

Oppdragsnavn: Fordrøyning og overvann ved Måsan, Kjeller
Oppdragsnummer: 619218-01
Utarbeidet av: Kim H Paus
Dato: 06.08.2018
Tilgjengelighet: Åpen

Måsan - Vurdering av skogens betydning som fordrøyningsmagasin

1. INNLEDNING	2
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	2
2.1. Ledningsnett	4
2.2. Feltkarakteristikker	4
3. METODE	5
3.1. Fordrøyningsvolum	5
3.2. Overvannsavrenning	5
3.3. Nedbørstatistikk	6
3.4. Klimafaktor	6
3.5. Konsentrasjonstid	6
3.6. Avrenningskoeffisient	7
3.6.1. Avrenningskoeffisient for skog	7
3.6.2. Avrenningskoeffisient for lav vegetasjon (uten trær)	7
4. RESULTATER	10
4.1. Fordrøyningseffekt av trær	10
4.2. Overvannsavrenning med og uten skog	10
5. KONKLUSJONER OG OPPSUMMERING	11
6. REFERANSER	11
VEDLEGG 1: VA-LEDNINGSKART	12
VEDLEGG 2: AVRENNINGSLINJER OG NEDBØRFELT	13



Figur 2: Utviklingen av Måsan fra 2003 til 2017.

Ved befaring 29.mai 2018 ble det observert relativt ung skog i området. Under skogen er det generelt godt etablert bunndekke med vegetasjon (Figur 3).



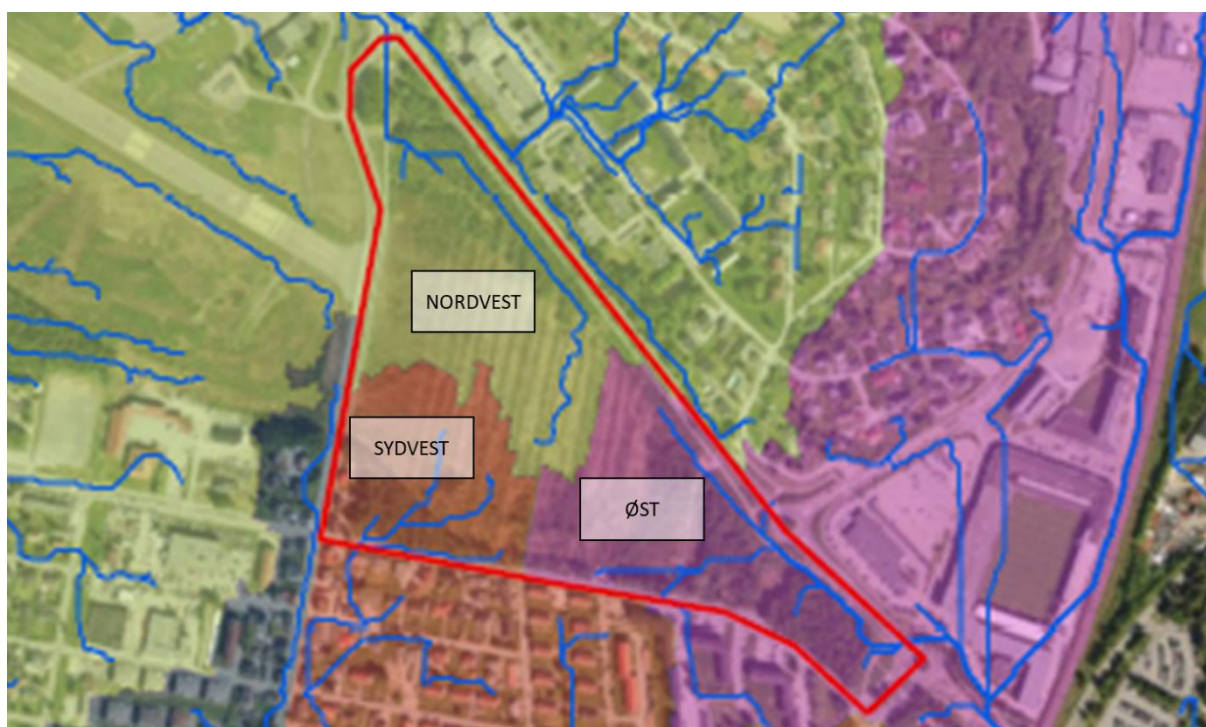
Figur 3: Fotografier fra befaring 29.mai 2018 viser relativt ung skog med godt vegetert bunndekke.

