

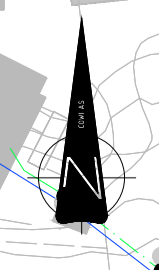
Filnavn: D:\2525000\A257258\10-BHM\Veinma\Lay_GH00.dwg Xref: I kant.dwg I eksist.vg.dwg Landskapsplan 1.dwg I GH00.dwg
 Formath: A1
 Plottet: JKSK 02.11.2023 22:36

TEGNFORKLARING: EKSISTERENDE

- VANNLEDNING —
- OVERVANNsledning - - -
- SPILLVANNsledning - - -
- AVLØP FELLEsledning - - -
- PUMPELEDNING → → → →

- KUM/BRANNKUM ○ ●
- SANDFANG MED GATESLUK
- SANDFANG MED BUET RIST
- TRYKKREDUKSJONSKUM
- PUMPEKUM

Rev.	Dato	Revideringen gjelder			Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.	
SKANSKA EIENDOMSUTVIKLING AS				Tegnet av	JKSK		Saksbehandler	JKSK	
Fondveggen				Sidemanskontr.	BEZC		Oppdragsansvarlig	BEZC	
VA-Rammeplan Eksisterende VA				Fag	VA		Målestokk	1:750 (A1)	
				Dato	01.11.2023		Status	Planfase	
				Oppdragsnr.	A257258		Tegning nr.	GH01	
				Rev.			Rev.		





MERKNADER:

1. Grønne arealer er områder hvor det er aktuelt å etablere regnbødd eller andre infiltrasjonsløsninger.
2. Påkobling til kommunal vann- og spillvann i Midtunvegen er markert med A.
3. Spredningsgrøft på vestsiden av planområdet bidrar til diffus avrenning av overvann.

TEGNFORKLARING:

	EKSISTERENDE	PROSJEKTERT
VANNLEDNING KOMMUNAL	— (solid blue)	— (dashed blue)
VANNLEDNING PRIVAT	— (solid blue)	— (dashed blue)
OVERVANNsledning	— (dashed black)	— (dashed black)
SPILLVANNsledning	— (dashed green)	— (dashed green)
AVLØP FELLEsledning	— (dashed red)	— (dashed red)
PUMPEledning	— (dashed green with arrows)	— (dashed green with arrows)
SPREDNINGSGRØFT	— (dashed red)	— (dashed red)
KUM/BRANNKUM	○ (red)	○ (red)
SANDFANG	⊠ (black)	⊠ (black)
PUMPEKUM	⊙ (black)	⊙ (black)
FORDRØYNINGSMAGASIN	■ (blue)	■ (blue)
AREAL MED MULIGHET FOR REGNBØDD	■ (green)	■ (green)
TUNNEL	— (dashed black)	— (dashed black)

Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
SKANSKA EIENDOMSUTVIKLING AS			Tegnet av	JKSK	Saksbehandler	JKSK
FONDVEGGEN			Sidemanskontr.	BEZC	Oppdragsansvarlig	BEZC
VA-Rammeplan			Fag	VA	Målestokk	1:750 (A1)
Planlagt VA med utomhusplan			Dato	02.11.2023	Status	PLANFASE
Oppdragsnr.		A257258	Tegning nr.		GH02	Rev.
COWI		RIF		GH02		Rev.

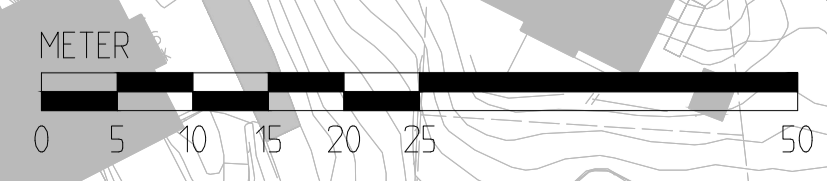
Formath. A1 Filnavn: D:\257258\000\A257258_10-BHM\Vegetation\A1.dwg Xref: I kant.dwg I eksist.vegdwg Landskapsplan 1.dwg I gh.dwg I nedstusfelt.dwg
 Plottet: JKSK 03.11.2023 00:00



