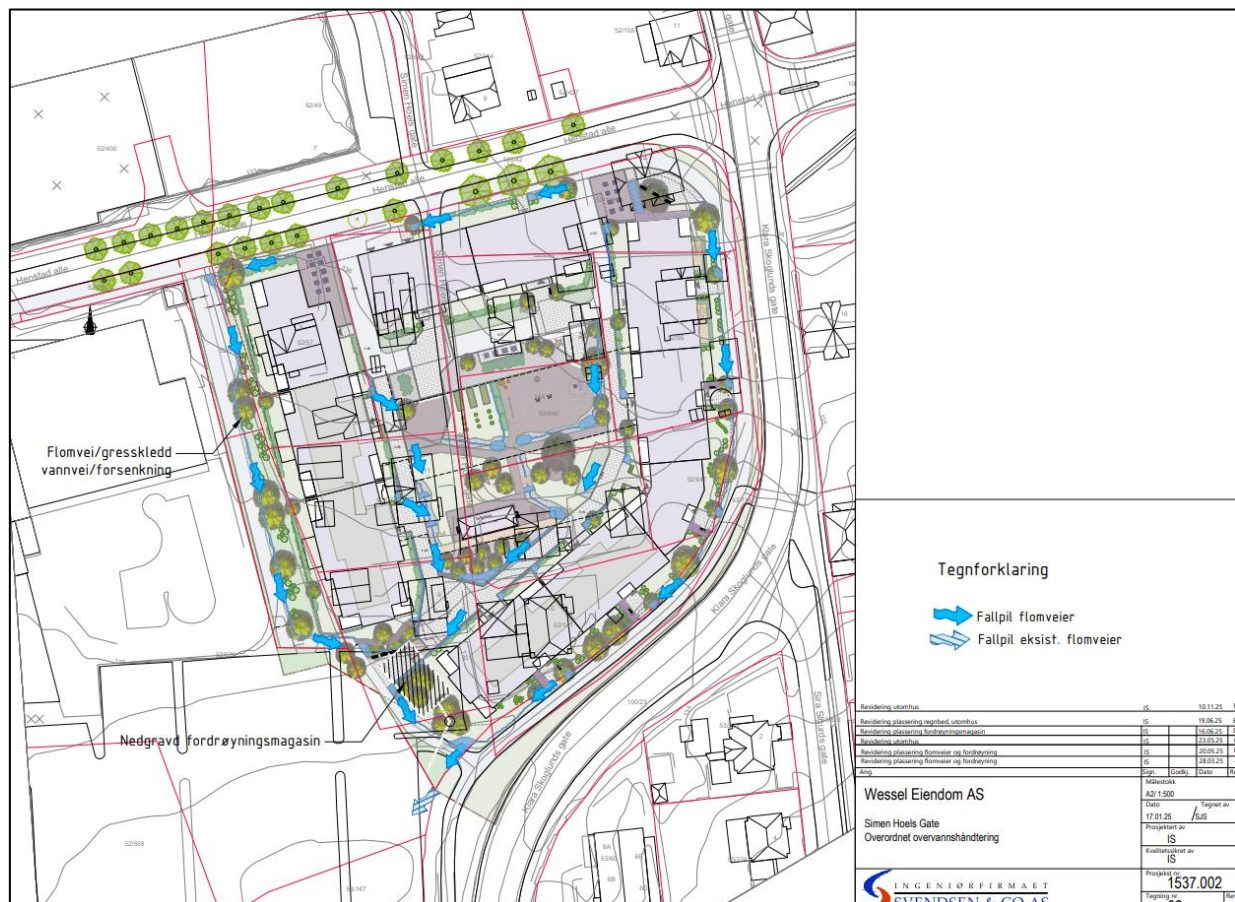


Til: Indre Østfold kommune, Vann og avløp
 Fra: Ingeniørfirmaet Svendsen & Co, ved Iselin Svendsen
 Dato: 17.01.25
 Revidering A: 28.03.25
 Revidering B: 07.05.25
 Revidering C: 16.06.25
 Revidering D: 19.06.25
 Revidering E: 12.08.25
 Revidering F: 29.08.25
 Revidering G: 11.11.25

Redegjørelse for overvann – Simen Hoels Gate

Overvannsreddegjørelsen for Simen Hoels Gate viser hvordan overvann håndteres lokalt og på en miljøtilpasset måte. Løsningene er utformet for å redusere avrenning, ivareta naturbaserte prinsipper og sikre trygge flomveier ved ekstreme nedbørshendelser.



Overvannsprosjektering for trinn 3

Innhold

Redegjørelse for overvann – Simen Hoels Gate.....	1
Sammendrag.....	3
Generelt om tomten og tilgjengelig areal	4
Grunnforhold.....	5
<i>Løsmasser</i>	5
<i>Infiltrasjon</i>	6
<i>Grunnvannsstand</i>	7
Hensyn til eksisterende flomveier og naboeiendommer.....	8
Forutsetninger for overvannshåndtering.....	10
<i>Norsk vann sin tre trinns strategi</i>	10
<i>Gjeldene bestemmelser for overvann</i>	10
<i>Fuktsikring av bygninger</i>	10
<i>Innvendige taknedløp – viktige forhold å merke seg</i>	10
Vurderte overvannsløsninger	11
Forutsetninger for overvannsberegninger	12
<i>Den rasjonelle formelen</i>	12
<i>Bruk av infiltrasjonsverdi i beregninger</i>	12
Konklusjon	17
<i>Begrunnelser og rammer</i>	17
<i>Trinn 1 (kommunens krav – «Fang opp og infiltrer alle regn ved 2 års gjentaksintervall») ..</i>	18
<i>Trinn 2 (kommunens krav – «Forsink og fordrøy regn med 25 års gjentaksintervall»)</i>	19
<i>Trinn 3 (kommunens krav – «Sikre trygge flomveier for regn med 200 års gjentaksintervall»).....</i>	20
Utløpskonsekvenser	21
Utbygget situasjon.....	22

Sammendrag

Denne redegjørelsen beskriver dagens overvannssituasjon, konsekvenser av tiltaket, og en redegjøring av tiltak for å sikre at hensyn til overvann er ivaretatt.

Overflateavrenning før tiltak er beregnet til 144 l/s, etter utbygging er denne redusert til 17 l/s ved nedbør med gjentakintervall på 25 år. **Beregnet volum som skal fordrøyes i nedgravd magasin er ca. 135 m³.** Det videreføres 5 l/s til kommunal overvannsledning. **Beregnet volum som skal fordrøyes på oppå terreng er ca. 150 m³.**

Det er tillagt et klimapåslag på 50%, i beregningene satt som klimafaktor 1,5.