2.1. Ledningsnett

VA-ledningskart (vedlegg 1) for området gir relativt begrenset kunnskap om dreneringssystemet i området. Basert på tidligere undersøkelser utført av Forsvarsbygg antas det å være et drensssystem i området som leder vannet ut mot sydvest ved krysset Storgata/Vestbygata. I tillegg skal det være et drensssystem som leder vannet fra nord mot syd. Statens vegvesen har for øvrig to pumpestasjoner langs Fetveien, i tilknytning til fotgjengerundergangene. Kapasiteten til drenssystemet og evt. nedstrøms flaskehalser er ikke vurdert i denne utredningen.

2.2. Feltkarakteristikker

Basert på kartgrunnlag med en meters oppløsning er det beregnet avrenningslinjer ved hjelp av programmet ArcGIS v10.2.2 (Esri Inc.). Avrenningslinjene angir hvor vannet mest sannsynlig vil føres på overflaten som følge av topografien. Resultatene fra beregningene (Figur 4) viser at feltet består av tre mindre delfelt (navngitt *nordvest*, *sydvest* og *øst* i det videre). Det fremkommer også at feltet ikke mottar vannet fra tilstøtende områder. Et større utsnitt av avrenningslinjene er vist i vedlegg 2.



Figur 4: Avrenningslinjer og delfelt i området. Vannskillet mellom nedbørsfeltene ligger innenfor Måsan-området og feltene drenerer i forskjellige retninger

Basert på kart-dataene er det i Tabell 1 beregnet arealer for delfeltene i Figur 4 samt andel skog og andre feltkarakteristikker.

Tabell 1: Feltkarakteristikk for delnedbørsfelt. Feltlengde og høydeforskjell er estimert fra kartgrunnlag. Konsentrasjonstid er beregnet som beskrevet i kap. 3. 5.

Feltparameter	DELFELT		
	NORDVEST	SYDVEST	ØST
Areal	5,8 ha	2,8 ha	4,7 ha
Andel skog	Ca. 28 %	Ca. 25 %	Ca. 40 %
Feltlengde	570 m	240 m	420 m
Høydeforskjell i feltet	1,0 m	0,5 m	1,0 m
Konsentrasjonstid	342 min	204 min	252 min

3. METODE

Formålet med denne utredningen er å vurdere skogens betydning som fordrøyningsmagasin i området. I det videre er det redegjort for de metoder som er benyttet for å anslå fordrøyningseffekten.

3.1. Fordrøyningsvolum

Generelt er fordrøyningseffekten et mål på hvor mye overvann et område, tiltak eller løsning kan håndtere lokalt sammenliknet med et referanseområdet. Ved endringer i et område (f.eks. utbygging, avskoging etc.) er det ofte nødvendig å vurdere fordrøyningen som skal til (vannvolumet som må håndteres) for å opprettholde *historisk* overvannsavrenning fra området. Det nødvendige fordrøyningsvolumet for et område, tiltak eller løsning, kan dermed betraktes som differansen mellom overvannsavrenning i volum innenfor samme tidsperiode, før og etter endringer. Dette kan uttrykkes som likning (1):

$$V = \int_0^t (Q_{etter} - Q_{før}) dt \quad (1)$$

Hvor V er fordrøyningsvolumet som må til for å opprettholde avrenningen i før-situasjonen, Q_{etter} og $Q_{før}$ er avrenningen fra området ved etter- og før-situasjonen og dt er tidsleddet som betraktes.

3.2. Overvannsavrenning

Overvannsavrenning for delfeltene er beregnet ved å benytte den rasjonale formel (Lindholm m.fl.):

$$Q = \varphi_{midlere} \cdot A \cdot P \cdot K_f \cdot \frac{1}{t_r} \quad (2)$$

Hvor Q er overvannsavrenningen [m^3/min], $\varphi_{midlere}$ er midlere avrenningskoeffisient for nedbørfeltet [-], A er størrelsen på nedbørfeltet [m^2], P er nedbørmengden på regnhendelse det beregnes avrenning for [m], K_f er forventet relativ økning i nedbørintensitet som følge av klimaendringer [-] og t_r er regnvarigheten det beregnes av for [min].

