

Vedlegg 4 – Dimensjonering/kapasitetsvurdering av de ulike løsningene

Forutsetninger:

For dimensjonering av de aktuelle løsningene tas det utgangspunkt i at den eksisterende overvannsledningen i Kong Oscars gate har kapasitet og mulighet til å ta unna 262 l/s (Multiconsult, 2016a).

Ved hjelp av måle- og terrengprofilverktøy på kommunekart.com, tas det utgangspunkt i at:

- Det i Øvre Korskirkeallmenningen er 5 meter høydeforskjell, på 65 meter som gir et fall på 7,6 % eller 76 %
- Det i Nedre Korskirkeallmenningen er 2,4 meters høydeforskjell på 85 meter, som gir et fall på 2,8 % eller 28 %
- For en heltrukken ledning, er gjennomsnittlig fall 4,9 % eller 49 %



Figur 1 - Skjermtutklipp som illustrerer Avrenningslinjene i Øvre og nedre Korskirkeallmenningen, (Kilde: Bergenskart.no, KPD Overvann)

Overvannet i Øvre Korskirkeallmenningen fordeler seg på begge sidene av veien. Størparten av vannet vil renne på den søndre siden.

Dimensjonerende overvannsmengde, $Q = 1291$ l/s, se vedlegg 3 – Beregning av dimensjonerende overvannsmengde

For enklere beregning legges det til grunn at overvannsledningene legges rett, uten bend og tilkoblinger, noe som gir K-verdier på 1,0 mm for betongrør og 0,25 for plast (Ødegaard, 2014, s. 308). Colebrook diagramene som benyttes for å bestemme diameter og vannføring er hentet fra boken *Vann- og avløpsteknikk*, av Hallvard Ødegaard og kan ses på side 308-309.

For enkelthetens skyld gjøres beregningene uten eventuell infiltrasjon som et permeabelt dekke, drensledninger eller infiltrasjonssandfang vil kunne stille med da grunnens infiltrasjonsevne er dårlig og dette er avhengig av fyllingsgraden, årstid og hvor mettet grunnen er i det nedbørshendelsen inntreffer.

0-alternativet

Dersom vi skal beregne kapasiteten på det eksisterende anlegget begynner vi med å se på overvannsledningen i Kong Oscars gate, som er dimensjonert for å kunne ta imot 262 l/s av den dimensjonerende avrenningen på 1291 l/s.

Dersom vi går ut ifra at fellesledningen er helt tom (noe som er meget usannsynlig), gjennomsnittlig fall = 49 ‰ og at ledningen har en indre diameter på 375 mm, kan vi lese av Colebrook diagrammet med $k=1,0$ mm at ledningen vil ha en kapasitet på omtrent 425 l/s.

Det eksisterende infiltrasjons-/fordrøyningsanlegget i Nedre Korskirkeallmenningen, blir beregnet til å kunne håndtere:

Vurderinger og forklaring av valg av parametere blir gjennomgått under «Infiltrasjonsanlegget/«laksetrapp-løsningen»».

Kapasitet:					
Gate	Areal	Høyde på vannstand ved maksimal fordrøyning	Volum m ³	Porevolum	Kapasitet
Eksisterende I Nedre K.	1050 m ²	0,7 m	735 m ³	41%	301,35 m ³

Tabell 1 - Kapasitetsberegning infiltrasjonsanlegget i Nedre Korskirkeallmenningen

Anlegget har kapasitet til å kunne fordrøye 301,35 m³ eller 301 350 l overvann. Da konsentrasjonstiden er beregnet til 12,25 min eller (12,25 * 60 sek = 735 sek), kan vi si at anlegget **maksimalt** vil ha en kapasitet på 410 l/s ved en dimensjonerende nedbørshendelse.

Med andre ord, vil eksisterende anlegg **maksimalt** kunne håndtere (262 + 425 + 410 = **1097 l/s**) ved en dimensjonerende nedbørshendelse, dersom fellesledningen ikke tar imot noen form for vann oppstrøms og er tom i det øyeblikket nedbørshendelsen inntreffer. Ved dagens situasjon har **ikke anlegget tilstrekkelig kapasitet og vil bli belastet 118 %.**

Konvensjonell løsning

Ved den konvensjonelle løsningen er det foreslått en løsning hvor man i Øvre Korskirkeallmenningen anlegger en ny overvannsledning på hver side av veien pga. veiens takfallskarakter og avrenningslinjer. Her tenkes det tre sandfang på hver side før ledningene kobles på Kong Oscars gate, se *kapittel 5.2, Alternativ 2, Konvensjonell løsning*.

