

Vedlegg 3

Beregninger dreneringsvann

Rapport

1.	Bakgrunn og fremgangsmåte	1
2.	Dimensjonering av drensledninger	1
2.1	Datagrunnlag	1
2.2	Beregningstverrsnitt.....	1
2.3	Beregning av infiltrasjonsrater.....	2

1. Bakgrunn og fremgangsmåte

Vann som ved flom i Ottaelva siver gjennom grunnen, samles i drensledninger ved sikringsanleggenes fotpunkt på luftsiden og ledes til prosjektert pumpeanlegg. Det forhindrer at grunnvannstanden stiger så mye bak flomvollene og flomsikringsveggene at det får skadelige konsekvenser.

Som grunnlag for dimensjoneringen av tiltakene til å samle og lede bort dreneringsvann, er det beregnet hvilke vannmengder som kan forventes. I det følgende vil det bli gjort detaljert rede for beregningen av mengden dreneringsvann og dimensjonering av konstruksjonene.

2. Dimensjonering av drensledninger

2.1 Datagrunnlag

Som grunnlag for beregningene av dreneringsvann er det gjort bruk av grunnundersøkelser gjennomført av ingeniørkontoret GeoStrøm AS i oktober og november 2020. Det er foretatt 13 totalsonderinger og tre pumpeforsøk ved borepunktene 5, 8 og 13. I tillegg ble det tatt til sammen 40 prøver fra de 13 borepunktene, disse ble deretter laboratorieundersøkt. Resultatet av felt- og laboratorieundersøkelsene fremgår av rapport 2623-R1 fra ingeniørkontoret GeoStrøm AS i vedlegg 2.

De 13 borepunktene befinner seg i området der det er prosjektert flomsikring. Beliggenheten fremgår av kart V41 i vedlegg 5. Resultatet av totalsondering og laboratorieanalyser gjør det mulig å bedømme grunnforholdene med en nøyaktighet som er tilstrekkelig for å revidere flomsikringskonseptet. I området ved vannverket er det i tillegg gjort bruk av grunnundersøkelsene som ble gjennomført mellom 1974 og 1994 i forbindelse med bygging av brønner til vannverket.

Permeabilitetskoeffisientene for de forskjellige jordprøvene ble bestemt matematisk på grunnlag av kornfordelingen fra laboratorieundersøkelsen. Basert på resultatet av pumpeforsøkene ble det så for de enkelte jordsjiktene valgt en karakteristisk permeabilitetskoeffisient med god sikkerhet.

2.2 Beregningstverrsnitt

De vannmengder som drensledningene vil måtte bortlede, er bestemt slik at det med sikkerhet vil kunne forhindres at vannet stiger over terrenget ved skråningsfoten på luftsiden. Beregningen av dreneringsvann er gjennomført for tre representative tverrsnitt ved profil 0+345, 0+810, 1+370, 1+730 og 2+460.

Flomsikringen ble inndelt i tre avsnitt (vestre, midtre og østre). Inndelingen baserer seg på beliggenheten av de prosjekterte pumpeanleggene som skal pumpe den forventede mengden dreneringsvann ut i Ottaelva ved flom.

Beregningstverrsnittene ved profil 0+345 og 0+810 representerer avsnittet ved pumpeanlegg 1 mellom profil 0+010 og 0+938, hvor det er prosjektert en kombinasjon av flomvoll og flomsikringsvegg. Beregningstverrsnittet ved profil 0+345 representerer områdene fra 0+010 til 0+783 og fra 0+832 til 0+938, hvor det er prosjektert flomvoll. Beregningstverrsnittet ved profil 0+810 representerer området mellom profil 0+783 og 0+832, hvor det er prosjektert en flomsikringsvegg.

Beregningstverrsnittene ved profil 1+370 og 1+730 representerer avsnittet ved pumpeanlegg 2 mellom profil 1+112 og 1+973. I dette avsnittet skal det bygges en flomvoll. Beregningstverrsnittet ved profil 1+370 representerer området mellom profil 1+112 og 1+619. Beregningstverrsnittet ved profil 1+730 representerer området mellom profil 1+619 og 1+973. I dette området ligger drensledningen på en dybde av 2,5 til 3 m under terrenget, dette for å senke grunnvannsspeilet i flomtilfelle så mye at kjellere i boliger ikke oversvømmes i det flomsikrede område.

Beregningstverrsnittet ved profil 2+460 representerer området mellom profil 2+216 og 2+974 (område pumpeanlegg 3), hvor det er prosjektert flomvoll.






Mellom de enkelte avsnittene ligger terrenget høyere enn vannstanden ved dimensjonerende flom. Derfor trenger en i dette området ikke å samle og bortlede dreneringsvann.