3.3. Nedbørstatistikk

Det er benyttet nedbørstatistikk fra stasjon 4220 Kjeller Telenor (Tabell 2). Stasjonen har en måleperiode fra 1975 til 1992 (15 år) og er lokalisert ca. 1300 m i luftlinje fra Måsan. Måleperioden er noe kort og avsluttet for 26 år siden. Nest nærmeste målestasjon med utarbeidet IVF-statistikk er imidlertid 18 – 19 km i luftlinje fra Måsan (Blindern, Oslo). Basert på forskjell i avstand antas det at 4220 Kjeller Telenor er mest representativ tross kort måleperiode.

Tabell 2: IVF-statistikk fra 4220 Kjeller. Uten krav om sammenhengende nedbør. Data er hentet fra eklima.no (Meteorologisk institutt, 2018).

		Regnvarighet [min]											
		10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall	2 år	7.1	8.4	9.3	10.4	11.3	12.2	13.6	14.8	17.3	22.7	28.5	35.4
	5 år	9.0	10.9	12.2	13.5	14.4	15.3	17.0	18.7	21.8	26.1	34.1	42.3
	10 år	10.4	12.6	14.2	15.6	16.4	17.4	19.3	21.4	24.8	28.5	37.6	46.7
	20 år	11.6	14.2	16.1	17.5	18.4	19.4	21.4	23.8	27.8	30.7	41.0	50.1
	25 år	12.0	14.7	16.6	18.2	19.0	20.0	22.1	24.6	28.7	31.5	42.3	51.8
	50 år	13.3	16.2	18.5	20.1	20.9	21.9	24.2	27.1	31.5	33.7	45.4	55.3
	100 år	14.5	17.8	20.3	22.0	22.8	23.9	26.3	29.5	34.3	35.9	48.8	59.6
	200 år	15.7	19.1	21.9	23.7	24.4	25.5	28.0	31.6	36.7	37.6	52.3	63.1

Ved beregning av avrenning er det tatt utgangspunktet i nedbør med gjentaksintervall på 20 og 200 år. Som oppsummert i Tabell 1 er det beregnet konsentrasjonstider for feltene mellom 204 og 342 min. Iht. IVF-statistikken tilsier dette at regnhendelser med varigheter mellom 180 og 360 minutter gir maksimal avrenning. Det er i det videre kun beregnet for nedbør med en regnvarighet på 180 min. Dette vil gi noe høyere avrenning enn om en regnvarighet på 360 min ble benyttet.

3.4. Klimafaktor

For å ivareta fremtidige endringer i nedbørintensitet er det benyttet en klimafaktor (K_f) i beregningene. I henhold til klimaprofilen for Oslo og Akershus (Klimaservicesenteret, 2017) anbefales det å benytte en klimafaktor på minst 1,40 på regnskyll kortere enn 3 timer. Ettersom det er benyttet en regnvarighet på 180 minutter i beregningene er det benyttet en klimafaktor på 1,40 i beregningene. Klimafaktoren er benyttet i alle beregningene.

3.5. Konsentrasjonstid

Konsentrasjonstid er definert som den tid det tar for en regndråpe ytterst i et felt for å nå et bestemt punkt i feltet. Konsentrasjonstider for delfelt (Tabell 1) er beregnet via følgende formel (Statens Vegvesen, 2015):

$$t_k = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0.5} + 3000 \cdot A_{se} \quad (3)$$

Hvor t_k er feltets konsentrasjonstid [min], L er lengde på feltet [m], H er høydeforskjell i feltet [m] og A_{se} er effektivt innsjøareal i feltet [-].

Beregnete konsentrasjonstider varierer fra 204 til 342 minutter (Tabell 1). Feltlengder og høydeforskjeller er estimert fra kartgrunnlag. Andel innsjø i feltet er satt til null.

3.6. Avrenningskoeffisient

Avrenningskoeffisienten for en overflate beskriver videre hvor mye av nedbøren som er antatt å renne av som avrenning. Avrenningskoeffisienten er derfor en verdi mellom 0,00 (all nedbør håndteres lokalt) og 1,00 (all nedbøren videreføres som avrenning). Iht. den rasjonale formel er det kun denne parameteren som vil endre seg som følge av avskoging. Det er derfor vesentlig å estimere avrenningskoeffisienten for sitasjonen på Måsan med og uten skog.