I Nedre Korskirkeallmenningen foreslås det å legge en ledning i grøft med eksisterende fellesledning.

Av avrenningslinjene ser vi at mesteparten av overvannet oppstrøms, vil renne i søndre del av Øvre Korskirkeallmenningen. Det foreslås at ledningen på nordre side kobles på overvannsledningen i Kong Oscars gate, og skal kunne håndtere minimum 262 l/s.

Det foreslås det å legge en større dimensjon på søndre side av Øvre- og Nedre Korskirkeallmenningen. Ledningen må kunne håndtere minimum (1291 – 262 = 1029 l/s). For å finne innvendig diameter, benyttes Colebrook-diagram.

Nordre ledning, Øvre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig Rørdimensjon (mm)
Betong	1,0 mm	76 ‰	262 l/s	350
Plast (PVC, PE, PP)	0,25 mm	76 ‰	262 l/s	300

Tabell 2 - Kapasitetsberegning konvensjonell løsning

Søndre ledning, Øvre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig Rørdimensjon (mm)
Betong	1,0 mm	49 ‰	1029 l/s	600
Plast (PVC, PE, PP)	0,25 mm	49 ‰	1029 l/s	600

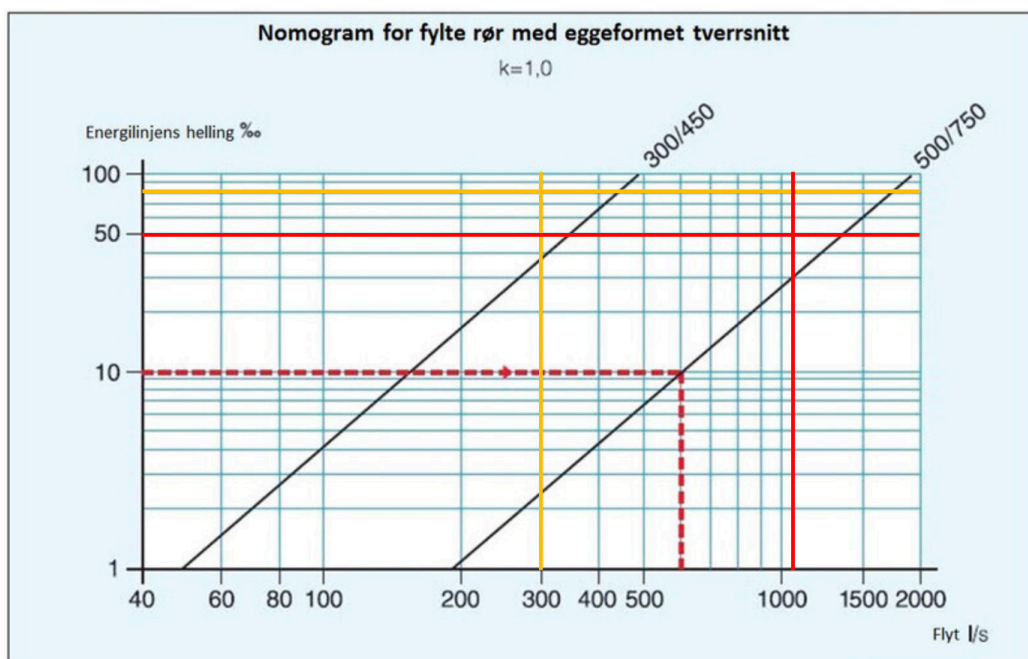
Tabell 3 - Kapasitetsberegning konvensjonell løsning

Dersom det i tillegg etableres et permeabelt dekke, vil dette være et meget «robust system».

Lettseparering

Ved lettseparering anlegges grunne overvannsledninger med samme oppkobling som ved den konvensjonelle løsningen. En ledning på hver side av veien i Øvre, hvor den nordre ledningen må ha kapasitet på minimum 262 l/s og den søndre må ha kapasitet på 1029 l/s.