Trinn 1: Regnbed og permeabelt dekke gir overvannet mulighet til å infiltrere ned i grunnen og opprettholde den naturlige vannbalansen i området.

Trinn 2: Nedgravde fordrøyningsmagasiner fordrøyer overvann fra tak. Regnbed fordrøyer overvann fra terreng og tak med utslipp oppå terreng.

Trinn 3: I en flomsituasjon vil vannet følge tomtens trygge flomveier som vist på Fig 17.

Summen av disse tiltakene vurderes til å bedre overvannssituasjonen fra dagens situasjon, til tross for utbygging og tillagt klimapåslag i beregningene. Overvannet fra egen eiendom håndteres på egen eiendom, urbane dreneringslinjer ledes i trygge flomveier. Det søkes om påslipp av 5 l/s overvann til kommunalt ledningsnett. Ved ekstremnedbør vil overvannet følge eiendommens trygge flomveier.

Generelt om tomten og tilgjengelig areal

Tomten er lokalisert i Indre Østfold kommune. Området består av eiendommene: 52/118, 52/95, 52/100, 52/640, 52/647, 52/98, 52/141, 52/120, 52/92, 52/57 og 52/94.

Området har et totalt areal på ca. 10500 m².



Fig 1 – Tiltakets plassering.

Grunnforhold

Løsmasser



Fig 2 - Løsmasseinndeling

Figur 2 viser løsmassegeologien i området som består av fyllmasser.

Dette er løsmasser som i hovedsak er transportert og avsatt av mennesker. Løsmassetypen finnes ofte i områder med nyere bygningsmasse og ved store veganlegg. Løsmassekartene gir kun en grov inndeling av typer løsmasser.

Infiltrasjon

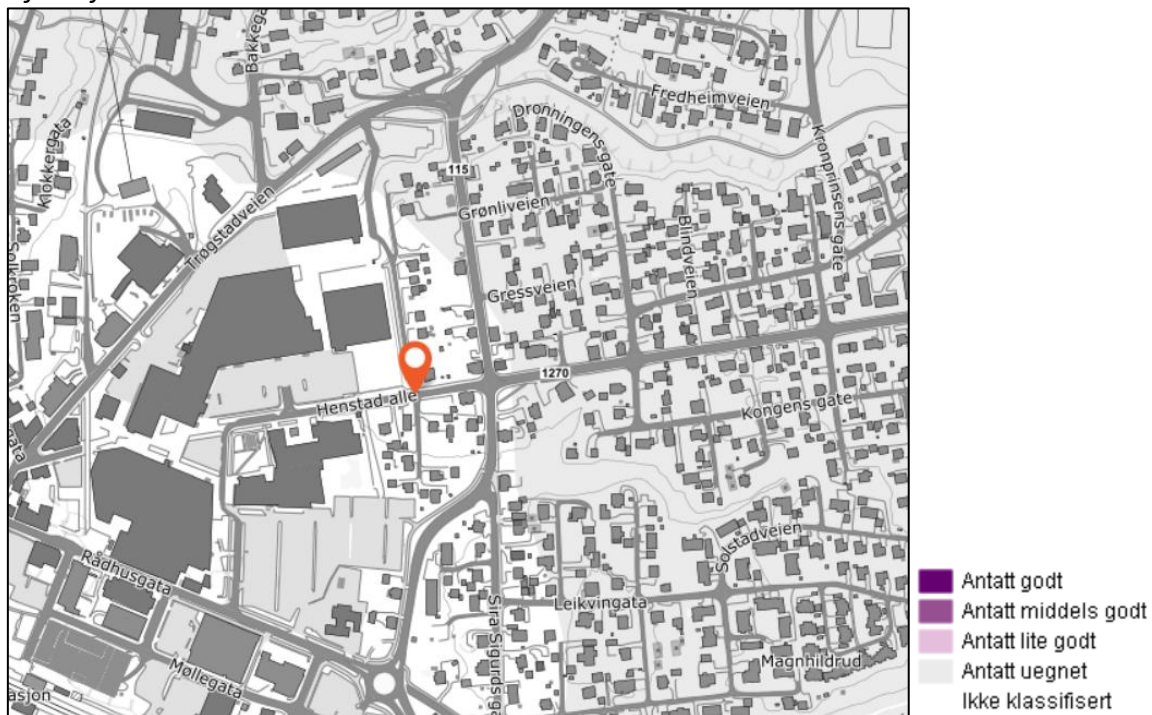


Fig 3 - Infiltrasjonsevne

Infiltrasjonskartet (Fig 3) viser at område ikke er klassifisert for infiltrasjon, men erfaringsmessig er områder som dette delvis bearbeidet og planert med ulike fyllmasser. Dette gir ofte en bedre infiltrasjonskapasitet enn løsmassekartene antyder. Slike forhold medfører at det kan benyttes overvannstiltak hvor infiltrasjon er en del av løsningen.

Hensyn til eksisterende flomveier og naboeiendommer

Kartutsnitt fra Scalgo Live (Fig. 5) viser nærliggende flomsoneer der disse finnes. For det aktuelle området er det ikke registrert flomsoneer i direkte tilknytning til eiendommen.

Scalgo Live er et digitalt verktøy for hydrologisk analyse som baserer seg på detaljerte høydedata (laser-/LiDAR-skanning) kombinert med nasjonale kartgrunnlag. Verktøyet simulerer hvordan vann beveger seg i terrenget ved ulike nedbørshendelser, og kan brukes til å identifisere naturlige avrenningslinjer, lavpunkter, flomsoneer og nedslagsfelt. Gjennom slike simuleringer kan man vurdere hvordan overvann ledes både i dagens situasjon og etter gjennomførte tiltak.

Eiendommen mottar i liten grad overvann fra omkringliggende arealer. Hoveddelen av avrenningen er dermed egenprodusert (takflater, tette dekker). Tiltakene vil derfor i hovedsak håndtere lokalt overvann, og redusere belastningen nedstrøms sammenlignet med dagens situasjon.

