

VAO_03 – Flom- og overvannsberegninger

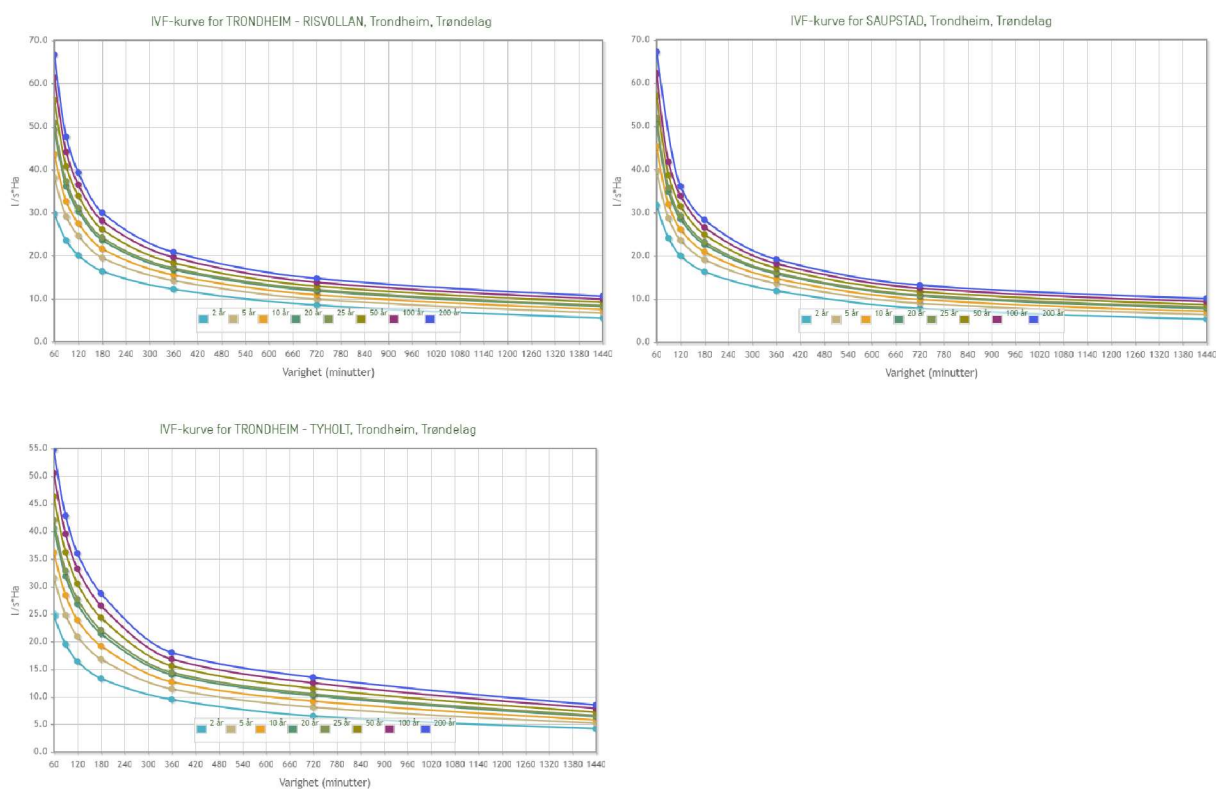
Dimensjoneringsgrunnlag

Tilgjengeligheten av observasjoner i området:

Det eksisterer ingen avrenningsstasjoner i små felt i nærliggende områder i Melhus. Norsk Klimaservicesenter ble kontaktet for å få råd om hvilke data som anbefales som grunnlag for flomberegningene. Det ble anbefalt å bruke flere IVF-kurver og sammenligne/midle. Følgende målestasjoners data ble brukt for en midling:

- Risvollan (1986-2020, 32 ses.). Ferske data. En av stasjonene med flest sesonger i IVF-statistikk
- Saupstad (2005-2020, 14 ses.). Ferske data. Stasjonen nærmest Ler
- Tyholt (1967-1993, 25 ses.). En av stasjonene med flest sesonger i IVF-statistikk

Timesverdien for et 200-års regn er ca. 22.6 mm, og 19.1 mm for 30 minutt. Det stemmer også bra med regionskurven og «tentative» verdier for 200-års nedbør angitt i rapport fra NIFS-prosjektet «Dimensjonerende korttidsnedbør» (ref. 2).



Figur 1: IVF-kurve i l/s*ha for nedbørstasjonene som er benyttet i flomberegningsanalysene.