TEGNFORKLARING:

EKSISTERENDE	PROSJEKERT
VANNLEDNING KOMMUNAL	
KUM/BRANNKUM	
BRANNDKNING	

Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
SKANSKA EIENDOMSUTVIKLING AS			Tegnet av	JKSK	Saksbehandler	JKSK
FONDVEGGEN			Sidemannskont.	BEZC	Oppdragsansvarlig	BEZC
VA-Rammeplan Brannvannsdekning			Fag	VA	Målestokk	1:750 (A1)
			Dato	02.11.2023		
			Oppdragsnr.	A257258	Status	PLANFASE
			Tegning nr.		Rev.	GH03



Formatt: A1
 Filnavn: D:\215000\A257258\10-BHM\Kommune\VA-Brannvannsdekning\VA-Rammeplan\VA-Rammeplan.dwg
 Xref: I kart.dwg I eksist.vadwg Landskapsplan 1.dwg I GH.dwg I nedslagsfelt.dwg
 Plottet: JKSK 03.11.2023 00:13



MERKNADER:

1. Det antas at områder øst for planlagt veg på planområdet, samt tak har avrenning mot fordrøyningsmagasin.
2. Det antas at magasin lengst sør har avrenning fra felt 1 og 1/3 av felt 2.
3. Det antas at midtre magasin har avrenning fra 2/3 av felt 2.
4. Det antas at nordre magasin har avrenning fra felt 3, felt 4 og deler av felt 5.
5. Resterende avrenning fra felt 5 og felt 6 er tilnærmet lik eksisterende situasjon, og vil ikke ledes til eget magasin.
6. Maksimal utslipp fra magasin styres av nedstrøms kapasitet, basert på eksisterende situasjon

TEGNFORKLARING:	EKSISTERENDE	PROSJEKTERT
FLOMVEI		
AVRENNING		
AREAL MED MULIGHET FOR REGNBED		
FORDRØYNINGSMAGASIN		
OVERVANNsledning		
SPREDNINGSGRØFT		
SANDFANG		

Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
SKANSKA EIENDOMSUTVIKLING AS			Tegnet av	JKSK	Saksbehandler	JKSK
FONDVEGGEN			Sidemanskontr.	BEZC	Oppdragsansvarlig	BEZC
VA-Rammeplan			Fag	VA	Målestokk	1:750 (A1)
Avrenningskart			Dato	02.11.2023		
COWI			Oppdragsnr.	A257258	Status	PLANFASE
			Tegning nr.		Rev.	
					GH04	

Filnavn: G:\2\25000\A257258\10-BHM\Veinma\1ay_GH.dwg Xref: I kart.dwg I eksist.vardwg Landskapsplan 1.dwg I GH.dwg I nedslagsfelt.dwg
 Format: A1
 Plott: JKSK 02.11.2023 23:48

Overvannsberegninger – Fondveggen

Beregningsmodeller

Nedbør-Avløpsmodell

Den rasjonelle metode benyttes for overvannsberegninger for planområdet. Metoden baserer seg på Formel 1.

Formel 1: Den rasjonelle formel

$$Q = C * i * A$$

Q – Avrenning i l/s

C – Avrenningskoeffisient

i – Nedbørsintensitet i $\frac{l}{s * ha}$

A – Areal i hektar (ha)

Basert på dette er det mulig å beregne avrenningen fra hver flatetype innenfor ett nedslagsfelt. En mer normal metode er å regne ut en midlet avrenningskoeffisient C . Formelen for dette er vist i Formel 2.