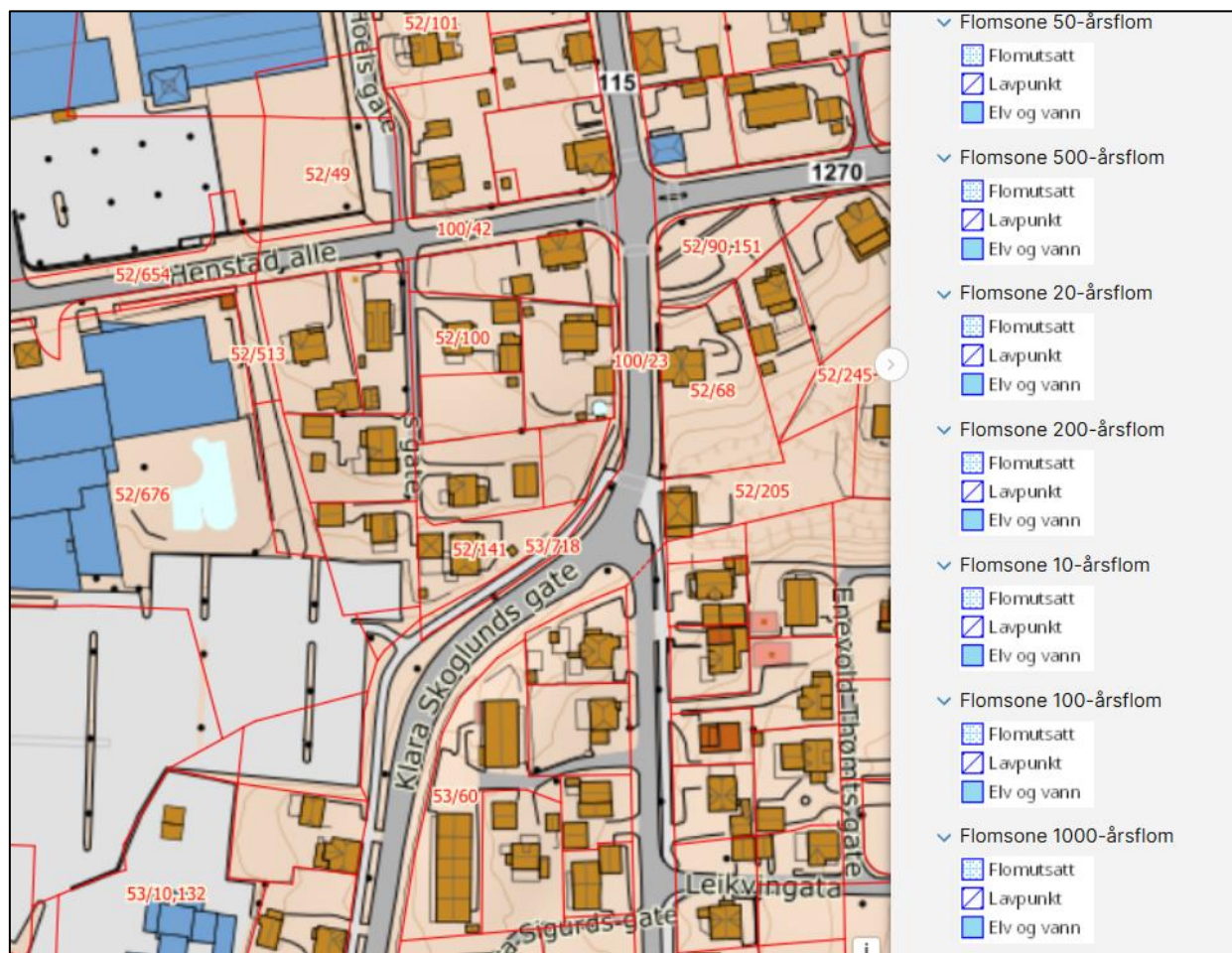


Fig 5 – Flomsoneer Scalgo Live.

Det er videre gjennomført en simulering i Scalgo Live for området (Fig. 6), som viser dagens naturlige avrenningsmønster. Etter etablering av lokale overvannstiltak (LOD) vil den normale avrenningen fra eiendommen mot tilstøtende eiendommer være marginal, og samlet belastning på naboeiendommer vil bli redusert sammenlignet med dagens situasjon.

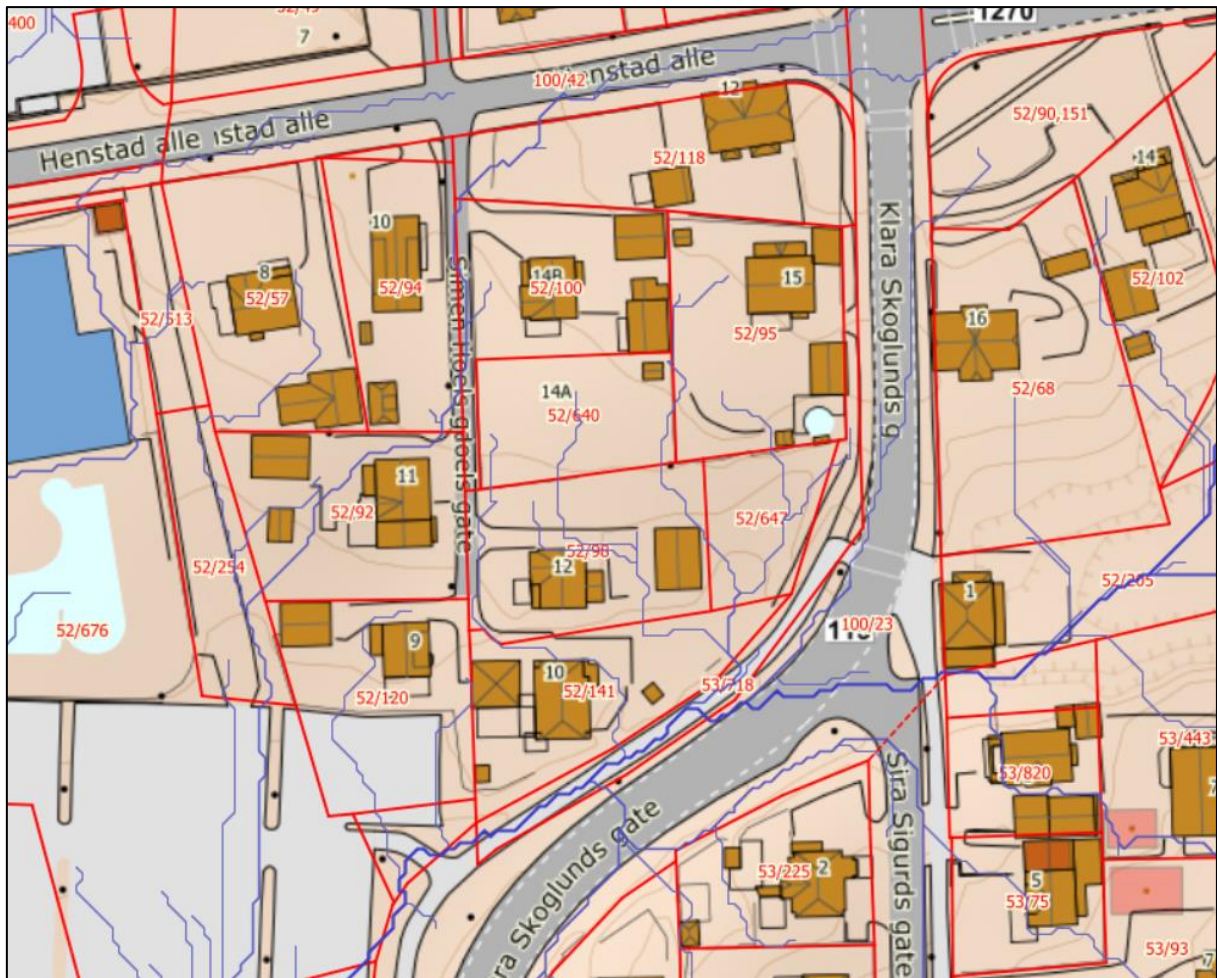


Fig 6 – Dagens avrenning Scalgo Live.