For å finne nødvendig dimensjon, benyttes eget nomogram:



Figur 2 - Nomogram for Q_{max} Storm - ledninger, (Kilde: Skjæveland, (u.å.)a)

Nordre ledning, Øvre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig rørdimensjon (mm)
Betong	1,0 mm	76 ‰	262 l/s	300/450

Tabell 4 - Kapasitetsberegning lettseparering

Søndre ledning, Øvre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig rørdimensjon (mm)
Betong	1,0 mm	49 ‰	1029 l/s	500/750

Tabell 5 - Kapasitetsberegning lettseparering

Slik systemet nå er dimensjonert har vi et robust system, og dersom det anlegges et permeabelt dekke og langsgående drensledninger, vil systemet kunne ta unna ytterligere.

Infiltrasjonsanlegget/«Laksetrapp-løsningen»

Ved en enklere dimensjonering av «Laksetrapp-løsningen» tas det utgangspunkt i at det graves ned til kulturlagene før det bygges opp med «bentonittplugger».

Til illustrasjon:

Dersom man tar utgangspunkt i at «Laksetrapp-løsningen» kan heve grunnvannsnivået inntil 0,4 meter, og man antar at kulturlagene følger overflaten parallelt, kan vi enkelt sette opp ett regnestykke for hvor mange seksjoner/bentonittplugger man må ha:

Nedre Korskirkeallmenningen:

Med en høydeforskjell på 1,89 meter (kommunekart.com) i resterende del av Nedre Korskirkeallmenningen og en rent teoretisk høyde på bentonittpluggene på 0,4 meter, får vi $1.9/0.4 = 4,75$.

→ Vi må minimum ha 5 bentonittplugger i Nedre Korskirkeallmenningen.

Øvre Korskirkeallmenningen:

Med en høydeforskjell på 4,2 meter (kommunekart.com) i Øvre Korskirkeallmenningen kan vi sette opp regnestykket:

$$4.2/0.4 = 10,5$$

→ Vi må minimum ha 12 Bentonittplugger i Øvre Korskirkeallmenningen.

Kapasitetsvurdering

Forutsetninger:

Da en detaljert vegoppbygging ikke er tilgjengelig, må det gjøres noen antakelser for å kunne beregne kapasitet på anlegget:

- Vi antar en gjennomsnittlig høyde på bentonittpluggene på 0,4 meter.
- Vi i antar at det fylles et lag på minimum 0,5 meter med lettklinker over kulturlagene før en «tettere» vegoverbygging.
- Vi antar at det benyttes runde lettklinker i fraksjonen 10-20 mm med et porevolum på 45 %, høy permeabilitet og god fordrøyningsevne (Leca, 2017).
- Det antas at neste lag i vegoverbygningen med minimum 0,2 meters høyde har et porevolum på ca. 30 %.
- Midlere porevolum antas å være $\frac{0,5*0,45+0,2*0,3}{0,7} = 0,41 = 41 \%$.
- Vi antar at det gjeldende arealet som graves opp og fylles med lettklinker, er gjeldende vegoverflate og gangareal.
- Fordrøyningsevnen antas å ha nådd grensen da overvannet står med 0,7 meters høyde over kulturlagene.
- Etersom det eksisterende systemet kobles på og bidrar til å håndtere de samme overvannsmengdene, tas dette med i beregningene.

Vi benytter derfor kommunekart.com sitt måleverktøy for areal, og måler opp gjeldende vegflater. For enkelthetens skyld rundes arealet ned til nærmeste hele 10. m²:

Kapasitet:			
Gate	Areal	Høyde på vannstand ved maks fordrøyning	Volum m ³
Øvre K.	1320 m ²	0,7 m	924 m ³
Nedre K.	750 m ²	0,7 m	525 m ³
Eksisterende i Nedre K.	1050 m ²	0,7 m	735 m ³
Totalt Volum			2184 m ³

Tabell 6 - Kapasitet Infiltrasjonsanlegg

Med et antatt porevolum på 41 % vil anlegget kunne fordrøye $2184 \text{ m}^3 * 0,41 = 896 \text{ m}^3$.