Som en tilnærming til å vurdere midlere avrenningskoeffisient for hvert delfelt er det antatt at hvert felt består av hovedsakelig to typer overflater: Skog og vegetasjon. Med vegetasjon forstås her overflater med lav vegetasjon uten synlig trær. Definisjonen omfatter både eksisterende områder uten trær og områder der skog er fjernet. Midlere avrenningskoeffisient er videre beregnet i henhold til Lindholm m.fl. (2012):

$$\varphi_{midlere} = \frac{A_{skog} \cdot \varphi_{skog} + A_{veg} \cdot \varphi_{veg}}{A_{skog} + A_{veg}} \quad (4)$$

Hvor $\varphi_{midlere}$ er midlere avrenningskoeffisient [-], A_{skog} er skogens areal [m^2], φ_{skog} er skogens avrenningskoeffisient [-], A_{veg} er arealet på området uten skog men med lav vegetasjon [m^2] og φ_{veg} er tilhørende avrenningskoeffisient [-].

I det videre beskrives metoder for å anslå verdiene for φ_{skog} og φ_{veg} .

3.6.1. Avrenningskoeffisient for skog

I Tabell 3 er det gitt oversikt over avrenningskoeffisienter som normalt benyttes for skogsområder.

Tabell 3: Oversikt over normalt benyttede avrenningskoeffisienter for skog.

Områdetype	Avrenningskoeffisient	Kilde
Skogsområder	0,20 – 0,63	Statens Vegvesen (2015)
Skogsområder	0,20 – 0,50	Oslo kommune (2017)

Følgende lokale faktorer forventes å påvirke avrenningskoeffisienten. Ettersom feltet er relativt flatt og har mindre lokale forsenkninger, vil det være naturlig å bruke en relativt lav avrenningskoeffisient. Samtidig er det relativt store regnhendelser i fremtidens klima som betraktes, noe som vil kunne bidra til høyere avrenningskoeffisient. Ut i fra en skjønnsmessig vurderingen er det antatt en avrenningskoeffisient for skog (φ_{skog}) på 0,35. Det er videre benyttet et prosentvis tillegg på 10 % for avrenning ved 20 års regnhendelse og 30 % for avrenning ved 200 års regnhendelse. Dette gir da avrenningskoeffisienter for skog på 0,39 (20 års hendelse) og 0,46 (200 års hendelse).

3.6.2. Avrenningskoeffisient for lav vegetasjon (uten trær)

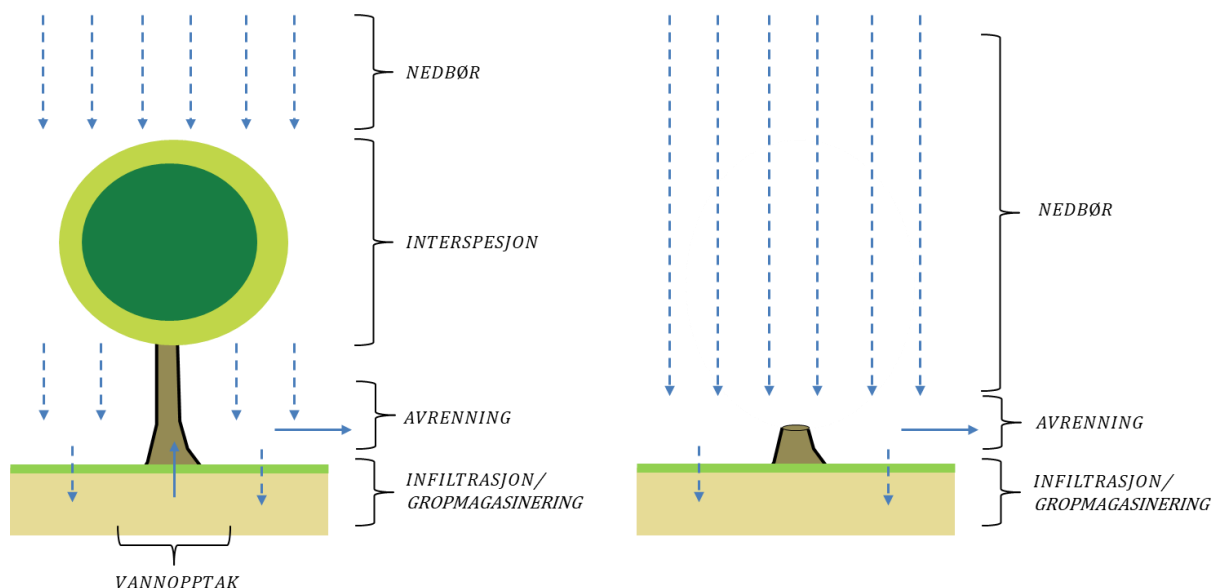
Det er ikke funnet avrenningskoeffisienter spesifikt for områder med myr eller med lav vegetasjon i litteraturen. Videre er det heller ikke funnet verdier på avrenningskoeffisienter relevant for hogstfelt. Det mest nærliggende er verdier for parkområder og dyrket mark, hvis ofte benyttede avrenningskoeffisienter er oppsummert i Tabell 4. Det bemerkes imidlertid at avrenningskoeffisientene for parkområder og dyrket mark ligger i samme område, og til dels noe lavere enn for skog (Tabell 3). Verdier indikerer derfor at avrenningssituasjonen ikke forverres betydelig som følge av at skog-arealer erstattes med arealer med lavere vegetasjon. Samtidig er det naturlig å anta