Forutsetninger for overvannshåndtering

«Overvann er en samlebetegnelse på vann som renner på overflaten som følge av nedbør og smeltevann. Håndtering av overvann har lenge foregått ved å lede det vekk i rør og videre til enten resipient eller renseanlegg. I nyere tid ønskes lokal overvannshåndtering grunnet klimaendringer, for liten kapasitet i ledningsnett, forringelse av ledningsnett og større andeler med tette flater. Denne metoden tar i bruk løsninger som infiltrerer, fordrøyer og sikrer at overvannet transporteres vekk via sikre flomveier. En god måte å håndtere overvannet på ivaretar sikkerhet mot skade på miljø, helse og infrastruktur.» (NOU2015/16)

Norsk vann sin tre trinns strategi

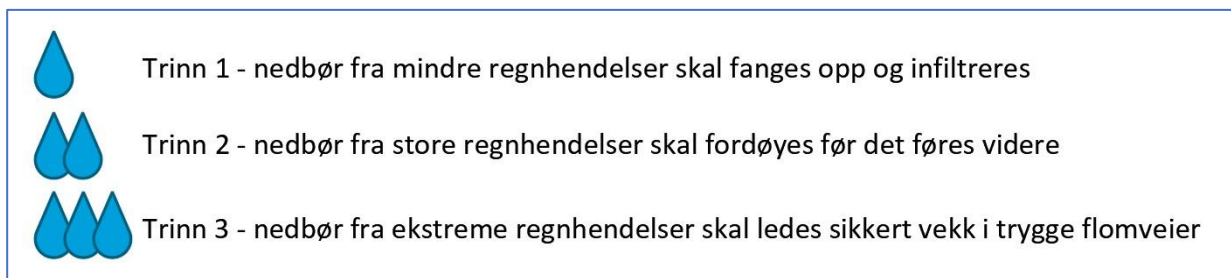


Fig 7 – Norsk vanns tretrinnsmodell – (Illustrasjon – SCO)

Gjeldene bestemmelser for overvann

Gjeldene bestemmelser for overvann er gitt i «Overvannsveileder for Indre Østfold kommune», mai 2020, revidert 17.juni 2024.

Fuktsikring av bygninger

Terrenget må opparbeides med fall slik at alt overvann renner bort fra byggverk, det må tas hensyn til at tilbakefyllingsmassene vil sette seg over tid. Etter at massene har satt seg, skal minimumfall vekk fra byggverk være minimum 1:50 i en avstand på minst 3 m fra vegg.

Dersom forhold ikke gjør dette mulig, må det vurderes avskjærende drengrofter eller andre tilpasninger. Drenering av yttervegger sikres ved tilbakefylling med drenerende masser slik at overflatevann ikke blir stående mot veggen. (Byggforskserien blad 514.221)

Innvendige taknedløp – viktige forhold å merke seg

Ved valg av innvendige taknedløp er det viktig å sikre at disse er dimensjonert og konstruert for å tåle trykk. Under enkelte værhendelser kan både ledningsnett (ved påslipp) og grunnen (ved infiltrasjon) være midlertidig overbelastet. Dette kan føre til at vann blir stående i taknedløpene før det går i overløp på taket. For å unngå skader bør det derfor velges løsninger som håndterer trykkpåvirkning og har forsvarlige overløpsmuligheter.

Vurderte overvannsløsninger

Løsning	Fordeler	Ulemper	Egnet for aktuell tomt
Regnbed	Naturbasert, høy infiltrasjon og rensing, visuelt tiltalende	Krever plass, fungerer dårlig i tette masser/leire	Egnet der det er areal tilgjengelig og moderat infiltrasjonsevne
Grønt tak	Reduserer avrenning ved små regn, forbedrer mikroklima, estetisk	Begrenset effekt ved store regn, krever bærekonstruksjon	Egnet på bygg med tilstrekkelig taklast og ved små til moderate regnhendelser
Permeable dekker	Håndterer regn der det faller, god infiltrasjon og magasinerer under dekke	Kan tette seg, krever drift/vedlikehold, ikke egnet for tung trafikk	Egnet på gårdsplasser, parkering med lette kjøretøy
Infiltrasjonsgrøft/vadi	Enkel løsning, bremser hastighet, kan kombineres med vegetasjon	Krever plass, forutsetter infiltrasjonsdyktige masser	Egnet i skrånende terreng med permeabel grunn
Åpen dam/fordrøyningsbasseng	Tar store volum, fungerer som forsinkelse/flomkontroll, kan gi biologisk mangfold	Krever mye plass, sikkerhetsutfordringer, estetikk	Egnet i større bolig- eller næringsprosjekter med tilgjengelig friareal
Bekkeåpning	Gjenoppretter naturlig vannløp, økologiske gevinster	Kostbart, krever plass, ofte komplisert reguleringsmessig	Egnet der lukket bekk finnes og tomt gir rom for åpning
Vegetasjonssoner	Naturlig infiltrasjon og rensing, lavkost	Begrenset kapasitet ved store regn	Egnet som supplement ved avrenning mot grøntarealer/resipient
Trær med fordrøyningsmagasin	Gir fordamping, infiltrasjon og klimatilpasning, estetisk	Kostbart per enhet, liten kapasitet alene	Egnet som tilleggstiltak i urbane områder
Nedgravd fordrøyningsmagasin (plastkassetter, rør, betong)	Tar store volum på liten flate, under bakken	Ingen rensing, kostbart, vanskelig ved høyt grunnvann	Egnet på små tomter med lite overflateareal
Sandfang/oljeutskiller	Rensing før infiltrasjon/påslipp, standard teknisk løsning	Ingen fordrøyning, bare rensing	Egnet som del av kombinasjonsløsning
Tette basseng	Kontrollert utløp, fordrøyning der infiltrasjon ikke er mulig	Ingen infiltrasjon, behov for plass og vedlikehold	Egnet der grunnforhold ikke tillater infiltrasjon
Blå tak	Midlertidig magasinerer på tak, jevner ut avrenning, nyttig i urbane strøk	Krever konstruksjonsmessig tilpasning og overvåkning, ikke egnet på alle bygg	Egnet i tett bystruktur med liten plass på bakken
Leder overvann på overflaten, reduserer hastighet, kan kombinere infiltrasjon og estetikk	Krever plass, må sikres mot erosjon	Egnet i skrånende terreng med tilstrekkelig areal	

Forutsetninger for overvannsberegninger

I etterfølgende overvannsberegninger er kun overflater innenfor tiltaksgrensen inkludert i beregningene.