2.3 Beregning av infiltrasjonsrater

Med programvaren GGU-SS-FLOW2D er potensialfordelingen på de forskjellige stedene beregnet. Effekten av en spuntvegg under flomvollen er ikke lenger tatt med i beregningene av infiltrasjonsrater, siden sammenlignende beregninger har vist at det ikke er påkrevd eller økonomisk forsvarlig å bygge den.

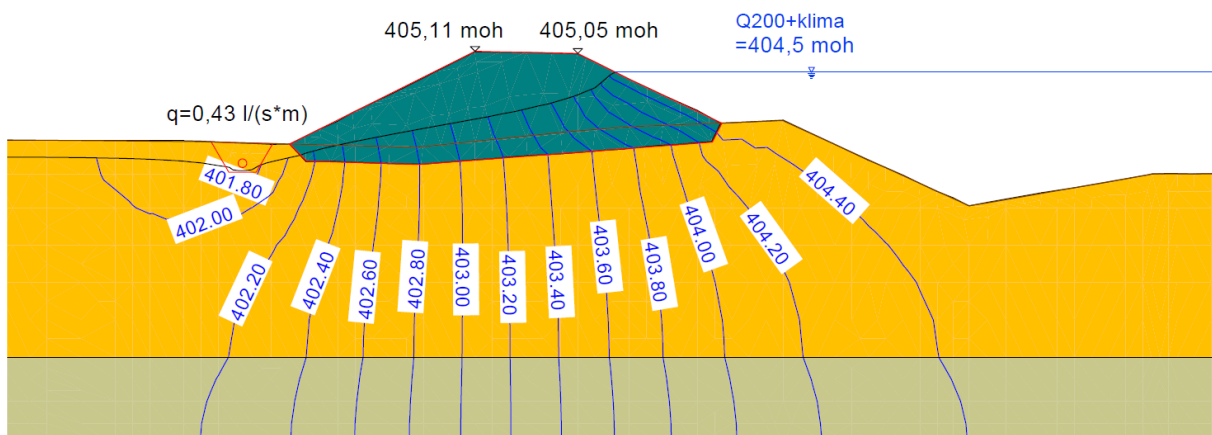
De vannpermeabilitetskoeffisientene for jordsjiktene som ble beregnet ved grunnundersøkelsen fra GeoStrøm AS, er valgt med god margin. Tabellen under viser verdiene som er brukt.

Tabell 2.1: Brukte permeabilitetskoeffisienter

Farge	Beskrivelse	Permeabilitetskoeffisient (kf) [m/s]
	grus, sandig	$3 \cdot 10^{-4}$
	sand, grusig	$5 \cdot 10^{-4}$
	sand	$5 \cdot 10^{-4}$
	silt, sandig	$1 \cdot 10^{-6}$
	fjell	$1 \cdot 10^{-8}$

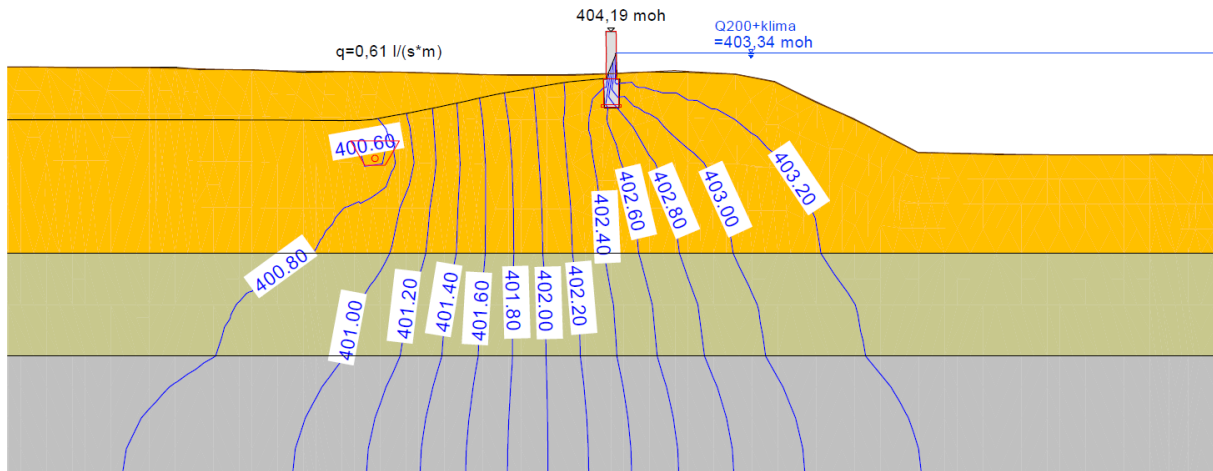
De følgende figurene Figur 2.1 til Figur 2.5 viser eksempler på beregnede tverrsnitt med tilhørende potensialflater. De resulterende infiltrasjonsratene er ført opp i Tabell 2.2: Sammenstilling av de beregnede dreneringsratene.