at trærne har en evne til å tilbakeholde vann utover det lav vegetasjon kan, og dermed at avrenningskoeffisienten for skog vil være noe lavere enn avrenningskoeffisienten for en situasjon uten skog.

Tabell 4: Oversikt over ofte benyttede avrenningskoeffisienter for dyrket mark og parkområder.

Områdetype	Avrenningskoeffisient	Kilde
Dyrket mark og parkområder	0,20 – 0,50	Statens Vegvesen (2015)
Dyrket mark	0,20 – 0,40	Oslo kommune (2017)

Som en tilnærming for å vurdere endringen i avrenningskoeffisient som følge av felle trær, antas trær evne til å fordrøye vann å bestå av to prosesser: Først vil trekronen sørge for at en del av nedbøren reduseres via intersepsjon. Intersepsjon omfatter den delen av nedbøren som da fanges opp på blader, nåler, grener, bark og aldri når bakken. I tillegg vil treet ta opp vann fra grunnen via rotsystemer. Å redusere vann i grunnen vil videre kunne frigjøre kapasitet og øke andelen infiltrasjon. Prinsippet for vannhåndtering for situasjonen med og uten trær er vist i Figur 5. Det er antatt at gropmagasineringen på overflaten samt fordampning fra overflaten er uavhengig av situasjonen med eller uten trær.



Figur 5: Prinsipper for treets evne til å redusere avrenning.

3.6.2.1. Intersepsjon

I litteraturen fremkommer det at det kun er en begrenset mengde av nedbøren som reduseres via intersepsjon. I et studie av Rahman og Ennos (2016) ble det benyttet empiriske og mekaniske modeller for rurale felt for å anslå betydningen av trær for reduksjon av overvannsavrenning. Studiet konkluderte med at trekronen hadde begrenset effekt for å redusere avrenningen i seg selv. Videre har andre forsøkt å kvantifisere hvor stor andel av nedbøren trær kan fange opp via intersepsjon. I studier av Xiao m.fl. (2000) og Livesley m.fl. (2014) ble det estimert at intersepsjon utgjør om lag 2 til 4 mm. Det er i videre beregninger tatt utgangspunkt i høyeste verdi på 4 mm.

3.6.2.2. Vannopptak ila. regnhendelsen

Det finnes begrenset litteratur på hvor mye vann et tre vil kunne ta opp ila. en regnhendelse. Vannopptak er i seg selv en komplisert beskrevet prosess, avhengig av en mengde faktorer som i denne utredningen er ukjent. Som en forenklet tilnærming er det vurdert potensielt vannforbruk av trær ved å benytte følgende formel (Treenet.org, 2018):

$$\frac{Q}{A_{tre}} = CF \cdot E_t \quad (5)$$

Hvor Q er daglig forbruk av vann [l/dag], A_{tre} er arealet på trekronen [m^2], CF er en såkalt «crop factor» som i det videre er antatt å være 0,50 og E_t er fordampningsrate, antatt å være 8,0 mm/dag.