Dimensjonerende avrenning er 1291 l/s og konsentrasjonstiden er beregnet til 12,25 min (*Vedlegg 3 Beregning av dimensjonerende avrenning*), og den eksisterende overvannsledningen i Kong Oscars gate har kapasitet til å ta unna 262 l/s. Det vil si at ved dimensjonerende regnvarighet må grunnen kunne fordrøye ca. 1029 l/s eller $1,03 \text{ m}^3/\text{s}$, i 12,25 min. Med utgangspunkt i disse parameterne er det kommet frem til at følgende fordrøyningsvolum er nødvendig:

$$\text{Nødvendig Fordrøyningsvolum} = 1,03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 60 \text{ sek} * 12,25 \text{ min} = 757 \text{ m}^3$$

Det vil si 85 % av det totale fordrøyningsvolumet, som vil si at anlegget vil ha tilstrekkelig kapasitet til å ta imot dimensjonerende avrenning, uten at det er tatt høyde for eventuell infiltrasjon.

Ved en dimensjonerende nedbørshendelse vil det si at anlegget vil være belastet 85 %.

Utblokking

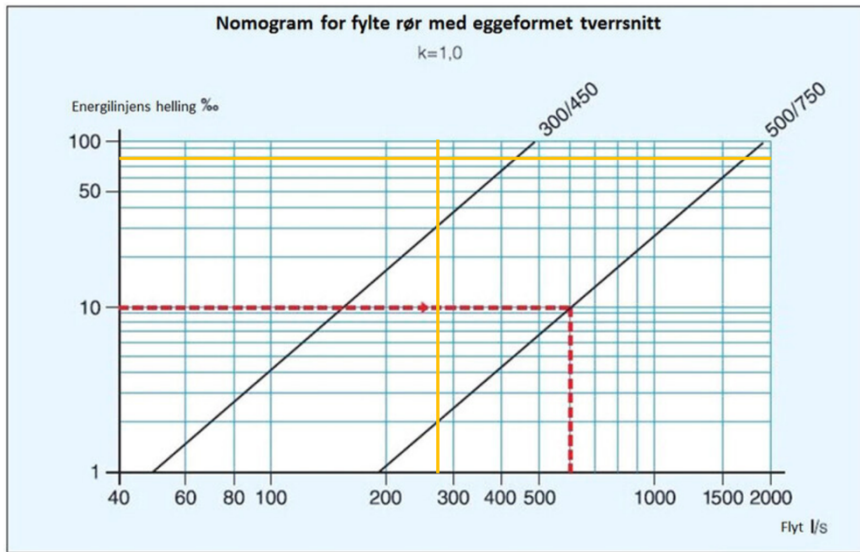
Ved utblokking skal den eksisterende fellesledningen blokkes ut og det skal føres inn to rør, se *kapittel 5.5, Alternativ 5 – Utblokking*. Dersom man går ut fra at overvannsledningen i Kong Oscars gate fortsatt skal håndtere 262 l/s, vil det si at den nye utblokkede overvannsledningen må kunne håndtere 1029 l/s.

Colebrook diagram med $K=0,25$ benyttes for å finne tilstrekkelig indre dimensjon.

Utblokket ledning fra Øvre til Nedre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig rørdimensjon (mm)
Plast (PVC, PE, PP)	0,25 mm	49 ‰	1029 l/s	500

Tabell 7 - Dimensjonering Utblokking

Dersom det etableres en grunn overvannsløsning i nordre del av Øvre Korskirkeallmenningen som kobles på overvannsledningen i Kong Oscars gate, må denne ha en kapasitet på minimum 262 l/s



Figur 3 - Nomogram Qmax storm, (Kilde: Skjæveland, (u.å.)a)

Nordre ledning, Øvre Korskirkeallmenningen				
Rørmateriale	Ruhet, K-Verdi	Fall ‰	Vannføring (l/s)	Innvendig rørdimensjon (mm)
Betong	1,0 mm	76 ‰	262 l/s	300/450

Tabell 8 - Kapasitetsberegning lettseparering av nordre ledning ved utblokking

Referanseliste

Leca (2017) *Leca grønne tak*. Tilgjengelig fra: <https://leca.no/sites/default/files/2017-02/Leca%20Gr%C3%B8nne%20Tak%20Brosjyre%20ORIGINAL%202017.pdf?fbclid=IwAR3w9Yhq5s44Foa3PUngdBcjhDHWrTew2fYEHijf5s7N7jBtAisB5guPqUk> (Hentet 15. Mai 2021)

Meld. St. nr. 33 (2012-2013). *Klimatilpasning i Norge*.

Multiconsult (2016a) *Dimensjonerings skjema for overvannsledninger – RIVA-BER-01*.
Multiconsult, Upublisert.

Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk: 2. utgave*. Norsk Vann