Flomberegning

Flomberegning med NVEs flomformel

NVEs flomformel kan brukes til å beregne 200-årsflom med klimapåslag for Lersbekken. Metoden er nærmere beskrevet i «*Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt*» (ref. 3), der flomvannføringen beregnes ut fra normalavrenninga fra området (QN), feltareal, effektiv innsjøprosent og en klimafaktor. Gyldighetsintervallet mht. areal for bruk av metoden er 0,2 - 53 km². Beregningene kan også gjøres direkte via bruk av programmet NEVINA. Bekken er registrert i NEVINA, men beregningene kan ikke brukes her da NEVINA ikke tar hensyn til at flomveien går langs E6 (som forutsatt).

Flomberegning med den rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet bl.a. i Myrabø (ref. 4), der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og en klimafaktor. Avrenningskoeffisienten angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike terrengtyper med justering ut fra løsmasstype og terrenghelning. Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra IVF-kurven for nedbørstasjonen Trondheim-Risvollan med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og 200 års returperiode, som er dimensjonerende gjentakintervall basert på anbefalinger fra Melhus kommune. Klimafaktoren settes til 40 % i henhold til klimaprofilene på www.klimaservicesenteret.no.

Avrenning Q er beregnet ved:

$$Q = C \times i \times A, \text{ hvor}$$

- C: avrenningsfaktor, anslått på bakgrunn av nedbørfeltets egenskaper, samt tillegg for 200-års flom, [-]
- i: dimensjonerende nedbørintensitet, [l/(s*ha)]
- A: feltareal, [ha]

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid.

Konsentrasjonstiden for naturlige felt er utregnet ved formelen:

$$T_{C, \text{naturlig}} = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}, \text{ hvor}$$

- $T_{C, \text{naturlig}}$: konsentrasjonstid, [min]
- L: lengde av feltet, [m]
- H: høydeforskjellen i feltet, [m]
- A_{se} : effektiv andel innsjø i feltet, [-] (ingen innsjøer $\rightarrow A_{se} = 0$)

Konsentrasjonstiden for urbane felt er utregnet ved formelen:

$$T_{C, \text{urban}} = 0,02 \times L^{1,15} \times H^{-0,39}, \text{ hvor}$$

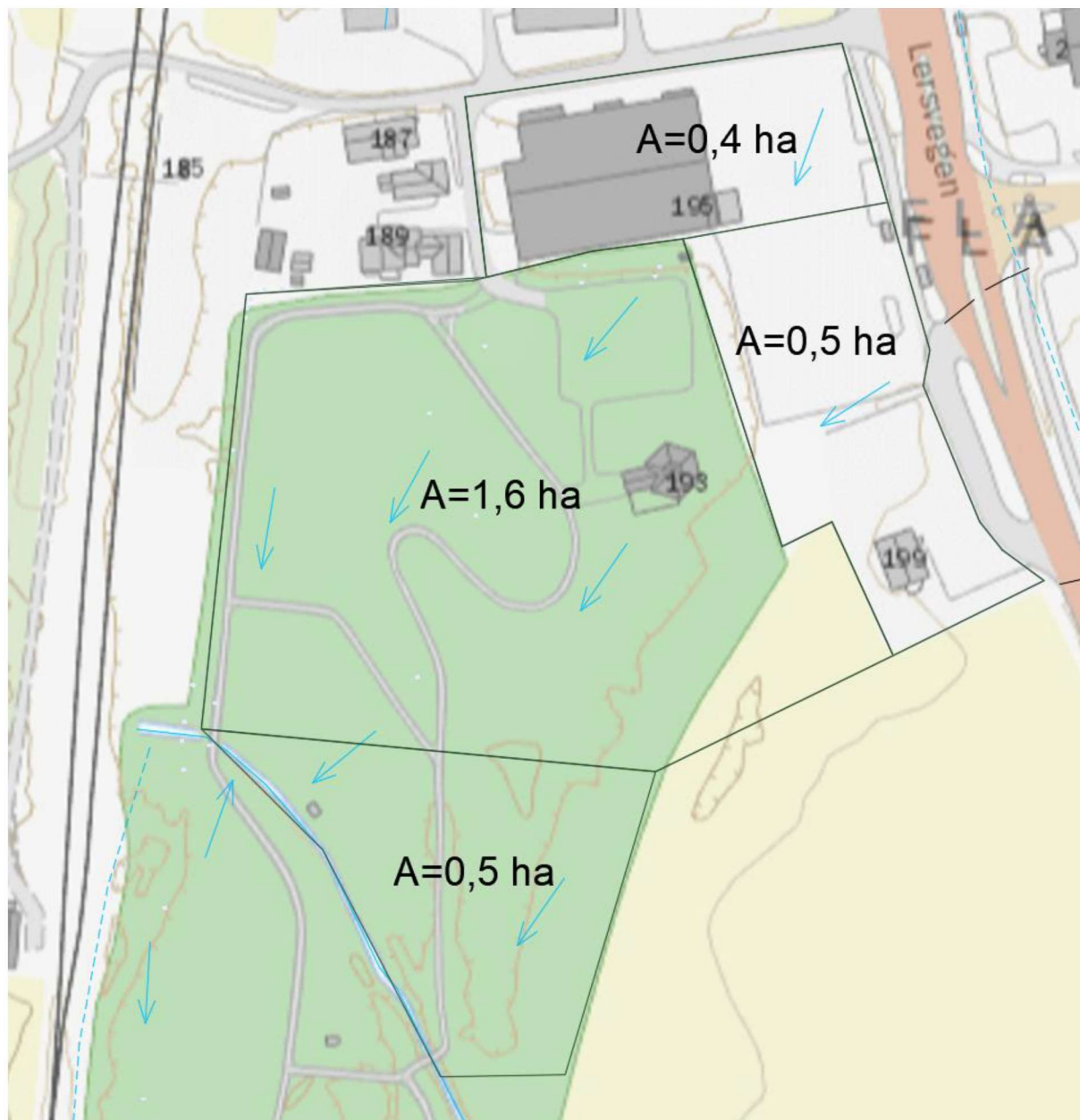
- $T_{C, \text{naturlig}}$: konsentrasjonstid, [min]
- L: lengde av feltet, [m]
- H: høydeforskjellen i feltet, [m]