Formel 2: Midlere avrenningskoeffisient

$$C_{midl} = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Fordrøyningsvolum

Nødvendig fordrøyningsvolum beregnes med regnenvelopmetoden med konstant utløp. Det konstante utløpet baseres på avrenning for før-situasjon for nedbørsfeltene. Den generelle formelen for nødvendig fordrøyningsvolum er vist i Formel 3.

Formel 3: Generell formel for nødvendig fordrøyningsvolum

$$V_{fordrøying} = V_{inn} - V_{ut}$$

Situasjon før utbygging

Overvannsberegningene for planområdet er utført med grunnlag i nedbørsfelt og avrenningslinjer i programmet SCALGO. Planområdet er delt mellom to overordnede nedbørsfelt vist i Figur 1 og Figur 2, med areal på henholdsvis 67700 m² og 100000 m². Rød linje på figurene viser nedbørsfeltets hovedavrenningslinje.



Figur 1: Nedbørsfelt i nord



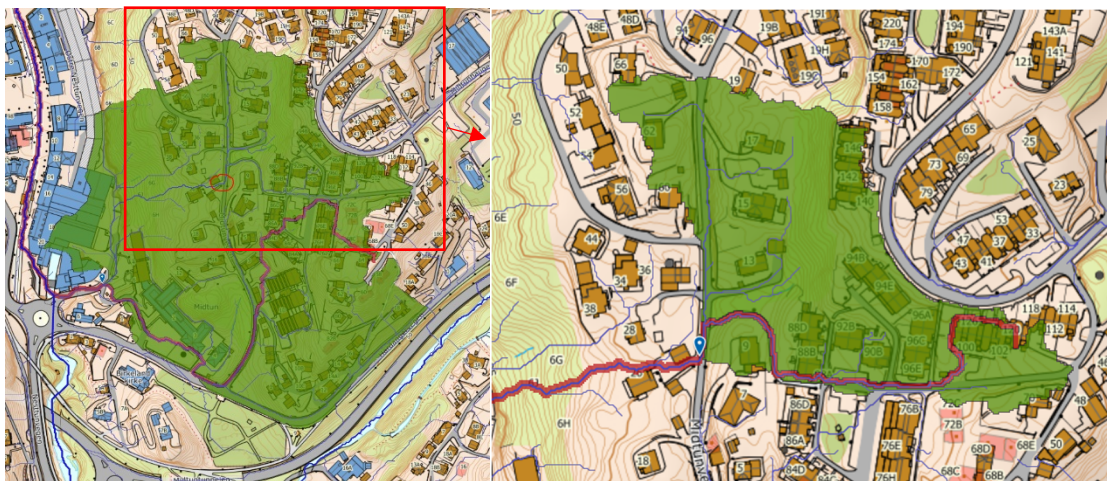
Figur 2: Nedbørsfelt i sør

De overnevnte avrenningslinjene påvirkes ikke av utbygging for planområdet, skissert på Figur 3.



Figur 3: Overordnede avrenningslinjer (Hvite linjer)

Ved nærmere sjekk av det sørlige nedbørsfeltet definert i Figur 2, er det en avrenningslinje som renner gjennom planområdet, med ett oppstrøms nedbørsfelt. Både det kritiske punktet og nedbørsfelt er vist i Figur 4.