Bruk av formel 5 med nevnte verdier gir da 4,0 mm/dag. For å anslå andelen som faktisk kan tas opp ila. en regnhendelse på 3 timer er verdien dividert med 8, noe som gir 0,5 mm.

3.6.2.3. Beregning av avrenningskoeffisienter

Magasineringskapasiteten til trær kan med utgangspunkt i gjennomgangen i kap 3.6.2.1 og 3.6.2.2, tilnærmes som følgende:

$$V = (INT + VO) \cdot A \quad (6)$$

Hvor V magasineringskapasiteten til trær [m^3], INT er nedbøren som tilbakeholdes via intersepsjon (4,0 mm), VO er vannmengden som tas opp i treet ila. regnhendelsen (0,5 mm) og A er utstrekningen av skogen [m^2]. Ved å kjenne til magasineringsnivåen til trærne kan videre avrenningskoeffisienten for situasjonen uten skog beregnes ved å kombinere likning 1, 2 og 6:

$$(INT + VO) \cdot A = \varphi_{veg} \cdot A \cdot P \cdot K_f - \varphi_{skog} \cdot A \cdot P \cdot K_f \quad (7)$$

Likningen sier at magasineringsvolumet for et areal (A) med skog (venstre side) tilsvarer forskjellen mellom avrent volum i en situasjon uten ($\varphi_{veg} \cdot A \cdot P \cdot K_f$) og med trær ($\varphi_{skog} \cdot A \cdot P \cdot K_f$). Løst for φ_{veg} gir dette:

$$\varphi_{veg} = \varphi_{skog} + \frac{INT + VO}{P \cdot K_f} \quad (8)$$

I Tabell 5 er beregningen av avrenningskoeffisienter utført for φ_{veg} for henholdsvis 20 og 200 års nedbør.

Tabell 5: Beregnet avrenningskoeffisient for situasjon uten trær (φ_{veg}). Verdier for φ_{skog} er beskrevet i kap. 3.6.1

Gjentaksintervall	Nedbørmengde ($P \cdot K_f$)	Intersepsjon (INT)	Vannopptak (VO)	φ_{skog}	$\frac{INT + VO}{P \cdot K_f}$	φ_{veg}
20 år	43,0 mm	4,0 mm	0,5 mm	0,39	0,10	0,49
200 år	57,1 mm	4,0 mm	0,5 mm	0,46	0,08	0,53

4. RESULTATER

4.1. Fordrøyningseffekt av trær

For å vurdere fordrøyningseffekten av trærne i feltet er magasineringsvevnen som følge av intersepsjon (4 mm) og vannopptak (0,5 mm) multiplisert med andelen skog. Resultatene er oppsummert i Tabell 6 og viser at skogens totale fordrøyningsskapasitet på Måsan er beregnet å være ca. 189 m³. Ved evt. nedfelling av trær vil dagens avrenningssituasjon teoretisk sett kunne opprettholdes ved å etablere et forsenkning med kapasitet til å midlertid lagre 189 m³ med avrenning. Dette kan eksempelvis være i form av en grøft med midlere dybde på ca. 40 cm, bredde på ca. 3 meter og lengde på ca. 160 m.

Tabell 6: Beregnet magasineringssevne i skogen ved Måsan.

Feltparameter	DELFELT			TOTAL
	NORDVEST	SYDVEST	ØST	
Areal skog	1,6 ha	0,7 ha	1,9 ha	4,2 ha
Intersepsjon	65 m ³	28 m ³	75 m ³	168 m ³
Vannopptak	8 m ³	4 m ³	9 m ³	21 m ³
Sum	73 m ³	32 m ³	85 m ³	189 m ³

4.2. Overvannsavrenning med og uten skog

Tabell 7 oppsummerer beregning av avrenningskoeffisienter og overvannsavrenning for Måsan med og uten trær for henholdsvis 20 og 200 års nedbøren. Beregningene viser at Måsan ved et 200 års regn i fremtidens klima vil ha en avrenningsmengde på 207 l/s om trærne bevares. I tilfelle skogen fjernes vil avrenningsmengden øke med anslagsvis 4,9 % til 218 l/s.

Tabell 7: Beregnede avrenningskoeffisienter og avrenning før og etter fjerning av skog for regnhendelse med 20 og 200 års gjentakintervall. Forutsetningene for beregningene er nedbørstatistikk fra Kjeller Telenor, regnvarighet på 180 min, klimafaktor på 1,40 samt at skog og felt skog har avrenningskoeffisienter på henholdsvis 0,39-0,46 og 0,49-0,53.