For å finne avrenningsfaktoren C benyttes tabell 1 under, fra Statens vegvesens håndbok N200 (Statens Vegvesen, 2018). C-verdien bør justeres i forhold til gjentakelsesintervallet det skal beregnes for, samt nedbørshendelsens varighet. Avrenningsfaktorene i tabellen gjelder for en returperiode på 10 år. For en returperiode på 200 år skal det legges til 30 % på valgt C-faktor (Stenius, Glad, Wang, & Væringstad, 2015). Det er her brukt de nedre verdiene da området er såpass flatt.

Tabell 1: Avrenningsfaktor C, returperiode 10 år

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C
- Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 – 0,9
- Grusveger	0,3 – 0,7
- Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4
- Skogsområder	0,2 – 0,5

Rasjonale formel før utbygging



Figur 2: Fordeling av overflatetyper før utbygging.

Feltet består av en kombinasjon mellom naturlige flater og asfalt/tak/grus, som vist i figur 2. Feltet er relativt flatt, med en helning på ca. 4 ‰ i snitt. Naturlig konsentrasjonstid benyttes.

Utgrenset konsentrasjonstid for feltet:

$$T_{c, \text{naturlig}} = 0,6 \times 230 \times 1^{-0,5} + 3000 \times 0 = 138 \text{ min} \sim \mathbf{120 \text{ min}}$$
 (tas hensyn til en del asfalt i området)

120 minutters konsentrasjonstid gir en intensitet på ca. **37,1 l/(s×ha)**.

Det regnes ut en felles C-faktor for området; **C=0,44**.

Tabell 2: Fordeling av arealer og avrenningskoeffisient før utbygging

Overflatetype	Nedbørfelt		
	Areal m ²	Avrennings- koeffisient	Areal redusert m ²
Grønt/dyrka mark	15 900	0.26	4 134
Asfalt/grus	4 700	0.78	3 666
LNF-område	5 000	0.26	1 300
COOP Ler (tak/asfalt)	4 000	0.95	3 800
			0
Totalt	29 600	0.44	12 900

Den dimensjonerende avrenning Q fra området ved en 200-års flom blir:

$$Q_{200} = 0,44 \times 37,1 \times 2,96 = 48 \text{ l/s}$$

Korrigert med et påslag for klimafaktor som settes til 40% gir det en avrenning på:

$$Q_{200+Klf} = 48 \text{ l/s} \times 1,4 \sim 67 \text{ l/s}$$

Dette er den utregnede maksimale vannmengden tilført Lersbekken fra den delen av planområdet nord for Lersbekken som drenerer til Lersbekken ved en 200-års flom der en tar hensyn til klimaendringene.