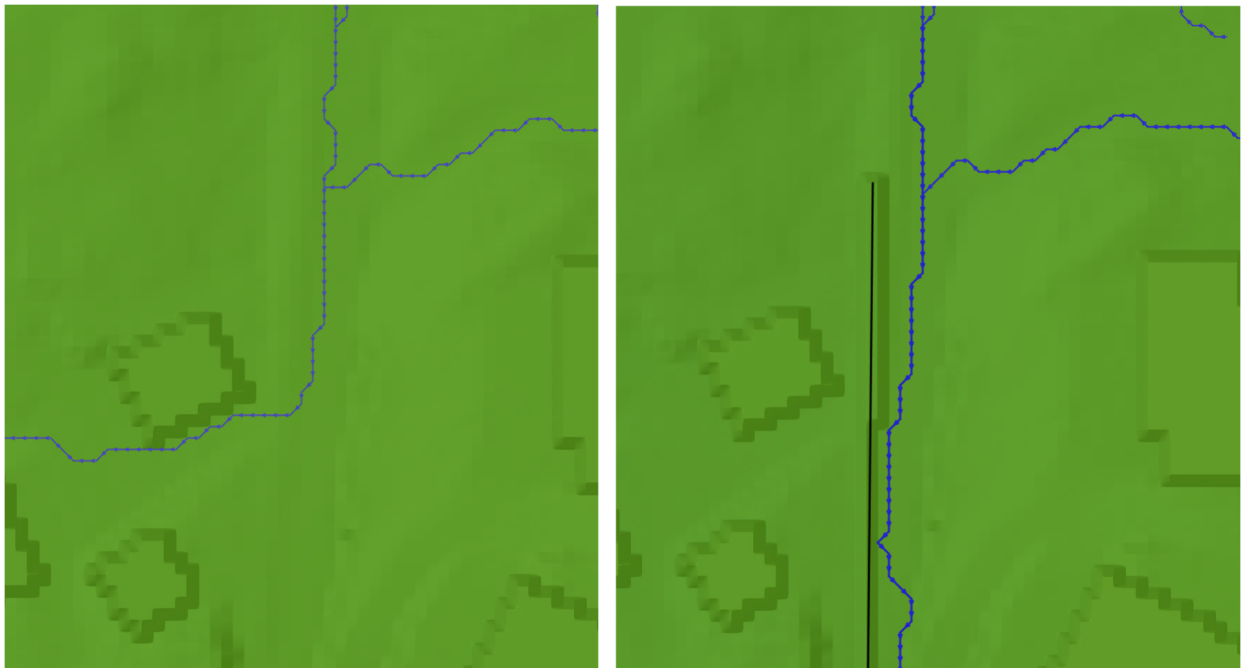
Figur 4: Krittisk punkt og dets oppstrøms nedbørsfelt

Ved å se nærmere på punktet hvor avrenningslinjene går fra Midtunvegen og vestover mot planområdet, er det nedsenket kantstein, vist på Figur 5.



Figur 5: Nedsenket kantstein ved kritisk punkt sett mot sør.