SITUASJON	Med skog			Uten skog			Med skog	Uten skog	Endring
DELFELT	NORD-VEST	SYD- VEST	ØST	NORD-VEST	SYD-VEST	ØST	TOTALT	TOTALT	
Avrenningskoeffisient (20 år)	0.46	0.46	0.45	0.49	0.49	0.49	0,46	0,49	+ 7,2 %
Avrenningskoeffisient (200 år)	0.51	0.51	0.50	0.53	0.53	0.53	0,51	0,53	+ 4,9 %
Overvannsavrenning (20 år)	82 l/s	40 l/s	64 l/s	87 l/s	42 l/s	71 l/s	186 l/s	200 l/s	+ 13 l/s
Overvannsavrenning (200 år)	91 l/s l/s	44 l/s	72 l/s	95 l/s	46 l/s	77 l/s	207 l/s	218 l/s	+ 10 l/s

5. KONKLUSJONER OG OPPSUMMERING

Det er i dette notatet utredet hvilken betydningen skogen har som fordrøyningsmagasin på Måsan. Det er ikke funnet relevante studier hvor effekten av avskogning på avrenningsmengder ved ekstremvær er undersøkt spesifikt. Det er derfor gjort en teoretisk betraktning på magasineringskapasitet i skog som følge av intersepsjon og vannopptak. Summen av magasineringskapasitetene for trærne på Måsan er beregnet å være ca. 189 m³. Forutsetningene for beregningene er en intersepsjon på 4 mm og et vannopptak på 0,5 mm ila. regnhendelsen. For regnhendelser med 20 og 200 års gjentakintervall er det beregnet at fjerning av skogen vil øke kunne avrenningsmengden med ca. 5 til 7 % sammenliknet med situasjonen hvor trærne bevares. Teoretisk vil en kunne opprettholde dagens avrenning hvis det etableres forsenkninger i området med kapasitet til å tilbakeholde et vannvolum på 189 m³. Forsenkningene må ha bunn over grunnvannspeil og anlegges på avrenningslinjene (vedlegg 2) ved utløp av det enkelte delfelt og/eller før sluk og kuppelrister.

Det bemerkes at det er stor usikkerhet ved de beregnede verdiene, og litteratur-gjennomgangen viser at det er relativt begrenset kunnskap om magasineringssevnen i skog sammenliknet med arealer med lavere vegetasjon. Valg av en metode for å anslå magasineringssevnen vil således kunne lede til andre verdier. Velges det eksempelvis en intersepsjon 2 mm og ikke 4 mm, vil magasin til trærne reduseres fra 189 m³ til 105 m³. Hvis en i tillegg ser bort fra det som tas opp av vann ila. regnhendelsen vil volumet reduseres ytterligere til 84 m³. Usikkerheten tydeliggjøres videre av oppgitte avrenningskoeffisienter i litteraturen, som er noe lavere for park og dyrket mark enn for skog.

Generelt vurderes skogens fordrøyningskapasitet ved ekstremvær som beskjeden på Måsan. Ved fjerning av trærne vil området fremdeles være tilnærmet fullt vegetert. Dagens skog er også relativt ung og skogen vil naturlig reetablere seg over tid.

6. REFERANSER

Klimaservicesenteret (2017). Klimaprofil for Oslo og Akershus.

Lindholm, O., Endresen, S., Smith, B. T. og Thorolfsson, S. (2012). Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem. Norsk Vann rapport. Rapportnummer 193 - 2012.

Livesley, S.J., Baudinette, B., og Glover, D. (2014). Rainfall interception and stem flow by eucalypt street trees – the impacts of canopy density and bark type. *Urban Forestry & Urban Greening*. 13: 192-197

Meteorologisk institutt (2017). eKlima. Side tilgjengelig på:
http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL

Oslo kommune (2017). Overvannshåndtering - Veilder for utbygger v1.3.