Figur 2.1 viser som eksempel situasjonen i områdene mellom profil 0+010 og 0+783 og mellom profil 0+832 og 0+938 i vestre flomsikringsavsnitt på grunnlag av tverrsnitt 0+345. Infiltrasjonen i den grusige sanden under flomvollen innebærer infiltrasjonsrater på 0,43 l/(s*m).



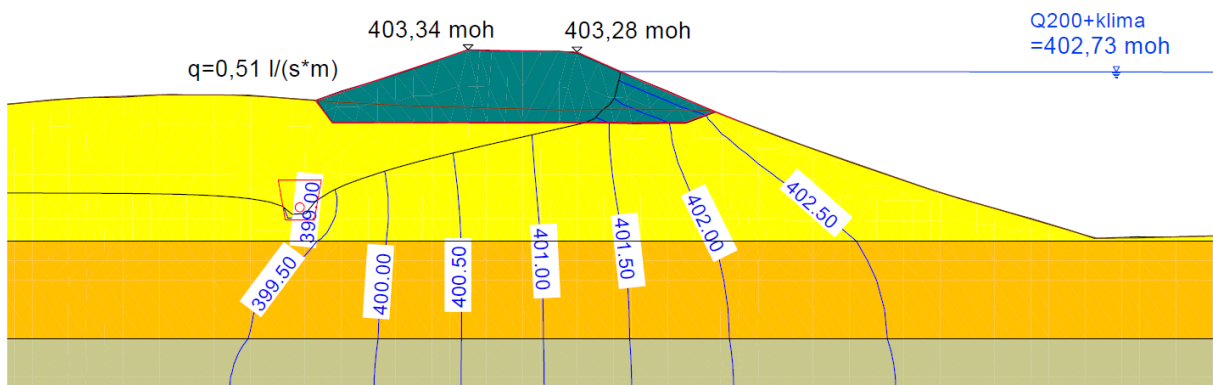
Figur 2.1: Beregning av dreneringsvann ved tverrsnitt 0+345

Figuren viser situasjonen i området med flomsikringsvegg i vestre avsnitt mellom profil 0+783 og 0+832 på grunnlag av tverrsnitt 0+810. Infiltrasjonen i den grusige sanden under flomsikringsveggen innebærer infiltrasjonsrater på ca. 0,61 l/(s*m).