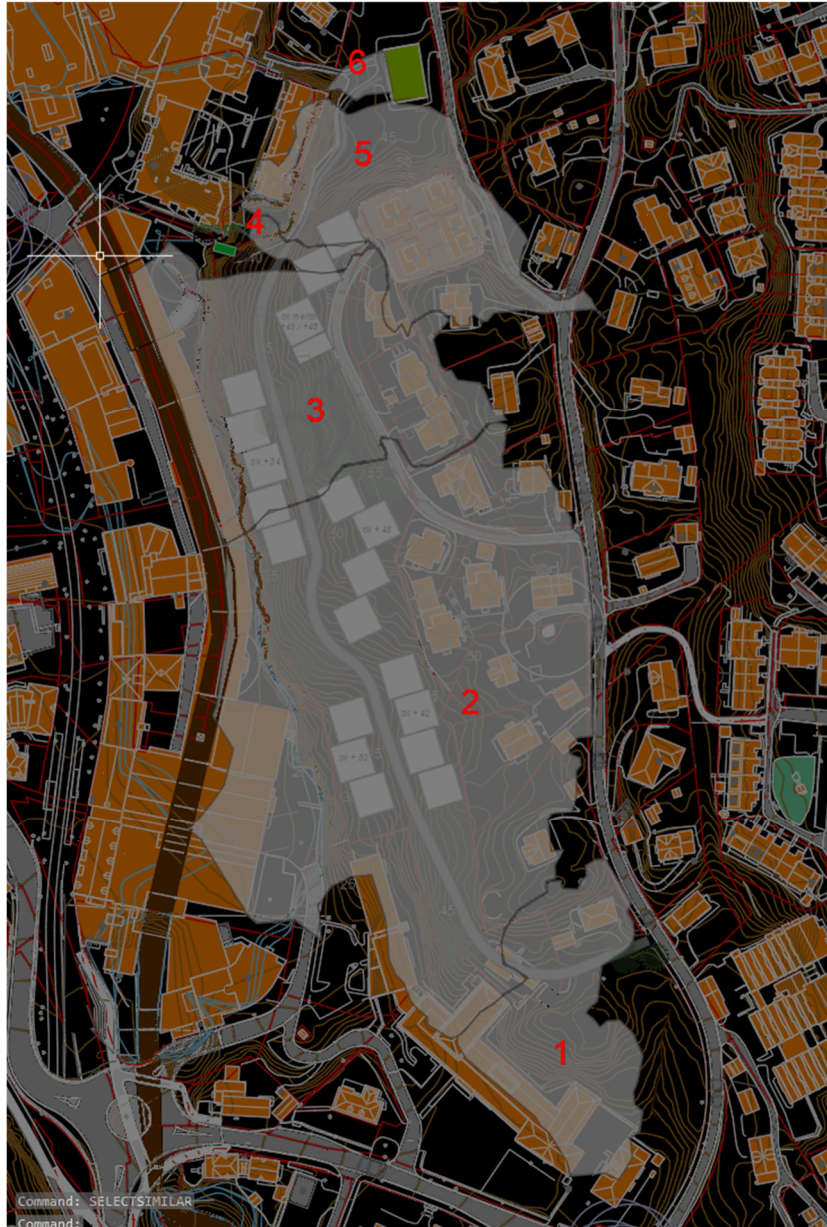
Vannet vil i dette området ha bevegelse i sørgående retning, og det er rimelig å anta at mesteparten av vannet vil fortsette nedover vegbanen. Ved store vannmengder vil vannet trolig renne over kantstein og vestover inn mot planområdet, men ikke i det omfang som gjengis av SCALGO. Eksisterende terreng i SCALGO er benyttet i analysen, og små høydeforskjeller og detaljer, slik som kantsteinen i dette tilfellet, blir ofte ikke godt nok gjengitt i høydemodellen. Det er derfor valgt å legge inn kunstig opphøyning i dette området, for å avskjære avrenningslinjen. Nedbørsfeltene som er aktuelle å beregne vannmengder fra på planområdet gir dermed ett bedre bilde av faktisk avrenningssituasjon. Figur 6 viser påvirkning på avrenningslinjen når kunstig kant er tilført i høydemodellen.



Figur 6: Avrenningslinje før og etter kunstig kant er lagt inn

Nedbørsfelt

Videre i analysen er nedbørsfeltene som påvirkes av utbygging benyttet i overvannsberegningene. Disse vises på Figur 7. Nedbørsfeltene er nummerert fra sør til nord, og vil i det videre bli henvist som nedbørsfelt 1, nedbørsfelt 2,, nedbørsfelt 6.



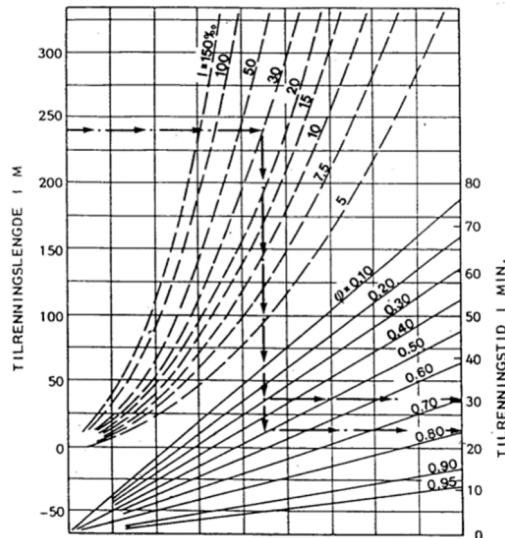
Figur 7: Nedbørsfelt påvirket av planområdet

Tabell 1 viser de aktuelle parametrene for hvert av nedbørsfeltene hentet fra SCALGO.