Den rasjonelle formelen

For beregning av vannmengder er den rasjonelle formelen benyttet:

$$Q = \varphi \times A \times I \times kf$$

$$Q = \text{vannmengde (l/s)}$$

$$\varphi = \text{avrenningskoeffisient}$$

$$A = \text{areal (ha)}$$

$$I = \text{nedbørintensitet (l/s*ha)}$$

$$kf = \text{klimafaktor, satt til 1,5}$$

Nedbørdata																
Returperioder(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000m ²) (l/s*ha)																
3030 FREDRIKSTAD																
Data fra 1970 - 2016, 30 ses. Oppdatert 01.01.2025.																
Antall sesonger: 30																
Gjentaksintervall [år]	Nedbørintensitet [l/sha]	Regnvarighet [min]														
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720
2	216,6	187,2	166,1	138,5	98,4	78,2	66,9	53,3	40,1	32,6	24,1	20,5	16,1	10,6	6,6	4
5	318,4	274,8	246,6	206,5	147,7	117,2	100,3	78	58,4	47,1	33,7	27,8	21,7	14,1	8,7	5,3
10	388,6	334,9	299,6	254,1	182,9	144,4	123,4	95,1	71,3	57,1	40,4	32,8	25,5	16,4	10	6,2
20	458,6	392,8	352,2	303,3	217,7	171,8	146,3	111,8	84,4	67,4	47,3	37,7	29,3	18,7	11,3	7,1
25	481,3	411,8	368,9	318,3	229	181,1	153,5	117	88,9	70,6	49,6	39,2	30,5	19,4	11,7	7,3
50	552,5	470,7	425,2	366,4	266,5	209	176,9	133,4	102,3	81,2	56,7	44,2	34,2	21,6	12,9	8,2
100	630,4	530,4	480,7	417	303,9	237,9	201	150,4	115,9	92,4	64,5	49,4	37,9	23,8	14,1	9
200	711,3	592,5	544,1	470,6	343,7	268,2	225,6	166,8	130,2	104,4	72,4	54,6	41,9	26,1	15,2	9,9

Fig 8 – Nedbørsdata benyttet.

Bruk av infiltrasjonsverdi i beregninger

I beregningsarket benyttes infiltrasjonsverdi som grunnlag for å vurdere lokal håndtering av overvann. Verdien beskriver jordas evne til å ta imot vann og fastsettes basert på stedlige grunnforhold og eventuelle infiltrasjonstester.

For beregningene anvendes **Hortons ligning**, som beskriver hvordan infiltrasjonskapasiteten avtar over tid fra en startverdi til en mettet infiltrasjonsverdi. Dette gir et mer realistisk bilde av infiltrasjonsevnen under nedbørshendelser og danner grunnlaget for dimensjonering av infiltrasjonsløsninger.

Utomhusplan gir oss disse arealene for tak

Felt for tiltak				Felt etter tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²	Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Tiltaksområde	2488	0,60	1493	Bygg med innvendige taknedløp	1636	0,9	1472
2073/165	0	0,20	0	Grønne tak med innvendige taknedløp	852	0,5	426
Totalt	2488	0,60	1493	Grønt	0	0,3	0
				Permeabelt	0	0,6	0
				Totalt	2488	0,76	1898

Fig 9 – Sammensetning nedbørfelt.

Avrenning etter tiltak - rasjonell metode																			
Areal:		0,2488 ha																	
Avrenningsfaktor:		0,76																	
Konsentrasjonstid:		10 min																	
Klimafaktor:		1,5																	
Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund										Beregning uten bruk av klimafaktor									
Areal:		2488 m ²		Avrenningsfaktor:				0,76		Konsentrasjonstid:				10 min		Klimafaktor:		1,0	
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																	
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440		
Gjentaksintervall (år)	2	4	7	9	13	19	15	13	10	8	6	5	4	3	2	1			
	5	6	10	14,0	19,6	28,0	22,2	19,0	14,8	11,1	8,9	6	5	4	3	2			
	10	7	13	17,1	24,1	34,7	27,4	23,4	18,1	13,5	10,8	8	6	5	3	2			
	20	9	15	20,1	28,8	41,3	32,6	27,8	21,2	16,0	12,8	9	7	6	4	2			
	25	9	16	21,0	30,2	43,5	34,4	29,1	22,2	16,9	13,4	9	7	6	4	2			
	50	10	18	24,2	34,8	50,6	39,7	33,6	25,3	19,4	15,4	11	8	6	4	2			
	100	12	20	27,4	39,6	57,7	45,2	38,2	28,6	22,0	17,5	12	9	7	5	3			
200	14	22	31,0	44,7	65,2	50,9	42,8	31,7	24,7	19,8	14	10	8	5	3				
Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund										Beregning med bruk av klimafaktor									
Areal:		2488 m ²		Avrenningsfaktor:				0,76		Konsentrasjonstid:				10 min		Klimafaktor:		1,5	
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																	
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440		
Gjentaksintervall (år)	2	6	11	14	20	28	22	19	15	11	9	7	6	5	3	2			
	5	9	16	21	29	42	33	29	22	17	13	10	8	6	4	2			
	10	11,1	19,1	25,6	36,2	52,1	41,1	35,1	27,1	20,3	16,3	12	9	7	5	3			
	20	13,1	22,4	30,1	43,2	62,0	48,9	41,7	31,8	24,0	19,2	13	11	8	5	3			
	25	13,7	23,5	31,5	45,3	65,2	51,6	43,7	33,3	25,3	20,1	14	11	9	6	3			
	50	15,7	26,8	36,3	52,2	75,9	59,5	50,4	38,0	29,1	23,1	16	13	10	6	4			
	100	18,0	30,2	41,1	59,4	86,5	67,7	57,2	42,8	33,0	26,3	18	14	11	7	4			
200	20,3	33,7	46,5	67,0	97,9	76,4	64,2	47,5	37,1	29,7	21	16	12	7	4				