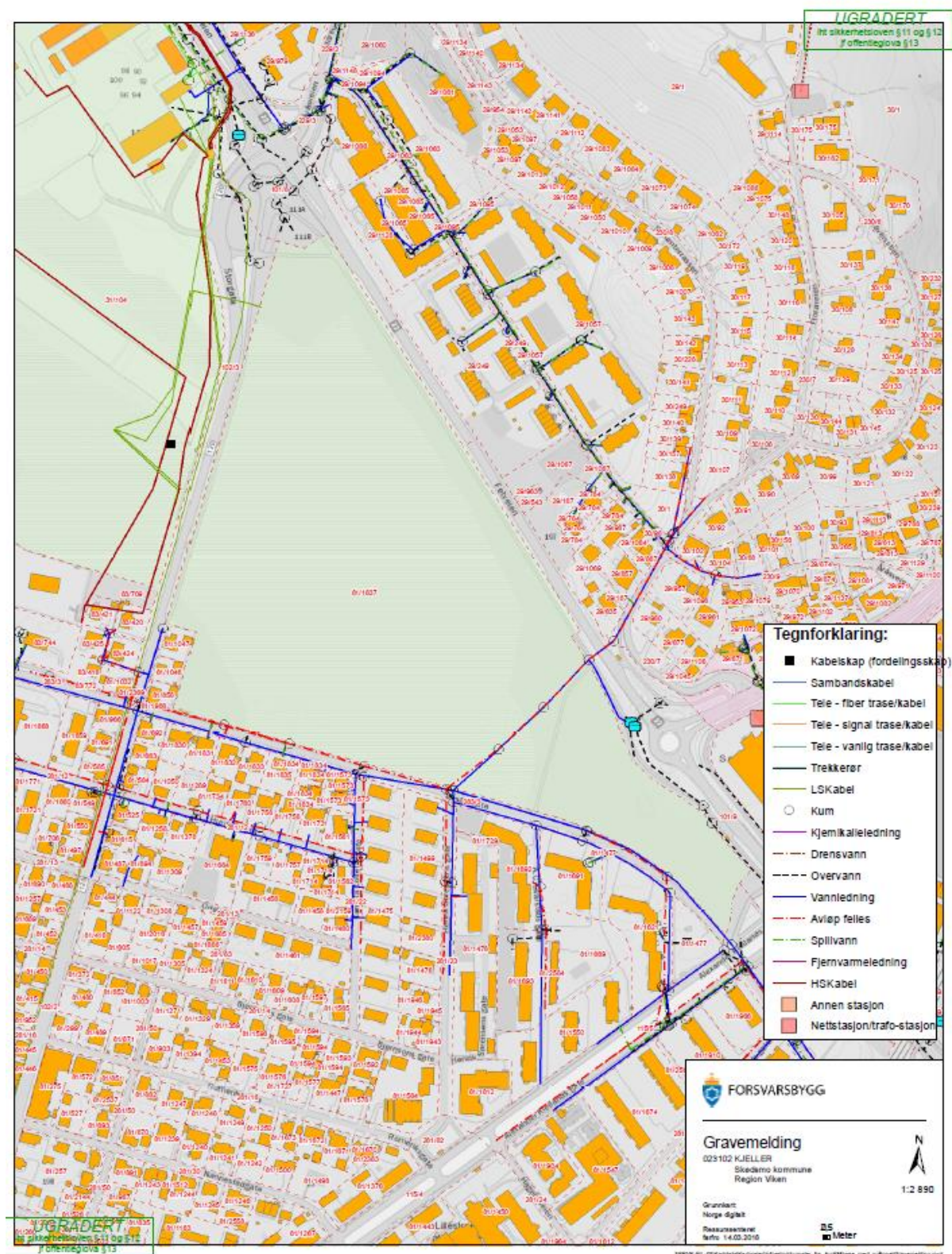
Rahman M. og Ennos R. (2016) What we know and don't know about the surface runoff reduction potential of urban trees. Technical Report. Trees & Design Action Group.

Statens vegvesen (2015). Håndbok N200 – Vegbygging.

Treenet.org (2018). Water Mangement Strategies for Urban Trees in an Uncertain Environment.
<https://treenet.org/resources/water-management-strategies-for-urban-trees-in-an-uncertain-environment-geoff-connellan/>

Xiao, Q., McPherson, G., Ustin, S.L., Grismer, M.E., og Simpson, J.R. (2000). Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. *Hydrological Processes*. 14: 763-784

VEDLEGG 1: VA-LEDNINGSKART



VEDLEGG 2: AVRENNINGSLINJER OG NEDBØRFELT