Tabell 1: Feltparametre for nedbørsfelt

Feltparametre/Nedbørsfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Areal (m ²)	5329	26600	9482	466	6342	311
Skog andel (%)	25 %	28 %	48 %	60 %	6 %	0 %
Bebyggd og samferdsel andel (%)	75 %	72 %	52 %	40 %	94 %	100 %
Feltlengde (m)	220,2	299,8	211,2	65,4	218,0	30,4
Helning gjennomsnitt (%)	9,3 %	13,1 %	21,4 %	48,2 %	20,4 %	59,8 %

Utifra disse parametrene estimeres konsentrasjonstid for hvert felt. Nomogrammet gitt i vedlegg C3 i Bergen kommunes VA-norm, vist i Figur 8. Her brukes feltlengde, helning og avrenningskoeffisient for å estimere tilrenningstid.



Figur 8: Nomogram for beregning av konsentrasjonstid. Hentet fra vedlegg C3 i Bergen kommunes VA-norm

Tabell 2: Estimert konsentrasjonstid for hvert delfelt

Feltparametre/Nedbørfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Feltlengde (m)	220,2	299,8	211,2	65,4	218	30,4
Helning gjennomsnitt (%)	9,3 %	13,1 %	21,4 %	48,2 %	20,4 %	59,8 %
C_midl før-situasjon	0,73	0,72	0,66	0,68	0,78	0,80
Konsentrasjonstid (min)	18	20	16	8	12	4

Tabell 2 viser estimert konsentrasjonstid fra nomogrammet. C_{midl} for før-situasjon er beregnet basert på arealtypene hentet fra SCALGO. Detaljert beregning for hvert felt er vist i vedlegg xx. Verifisering av avlesningene på nomogrammet er gjort ved å benytte formler for konsentrasjonstid gitt i Statens Vegvesens håndbok V240.

Formel 4: Konsentrasjonstid for naturlige felt fra Berg et al. (1992)

$$t_k = 0.6 * L_f * \Delta h^{-0.5} + 3000 * A_{SE}$$

Formel 5: Konsentrasjonstid for urbane felt fra Berg et al. (1992)

$$t_k = 0.02 * L_F^{1.15} * \Delta h^{-0.39}$$

Formel 6: Konsentrasjonstid fra Norem et al. (2015)

$$t_k = K * L_F * \Delta h^{-0.5}$$

t_k – Konsentrasjonstid i min
 Δh – Høydeforskjell i feltet i meter
 A_{SE} – Effektiv sjøprosent
 K – Overflatekoeffisient

Formel 4 og Formel 5 blir ofte benyttet til å beregne konsentrasjonstid for henholdsvis naturlig og urbane felt. Bruk av disse for de aktuelle feltene vist i Figur 7, ga konsentrasjonstider som, basert på topografi og flatetyper, kan karakteriseres som veldig høye (Formel 4) eller veldig lave (Formel 5). Formel 6 ble derfor testet da denne har mulighet til å justeres basert på flatetyper i det aktuelle området. Resultatene fra de ulike formlene er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Konsentrasjonstider for hvert nedbørsfelt med ulike formler.