Fig 10 – Avrenningsberegninger etter utbygging, med og uten klimafaktor (Rasjonell formell med hensyntatt konsentrasjonstid)

Avenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.						Høyeste spissavrenning før tiltak	34,2 l/s						
						Høyeste spissavrenning etter tiltak	0,0 l/s						
Areal	2488	m ²											
Avrenningsfaktor	0,76												
Beregnet redusert areal	1898	m ²											
Gjentaksintervall/returperiode	25	år											
Klimafaktor	1,5												
Tilført fra andre tilstøtende felt	0	l/s											
Prosjektert fordrøyningsvolum	135	m ³	Fordrøyningsmagasin										
Videreført til offentlig nett	5	l/s	Dette føres til offentlig nett										
Prosjektert areal for infiltrasjon	30	m ²	Antall bunn magasin										
Konsentrasjonstid	10	min											
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)	2488	Avrenningskoeffis 0,76											
Gjentaksinter	25	Klimafaktor: 1,5											
Nedbørsdata			Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet				Spissavrenning			
Regnvarighet (min)	Nedbærintensitet (l/s ² ha)	Nedbærintensitet med klimafaktor (l/s ² ha)	Nedbær inn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal (l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig nett/resipient (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volumdifferanse: (Vol. inn - (Vol. ut + Vol. fordr.) (m ³))	Spissavrenning før tiltak (l/s)	Spissavrenning etter fordrøyning (l/s)
1	481	722	8	0	8	1	0	2	2	135	0	7	0,00
2	412	618	14	0	14	1	0	2	2	135	0	12	0,00
3	369	553	19	0	19	1	0	2	2	135	0	17	0,00
5	318	477	27	0	27	1	0	2	3	135	0	24	0,00
10	229	344	39	0	39	1	1	3	4	135	0	34	0,00
15	181	272	46	0	46	1	1	4	5	135	0	27	0,00
20	154	230	52	0	52	1	1	5	6	135	0	23	0,00
30	117	176	60	0	60	1	2	6	8	135	0	17	0,00
45	89	133	68	0	68	1	3	8	11	135	0	13	0,00
60	71	106	72	0	72	1	3	11	14	135	0	11	0,00
90	50	74	76	0	76	1	5	15	20	135	0	7	0,00
120	39	59	80	0	80	1	7	20	26	135	0	6	0,00
180	31	46	94	0	94	1	10	29	39	135	0	5	0,00
360	19	29	119	0	119	1	21	56	76	135	0	3	0,00
720	12	18	144	0	144	1	41	110	151	135	0	2	0,00
1440	7	11	180	0	180	1	82	218	300	135	0	1	0,00

Fig 11 – Beregning av fordrøyningsvolum (Enkel regnenvolpmetode med konstant utløp, VA-miljøblad 69)

Utomhusplan gir oss disse arealene for terreng

Felt før tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Tiltaksområde	8012	0,60	4807
2073/165	0	0,20	0
Totalt	8012	0,60	4807

Felt etter tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Bygg med utvendige taknedløp ca.	1000	0,9	900
Tett	1080	0,8	864
Grønt	4972	0,3	1492
Permeabelt	960	0,6	576
Totalt	8012	0,48	3832

Fig 9a – Sammensetning nedbørfelt.

Avrenning etter tiltak - rasjonell metode																	
Areal:		0,8012 ha															
Avrenningsfaktor:		0,48															
Konsentrasjonstid:		10 min															
Klimafaktor:		1,5															
Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund																	
Beregning uten bruk av klimafaktor																	
Areal:		8012 m ²				Avrenningsfaktor: 0,48				Konsentrasjonstid: 10 min				Klimafaktor: 1,0			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjennomsnitt (år)	2	8	14	19	27	38	30	26	20	15	12	9	8	6	4	3	2
	5	12	21	28,3	39,6	56,6	44,9	38,4	29,9	22,4	18,0	13	11	8	5	3	2
	10	15	26	34,4	48,7	70,1	55,3	47,3	36,4	27,3	21,9	15	13	10	6	4	2
	20	18	30	40,5	58,1	83,4	65,8	56,1	42,8	32,3	25,8	18	14	11	7	4	3
	25	18	32	42,4	61,0	87,7	69,4	58,8	44,8	34,1	27,1	19	15	12	7	4	3
	50	21	36	48,9	70,2	102,1	80,1	67,8	51,1	39,2	31,1	22	17	13	8	5	3
	100	24	41	55,3	79,9	116,4	91,2	77,0	57,6	44,4	35,4	25	19	15	9	5	3
	200	27	45	62,5	90,2	131,7	102,8	86,4	63,9	49,9	40,0	28	21	16	10	6	4
Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund																	
Beregning med bruk av klimafaktor																	
Areal:		8012 m ²				Avrenningsfaktor: 0,48				Konsentrasjonstid: 10 min				Klimafaktor: 1,5			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjennomsnitt (år)	2	12	22	29	40	57	45	38	31	23	19	14	12	9	6	4	2
	5	18	32	43	59	85	67	58	45	34	27	19	16	12	8	5	3
	10	22,3	38,5	51,7	73,0	105,1	83,0	70,9	54,7	41,0	32,8	23	19	15	9	6	4
	20	26,4	45,2	60,7	87,2	125,1	98,7	84,1	64,3	48,5	38,7	27	22	17	11	6	4
	25	27,7	47,3	63,6	91,5	131,6	104,1	88,2	67,2	51,1	40,6	29	23	18	11	7	4
	50	31,8	54,1	73,3	105,3	153,2	120,1	101,7	76,7	58,8	46,7	33	25	20	12	7	5
	100	36,2	61,0	82,9	119,8	174,7	136,7	115,5	86,4	66,6	53,1	37	28	22	14	8	5
	200	40,9	68,1	93,8	135,7	197,5	154,1	129,7	95,9	74,8	60,0	42	31	24	15	9	6

Fig 10a – Avrenningsberegninger etter utbygging, med og uten klimafaktor (Rasjonell formell med hensyntatt konsentrasjonstid)