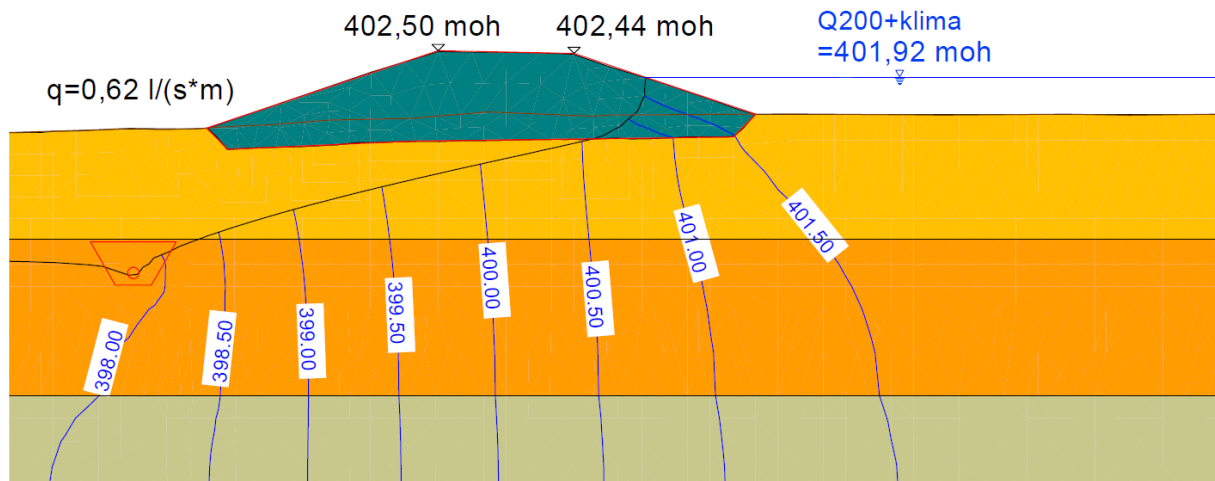


Figur 2.2: Beregning av dreneringsvann ved tverrsnitt 0+810

Figuren under viser et eksempel på situasjonen i midtre avsnitt på grunnlag av tverrsnitt 1+370 og 1+730. I området mellom profil 1+112 og 1+619 (tverrsnitt 1+370) er infiltrasjonsraten ca. 0,51 l/(s*m); i området mellom profil 1+619 og 1+973 ca. 0,62 l/(s*m). Infiltrasjonsraten ved tverrsnitt 1+730 er noe høyere enn i tverrsnitt 1+370. Det skyldes først og fremst at grunnvannsspeilet som forventes ved flom, må senkes for å forhindre at kjellere oversvømmes i området bak flomvollen.

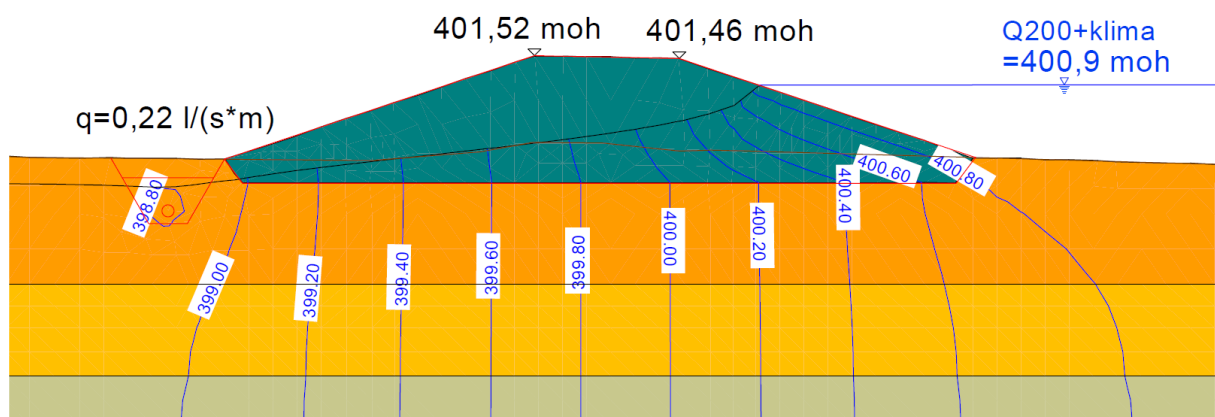


Figur 2.3: Beregning av dreneringsvann ved tverrsnitt 1+370



Figur 2.4: Beregning av dreneringsvann ved tverrsnitt 1+730

Figur 2.5 viser et eksempel på situasjonen i østre avsnitt mellom profil 2+216 og 2+974 på grunnlag av tverrsnitt 2+460. Infiltrasjonen i den sandige grunnen fører til en infiltrasjonsrate på ca. 0,22 l/(s*m).



Figur 2.5: Beregning av dreneringsvann ved tverrsnitt 2+460

Tabell 2.2 viser resultatene for de dreneringsrater som er relevante for drensledningene. Tverrsnitt 0+345, 0+810, 1+370 og 1+730 har infiltrasjonsrater i området mellom 0,43 og 0,62 l/(s*m), mens tverrsnitt 2+460 med 0,22 l/(s*m) har en lavere infiltrasjonsrate

sammenlignet med de andre tverrsnittene. Dette skyldes fremfor alt at drensledningen der er prosjektert på mindre dybde og den sandige jorden nær overflaten har mindre tykkelse i dette avsnittet

Tabell 2.2: Sammenstilling av de beregnede dreneringsratene

Profil	q [l/(s*m)]
0+345	0,43
0+810	0,61
1+370	0,51
1+730	0,62
2+460	0,22

For utførelsen av flomsikringen innebærer dette at det i de tre avsnittene med en lengde på rundt 2 550 m fremkommer en mengde dreneringsvann på ca. 1053 l/s, som ved dimensjonerende flom vil måtte ledes bort av de tre pumpeanleggene.

Konklusjonen er at det, basert på kunnskap på det nåværende tidspunkt, etter totalsondering og boreprøver, ikke er nødvendig å installere spuntvegg under den prosjekterte flomsikringen. Dreneringsvannet som oppstår ved dimensjonerende flom, kan pumpes bort ved hjelp av følgende tre pumpeanlegg: i vestre avsnitt med pumpekapasitet 500 l/s, i midtre avsnitt med pumpekapasitet 600 l/s og i østre avsnitt med pumpekapasitet 200 l/s. I østre avsnitt antas det lavere infiltrasjonsrater enn i de andre to flomsikringsavsnittene, da drensledningen pga. rammebetingelsene der kan legges på mindre dybde.