Feltparametre/Nedbørsfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Feltlengde (m)	220,2	299,8	211,2	65,4	218,0	30,4
Høydeforskjell (m)	20,5	27,9	19,6	6,1	20,3	2,8
Effektiv sjøprosent (%)	0	0	0	0	0	0
K-verdi	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Konsentrasjonstid (min)						
Berg et al. (1992) - Naturlige felt	29,2	34,1	28,6	15,9	29,0	10,8
Berg et al. (1992) - Urbane felt	3,0	3,9	3,0	1,2	3,0	0,7
Norem et al. (2015)	14,6	17,0	14,3	8,0	14,5	5,4

Verdien for K brukt i Formel 6 er estimert til 0.3 basert på forslag gitt i Håndboken V240. Beregningene basert på Formel 6 gir den mest troverdige konsentrasjonstiden for de aktuelle feltene. Konsentrasjonstid for bruk i videre beregninger velges derfor konservativt, og det verdiene i siste rad av Tabell 3 velges derfor videre. Aktuell konsentrasjonstid og derav nedbørsvarighet er rundes til nærmeste varighet gitt på aktuell IVF-kurve. Det antas derfor også at konsentrasjonstid ikke endre seg nevneverdig i etter-situasjon, og dimensjonerende regnvarighet vil være lik for både før- og etter-situasjon i de videre beregningene.

Avrenning før-situasjon

Noen vanlige verdier for C for ulike flatetyper er vist i Figur 9.

Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger o.l.)	0,85 - 0,95
Bykjerne	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområder	0,60 - 0,80
Eneboligområder	0,50 - 0,70
Grusveier/-plasser	0,50 - 0,80
Industriområder	0,50 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark	0,30 - 0,50
Fjellområde uten lyng og skog	0,50 - 0,80
Fjellområde med lyng og skog, steinet og sandholdig grunn	0,30 - 0,50

Figur 9: Avrenningskoeffisienter for ulike flatetyper (Hentet fra VA normen i Bergen Kommune)

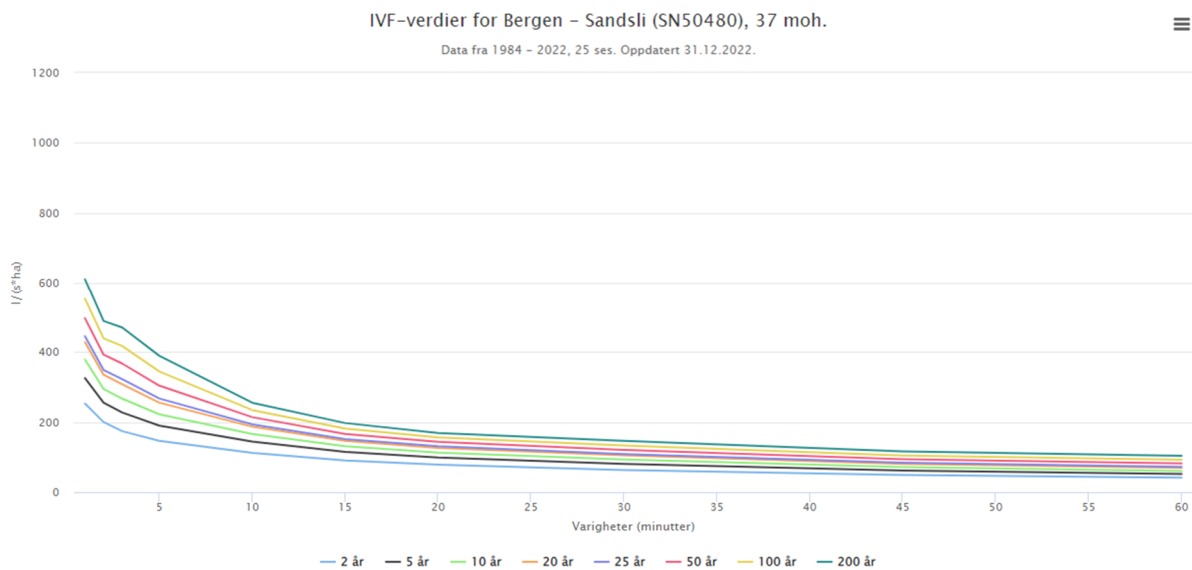
For eksisterende situasjon er arealfordelingen i SCALGO lagt til grunn for valg av avrenningskoeffisienter. Planområdet er gitt typen "lukket boligområde", der dimensjonerende

gjentaktsintervall er satt til 20 år. Gjentaktsintervall for ulike områdetyper i henhold til Bergen kommune er vist i Figur 10.