Rasjonale formel etter utbygging – impermeabel asfalt og uten grønne tak



Figur 3: Fordeling av overflatetyper etter utbygging. I ettertid har det blitt lagt til ett til bygg sørvest i området. Det legges derfor til 500 m² takflate i overvannsberegningene, og trekkes fra tilsvarende av grøntområdet.

Dersom et område gjennomgår en høy grad av urbanisering påvirker dette konsentrasjonstiden T_c og avrenningskoeffisienten C . På bakgrunn av planlagte LOD-tiltak og en mellom-stor grad av urbanisering nedjusteres tidligere utregnet konsentrasjonstid fremfor å bruke formel for urbane felt.

Det er her regnet på en situasjon der man har impermeabel asfalt og tak som ikke bidrar til fordrøyning. Det forutsettes at det etableres grøfter og terskler som gjør at vannet fordrøyes underveis, samt strupet innløp under innkjørsler.

Ny konsentrasjonstid vurderes til **60 min**.

60 minutters konsentrasjonstid en intensitet på ca. **62,9 l/(s×ha)**.

Det regnes ut en felles C-faktor for området; **C=0,56**.

Tabell 3: Fordeling av arealer og avrenningskoeffisient etter utbygging

Overflatetype	Nedbørfelt		
	Areal m ²	Avrennings- koeffisient	Areal redusert m ²
Grønt/torg/lekeareal	10 242	0.26	2 663
Asfalt/armert gress	4 797	0.78	3 742
Tak nye bygg	5 418	0.95	5 147
Grus og belegningsstein	210	0.39	82
LNF-område	5 000	0.26	1 300
COOP Ler (tak/asfalt)	4 000	0.95	3 800
Totalt	29 667	0.56	16 734

Den dimensjonerende avrenninga Q fra området ved en 200-års flom blir:

$$Q_{200} = 0,56 \times 62,9 \times 2,96 = 104 \text{ l/s}$$

Korrigert med et påslag for klimafaktor som settes til 40% gir det en avrenning på:

$$Q_{200+Klf} = 104 \text{ l/s} \times 1,4 \sim 146 \text{ l/s}$$

Tabell 4: Endring i avrenning ved 200-årsflom+40% fra planområdet før og etter utbygging av feltet

Areal [ha]	Lengde [m]	Høyde- forskjell [m]	Før utbygging			Etter utbygging		
			Avrenningsfaktor, C ₂₀₀ (C ₁₀ ×1,3)	Kons. tid t _c , [min]	Flomavrenning [l/s]	Avrenningsfaktor, C ₂₀₀ (C ₁₀ ×1,3)	Kons. tid t _c , [min]	Flomavrenning [l/s]
2,6	230	1	0,44	120	67	0,56	60	146

Dette er den utregnede maksimale vannmengden tilført Lersbekken fra den delen av planområdet nord for Lersbekken som drenerer til Lersbekken ved en 200-års flom der en tar hensyn til klimaendringene.

Fordrøyningsbehov

Anslått differanse på avrenning mellom før etter utbygging er **79 l/s**. Da det ikke tillates at avrenningen økes som følge av utbyggingen anbefales det at det etableres en løsning for åpen fordrøyning.

Fordrøyningsbehovet er beregnet ved Aaron og Kiblers metode med variert utløp. Denne metoden tar hensyn til konsentrasjonstiden, og dermed forsinkelsen i feltets avrenning, og man unngår dermed å overvurdere nødvendig volum. Metoden er beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 69. Beregningene tar utgangspunkt i tabell 4.

Det velges konstant utløp som er av samme verdi som det nedslagsfeltet ga før utbygging, altså **67 l/s**. Det må fordrøyes ca. **290 m³**.



Oppdragsnavn: Gråbakken hageby
Oppdragsnr: 5192883
Dokumentnr:

Tittel for beregningsark (F.eks. Fordrøyningsbehov Ensjø torg)

Beregning av fordrøyningsbehov - Aron & Kiblers metode, variert utløp

Grunnlag for beregninger:

Totalt avrenningsareal	2.9667	ha
Avrenningskoeffisient	0.56	
Redusert areal	1.673358	ha
Dimensjonerende gjentakintervall	200	år
Klimafaktor	1.4	
Maksimalt videreført vannmengde	67	l/s
Konsentrasjonstid	60	min
Nedbørdata hentet fra	Eklima.no	Stasjon let mellom Risvolla, Saupstad og Tyholt