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.			Høyeste spissavrenning før tiltak	110,1	l/s								
			Høyeste spissavrenning etter tiltak	17,5	l/s								
Areal	8012	m ²											
Avrenningsfaktor	0,48												
Beregnet redusert areal	3832	m ²											
Djentaeksintervallreturperiode	25	år											
Klimafaktor	1,5												
Tilført fra andre tilstøtende felt	0	l/s											
Prosjektert fordrøyningsvolum	150	m ³	Fordrøyning på terreng										
Videreført til offentlig nett		l/s											
Prosjektert areal for infiltrasjon	60	m ²	Antall bunn løsninger										
Konsentrasjonstid	10	min											
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)	8012	Avrenningskoeffis 0,48											
Djentaeksinter	25	Klimafaktor: 1,5											
Nedbørsdata			Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet							
Regnvarighet (min)	Nedbærintensitet (l/s*ha)	Nedbærintensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbær inn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal (l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig netthesipient (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volumdifferanse: (Vol. ut + Vol. fordr.) (m ³)	Spissavrenning før tiltak (l/s)	Spissavrenning etter fordrøyning (l/s)
1	481	722	17	0	17	2	0	0	0	150	0	23	0,00
2	412	618	28	0	28	2	0	0	0	150	0	40	0,00
3	369	553	38	0	38	2	0	0	0	150	0	53	0,00
5	318	477	55	0	55	2	1	0	1	150	0	77	0,00
10	229	344	79	0	79	2	1	0	1	150	0	110	0,00
15	181	272	94	0	94	2	2	0	2	150	0	87	0,00
20	154	230	106	0	106	2	2	0	2	150	0	74	0,00
30	117	176	121	0	121	2	3	0	3	150	0	56	0,00
45	89	133	138	0	138	2	5	0	5	150	0	43	0,00
60	71	106	146	0	146	2	7	0	7	150	0	34	0,00
90	50	74	154	0	154	2	10	0	10	150	0	24	0,00
120	39	59	162	0	162	2	14	0	14	150	0	19	0,00
180	31	46	189	0	189	2	21	0	21	150	19	15	17,53
360	19	29	241	0	241	2	41	0	41	150	50	9	11,15
720	12	18	290	0	290	2	82	0	82	150	58	6	6,72
1440	7	11	262	0	262	2	164	0	164	150	48	4	4,50

Fig 11a – Beregning av fordrøyningsvolum (Enkel regnvelopmetode med konstant utløp, VA-miljøblad 69)

Prosjekterte fordrøyningsløsninger

Konklusjon

Begrunnelser og rammer

- Planområdet mottar ikke vesentlig tilrenning fra ovenforliggende nedbørfelt.
- Det er gitt tillatelse til påslipp til kommunalt overvannsnett, innenfor kapasitet og fastsatte påslippskrav.
- Bebyggelsen består av boligblokker over parkeringskjeller, noe som gir begrenset areal for infiltrasjon.
- Overvann fra tak skal fordrøyes i nedgravd magasin med regulert påslipp til offentlig nett.
- Overvann fra terreng skal håndteres lokalt i åpne løsninger (regnbet/vadi), med infiltrasjon der grunnforholdene tillater det.
- Overvannssystemet skal følge Norsk Vanns tretrinnsstrategi, med tiltak for små regn, mellomstore regn og ekstremnedbør.
- Ved ekstreme nedbørshendelser skal flomvann ledes i trygge overflateveier, uten risiko for skade på bygg eller ulempe for naboer.
- Dimensjonering av fordrøyningsvolum og påslipp skal skje iht. kommunens VA-norm og overvannsveileder, med klimafaktor 1,5.

Tiltaket innebærer etablering av ny blokkbebyggelse med underliggende parkeringskjeller og opparbeidede grøntområder på taket av kjelleren. Disse grøntarealene vil ha behov for vanning i tørre perioder, og det vurderes derfor som aktuelt å benytte overvann som supplement til vanningsformål.

For å ivareta dette prinsippet uten å påføre tiltaket unødvendig høye kostnader, planlegges overvannsløsningene slik at de kan tilpasses et fremtidig gjenbrukssystem. Det legges altså opp til en teknisk og plassmessig tilrettelegging, men ikke nødvendigvis etablering av fullt system for vannopsamling og distribusjon i denne fasen.

Dette innebærer for eksempel at:

- Regnbet og fordrøyningsmagasin dimensjoneres og plasseres slik at de kan benyttes som kilde for vanning, dersom det senere ønskes etablert pumper eller tappemulighet.
- Regnvann fra takflater kan føres via infiltrasjonskummer eller fordrøyningsmagasin med overløp, slik at vannet forsinkes og eventuelt gjenbrukes til vanning ved behov.
- Overvann prioriteres brukt lokalt for infiltrasjon og vegetasjonsetablering fremfor å ledes direkte til kommunalt nett.

Det presiseres at løsningen i denne fasen skal utformes på et overordnet nivå, og at eventuell teknisk tilrettelegging for vanning og gjenbruk av overvann kan vurderes nærmere i detaljprosjekteringen. Eventuelle tiltak for vannlagring og pumpesystemer må dimensjoneres og kostnadsberegnes i senere fase dersom tiltakshaver ønsker å etablere dette.

For å oppfylle tre-trinns strategien basert på Norsk vanns rapport 2008/162, løses dette på følgende måte:

Trinn 1 (kommunens krav – «Fang opp og infiltrer alle regn ved 2 års gjentaksintervall»)

Tiltak som regnbed, vadi og permeable/grønne dekker fanger opp de mindre regnhendelsene og legger til rette for infiltrasjon til grunnen. Dette bidrar til å opprettholde den naturlige vannbalansen og grunnvannstanden i området.

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.				Høyeste spissavrenning før tiltak		62,0 l/s							
				Høyeste spissavrenning etter tiltak		0,0 l/s							
Areal	10500	m ²											
Avrenningsfaktor	0,55												
Beregnet redusert areal	5730	m ²											
Gjentaksintervall/returperiode	2	år											
Klimafaktor	1,5												
Tilført fra andre tilstøtende felt	0	l/s											
Prosjektert fordrøyningsvolum	285	m ³	Fordrøyning over og under terreng										
Videreført til offentlig nett	5	l/s	Dette føres til offentlig nett										
Prosjektert areal for infiltrasjon	90	m ²	Antall bunn løsninger										
Konsentrasjonstid	10	min											
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)	10500	Avrenningskoeffis	0,55										
Gjentaksinter	2	Klimafaktor:	1,5										
Nedbørsdata			Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet			Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volumdifferanse: Vol.inn - (Vol.ut + Vol.fordr) (m ³)	Spissavrenning før tiltak (l/s)	Spissavrenning etter fordrøyning (l/s)	
Regnvarighet (min)	Nedbørintensitet (l/s*ha)	Nedbørintensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbørrinn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal (l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig netthresipient (m ³)					Samlet volum ut fra feltet (m ³)
1	217	325	11	0	11	3	0	2	2	285	0	14	0,00
2	187	281	19	0	19	3	0	2	2	285	0	24	0,00
3	166	249	26	0	26	3	1	2	2	285	0	31	0,00
5	139	208	36	0	36	3	1	2	3	285	0	44	0,00
10	98	148	51	0	51	3	2	3	5	285	0	62	0,00
15	78	117	60	0	60	3	3	4	6	285	0	49	0,00
20	67	100	69	0	69	3	3	5	8	285	0	42	0,00
30	53	80	82	0	82	3	5	6	11	285	0	34	0,00
45	40	60	93	0	93	3	8	8	16	285	0	25	0,00
60	33	49	101	0	101	3	10	11	21	285	0	21	0,00
90	24	36	112	0	112	3	15	15	30	285	0	15	0,00
120	21	31	127	0	127	3	21	20	40	285	0	13	0,00
180	16	24	149	0	149	3	31	29	58	285	0	10	0,00
360	11	16	197	0	197	3	62	56	117	285	0	7	0,00
720	7	10	245	0	245	3	123	110	233	285	0	4	0,00
1440	4	6	297	0	297	3	246	218	464	285	0	3	0,00