Dimensjonerende regnskylhyppighet (gjentaktsintervall) ¹ (1 i løpet av n år)	Områdetype	Dimensjonerende oversvømmeshyppighet (gjentaktsintervall) ² (1 i løpet av n år)
2 år	Ubebygde område (åpent)	10 år
10 år 20 år	Boligområde - Åpent - Lukket	20 år 30 år
20 år 30 år	By-/sentrumsområde - Åpent - Lukket	30 år 50 år

Figur 10: Dimensjonerende gjentaktsintervall for ulike områdetyper iht VA-norm for Bergen kommune

Dimensjonerende regnintensitet er hentet fra IVF-kurve fra Bergen-Sandsli stasjon. IVF-kurvene for ulike regnvarigheter er vist i Figur 11.



Figur 11: IVF-kurver Bergen-Sandsli

Beregnet avrenning for hvert felt for før-situasjon er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Avrenning før-situasjon

Beregning/Nedbørfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Areal (ha)	0,53	2,66	0,95	0,05	0,63	0,03
Regnvarighet (min)	15 min	15 min	15 min	5 min	15 min	5 min
Intensitet $I/(s*ha)$	146,5	146,5	146,5	186,9	146,5	255,5
C_{midl} før-situasjon	0,73	0,72	0,66	0,68	0,78	0,80
$Q_{før}$ (l/s)	56,6	279,0	91,1	5,9	72,7	6,4

Situasjon etter utbygging

Ny situasjon er i stor grad nye veg- og takflater som øker avrenningen fra eksisterende skogsområder. I beregningen for ny situasjon er derfor nye arealer trukket fra skogsarealene. Grunnet store høydeforskjeller i feltene er øvre grense av avrenningskoeffisientene valgt. Arealer, C-verdier og beregninger lagt til grunn for C_{midl} til hvert felt er vist i eget Excel-regneark. Verdier er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Areal og C_{midl} verdier for før- og etter-situasjon i hvert felt

Feltparametre/Nedbørfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Areal (m ²)	5329	26600	9482	466	6342	311
C_{midl} før-situasjon	0,73	0,72	0,66	0,68	0,78	0,80
C_{midl} etter-situasjon	0,74	0,77	0,74	0,72	0,80	0,81

Avrenning for etter-situasjon er vist i Tabell 6, med en klimafaktor på 40% økning.

Tabell 6: Avrenning etter-situasjon

Beregning/Nedbørfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Areal (ha)	0,53	2,66	0,95	0,05	0,63	0,03
Regnvarighet (min)	15 min	15 min	15 min	5 min	15 min	5 min
Intensitet (l/(s*ha))	146,5	146,5	146,5	186,9	146,5	255,5
C_{midl} etter-situasjon	0,74	0,77	0,74	0,72	0,80	0,81
Klimafaktor	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Q_etter (l/s)	81,3	422,4	143,7	8,7	104,4	9,0

Fordrøyning av overvann – Regnenvelopmetoden

Nødvendig volum som må forsinkes og fordrøyes ut av hvert nedbørsfelt er beregnet ved bruk av regnenvelopmetoden med konstant utløp. Det konstante utløpet er satt til 90% av eksisterende avrenning, altså 90% av verdien $Q_{før}$ vist i **Error! Reference source not found.** Nødvendig beregnet volum gitt i m³ er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Beregnet fordrøyningsvolum med regnenvelopmetoden og konstant utløp

Beregning/Nedbørfelt	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6
Fordrøyningsvolum (m ³)	31,7	168,8	60,8	2,0	40,7	1,0