Varighet	Intensitet	Intensitet med klimafaktor	Volum inn	Volum ut	Fordrøyningsbehov
min	l/s*ha	l/s*ha	m ³	m ³	m ³
1	492.0666667	688.9	69.2	69.2	0.0
2	434.3333333	608.1	122.1	122.1	0.0
3	403.0666667	564.3	170.0	126.6	43.3
5	326.5666667	457.2	229.5	130.7	98.9
10	228.6666667	320.1	321.4	140.7	180.7
15	178	249.2	375.3	150.8	224.6
20	142.7333333	199.8	401.3	160.8	240.5
30	105.9333333	148.3	446.7	180.9	265.8
45	78.56666667	110.0	497.0	211.1	285.9
60	62.9	88.1	530.5	241.2	289.3
90	45.2	63.3	571.8	301.5	270.3
120	37.13333333	52.0	626.3	361.8	264.5
180	29	40.6	733.7	482.4	251.3
360	19.33333333	27.1	978.3	844.2	134.1
720	13.8	19.3	1396.6	1396.6	0.0
1440	9.733333333	13.6	1970.1	1970.1	0.0

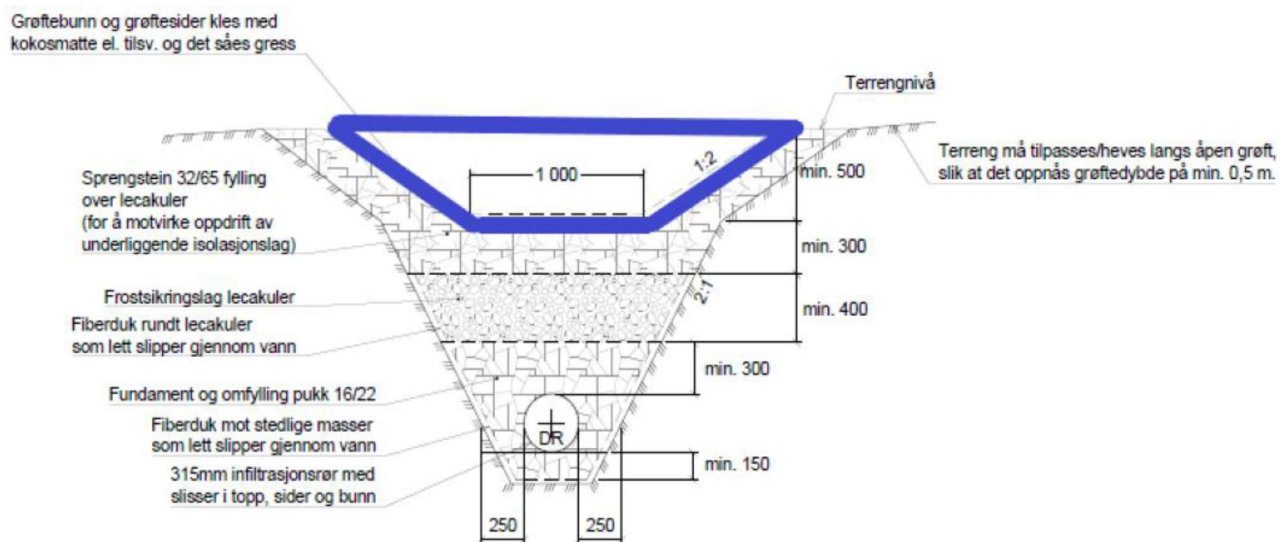
Nødvendig fordrøyningsvolum ved ## års gjentakintervall 289.3 m³

#####	Beregning av fordrøyning	KriLie			
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som en 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.

Grøftestørrelser

I tilfelle det skulle bli behov for å bruke dypdreneringsgrøfter som fordrøyningsvolum er det gjort en beregning på nødvendig grøftestørrelse.



- Areal blått område: $A = 1 \text{ m}^2$
- Areal grøftetverrsnitt: $A = \text{ca. } 1,4 \text{ m}^2 * 0,3 \text{ (porevolum)} = 0,42 \text{ m}^2$
- Nødvendig lengde: $290 \text{ m}^3 / 1,42 \text{ m}^2 = 204 \text{ m}$

Beregningene er kun veiledende. Nødvendig grøftestørrelse og/eller -lengde på grøft vil kunne reduseres dersom det etableres andre fordrøyningsvolumer i planområdet. Nødvendig grøftestørrelse og/eller -lengde vil også avhenge av mengde og type LOD-tiltak i området. Dette planlegges videre i detaljprosjekteringen.