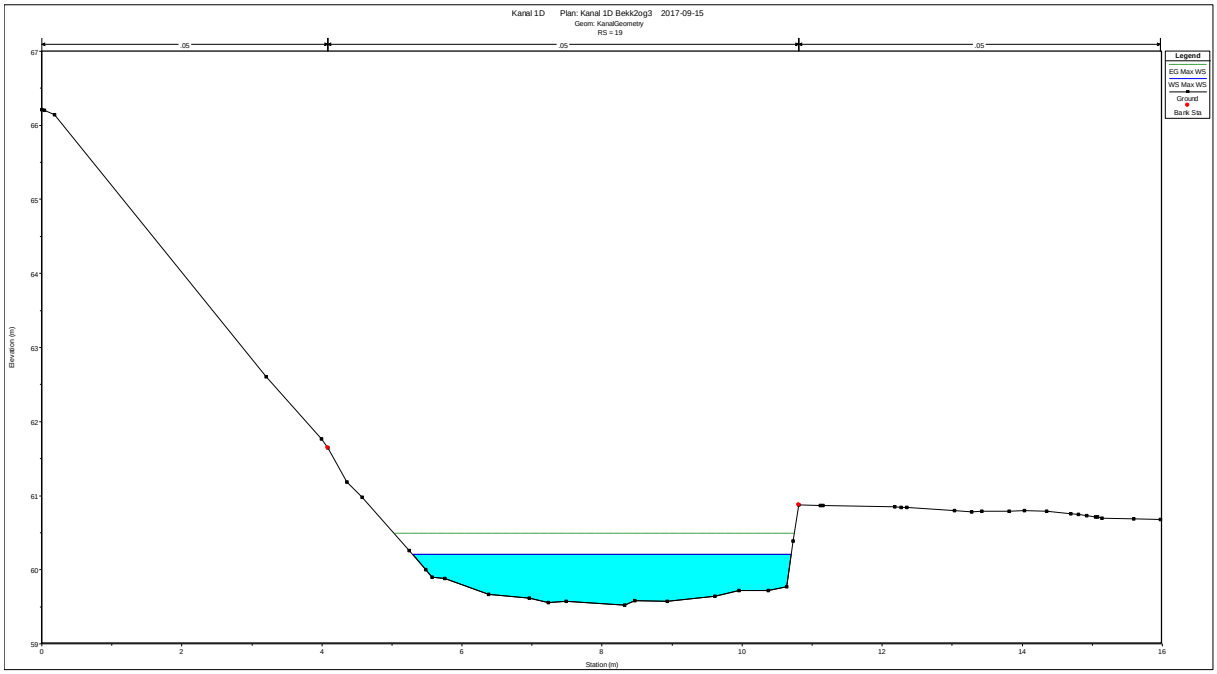
6.2 Tverrsnitt i kanal langs FV666

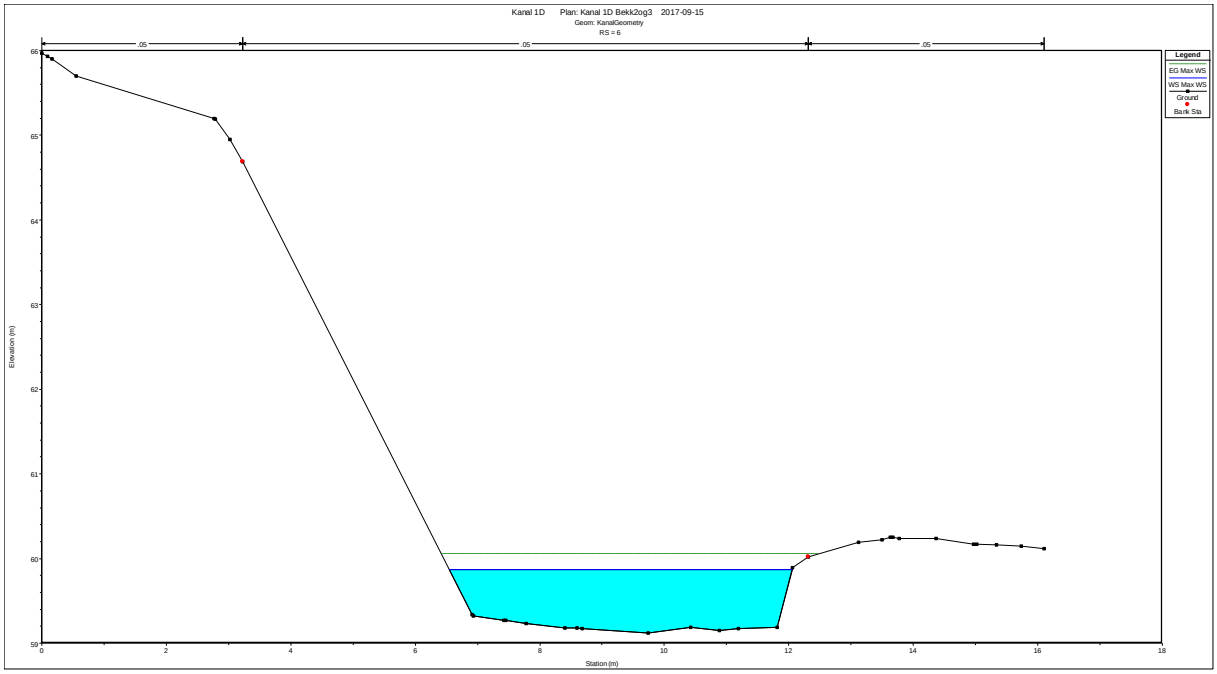


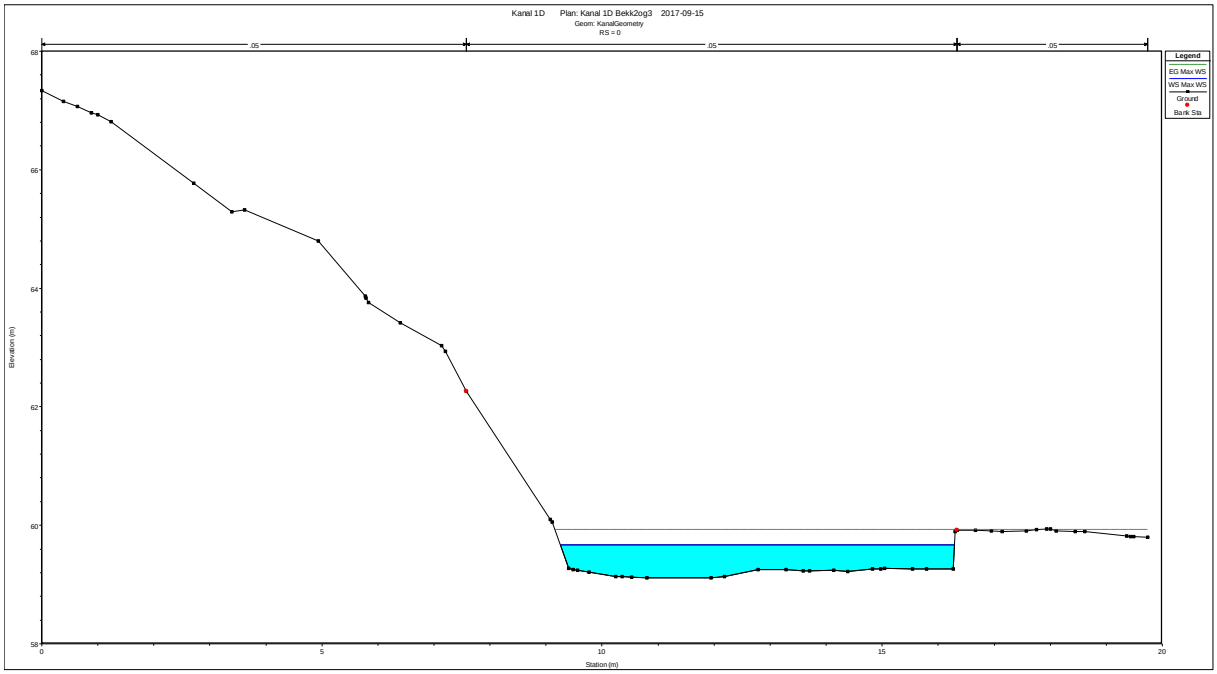



Kanal 1D Plan: Kanal 1D Bekk2og3 2017-09-15
Geom: KanalGeometry
RS = 55
Legend
EG Max WS
WS Max WS
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Kanal 1D Plan: Kanal 1D Bekk2og3 2017-09-15
Geom: KanalGeometry
RS = 40
Legend
EG Max WS
WS Max WS
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Kanal 1D Plan: Kanal 1D Bekk2og3 2017-09-15
Geom: KanalGeometry
RS = 19
Legend
EG Max WS
WS Max WS
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Kanal 1D Plan: Kanal 1D Bekk2og3 2017-09-15
Geom: KanalGeometry
RS = 6
Legend
EG Max WS
WS Max WS
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Kanal 1D Plan: Kanal 1D Bekk2og3 2017-09-15
Geom: KanalGeometry
RS = 0
Legend
EG Max WS
WS Max WS
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

6.3 Resultater ved permanent endret bekkeløp

I Figur 6-1 er det illustrert hvordan vannet unngår å renne inn på planområdet hvis bekkeløpet senkes mellom 1,5-1 meter mellom kote 14 og kote 1. Det anbefales at det gjøres kontrollmålinger på stedet for å se om senkningen av bekkeløpet er nødvendig, og i tilfelle hvor mye det må senkes. Dette skyldes at laserdataene på stedet er mangelfulle på grunn av tett vegetasjon.

Figur 6-1 Detaljert kart av Q1000 med 20 % klimapåslag ved deponiområdet med senket bekkeløp.