Fig 13 – Beregning av avrenning ved trinn 1, 2 års nedbør

Trinn 2 (kommunens krav – «Forsink og fordrøy regn med 25 års gjentakintervall»)

Regnbed (med angitt plassering og areal vist på Fig. 17 og 18) benyttes for å fordrøye overvann fra både takflater og terreng. For å unngå frostpåvirkning av betongkonstruksjoner etableres regnbedet med infiltrasjonssluk og slissede drensledninger. Disse sikrer en jevn fordeling av overvannet til stedlige, drenerende masser under frostfri dybde.

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.						Høyeste spissavrenning før tiltak		144,3 l/s					
						Høyeste spissavrenning etter tiltak		0,0 l/s					
Areal	10500	m ²											
Avrenningsfaktor	0,55												
Beregnet redusert areal	5730	m ²											
Gjentaksintervallreturperiode	25	år											
Klimafaktor	1,5												
Tilført fra andre tilstøtende felt	0	l/s											
Prosjektert fordrøyningsvolum	285	m ³											
Videreført til offentlig nett	5	l/s											
Prosjektert areal for infiltrasjon	90	m ²											
Konsentrasjonstid	10	min											
						Fordrøining over og under terreng Dette føres til offentlig nett Antatt bunn løsninger							
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)	10500	Avrenningskoeffis 0,55											
Gjentaksinter	25	Klimafaktor: 1,5											
Nedbørsdata			Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet							
Regnvarighet (min)	Nedbørintensitet (l/s*ha)	Nedbørintensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbør inn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal(l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig nett/resipient (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volumdifferanse: (Vol. inn - (Vol. ut + Vol. fordr)) (m ³)	Spissavrenning før tiltak (l/s)	Spissavrenning etter fordrøining (l/s)
1	481	722	25	0	25	3	0	2	2	285	0	30	0,00
2	412	618	42	0	42	3	0	2	2	285	0	52	0,00
3	369	553	57	0	57	3	1	2	2	285	0	70	0,00
5	318	477	82	0	82	3	1	2	3	285	0	100	0,00
10	229	344	118	0	118	3	2	3	5	285	0	144	0,00
15	181	272	140	0	140	3	3	4	6	285	0	114	0,00
20	154	230	158	0	158	3	3	5	8	285	0	97	0,00
30	117	176	181	0	181	3	5	6	11	285	0	74	0,00
45	89	133	206	0	206	3	8	8	16	285	0	56	0,00
60	71	106	218	0	218	3	10	11	21	285	0	44	0,00
90	50	74	230	0	230	3	15	15	30	285	0	31	0,00
120	39	59	243	0	243	3	21	20	40	285	0	25	0,00
180	31	46	283	0	283	3	31	29	59	285	0	19	0,00
360	19	29	360	0	360	3	62	56	117	285	0	12	0,00
720	12	18	434	0	434	3	123	110	233	285	0	7	0,00
1440	7	11	542	0	542	3	246	238	464	285	0	5	0,00

Fig 14 – Beregning av avrenning ved trinn 2, 25 års nedbør

Trinn 3 (kommunens krav – «Sikre trygge flomveier for regn med 100 års gjentakintervall»)

I en flomsituasjon vil vannet følge tomtens trygge flomveier som vist på Fig 18. Terrenget må opparbeides slik at overvannet blir transportert slik det er vist på Fig 17. Flomavrenningen reduseres med 83% fra dagens situasjon, til tross for klimapåslag på 50 %.

Ved ekstreme regnhendelser (100-års regn med klimapåslag) håndteres overvannet gjennom trygge, definerte flomveier på tomten. Avrenningen ledes i kontrollerte traséer til eksisterende naturlig avrenningslinje i terreng, og videre mot resipient.

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.						Høyeste spissavrenning før tiltak		191,5 l/s					
						Høyeste spissavrenning etter tiltak		32,6 l/s					
Areal	10500	m ²											
Avrenningsfaktor	0,55												
Beregnet redusert areal	5730	m ²											
Gjentaksintervall/returperiode	100	år											
Klimafaktor	1,5												
Tilført fra andre tilstøtende felt	0	l/s											
Prosjektert fordrøyningsvolum	285	m ³	Fordrøyning over og under terreng										
Videreført til offentlig nett	5	l/s	Dette føres til offentlig nett										
Prosjektert areal for infiltrasjon	90	m ²	Antall bunn løsninger										
Konsentrasjonstid	10	min											
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)	10500	Avrenningskoeffis	0,55										
Gjentaksinter	100	Klimafaktor:	1,5										
Nedbørsdata			Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet				Volumdifferanse:		Spissavrenning	
Regnvarighet (min)	Nedbørentensitet (l/s*ha)	Nedbørentensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbør inn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal(l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig nett/resipient (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Vol.inn-Vol.ut+Vol.fordr (m ³)	Spissavrenning før tiltak (l/s)	Spissavrenning etter fordrøyning (l/s)
1	630	946	33	0	33	3	0	2	2	285	0	40	0,00
2	530	796	55	0	55	3	0	2	2	285	0	67	0,00
3	481	721	74	0	74	3	1	2	2	285	0	91	0,00
5	417	626	108	0	108	3	1	2	3	285	0	131	0,00
10	304	456	157	0	157	3	2	3	5	285	0	191	0,00
15	238	357	184	0	184	3	3	4	6	285	0	150	0,00
20	201	302	207	0	207	3	3	5	8	285	0	127	0,00
30	150	226	233	0	233	3	5	6	11	285	0	95	0,00
45	116	174	269	0	269	3	8	8	16	285	0	73	0,00
60	92	139	286	0	286	3	10	11	21	285	0	58	0,00
90	65	97	299	0	299	3	15	15	30	285	0	41	0,00
120	49	74	306	0	306	3	21	20	40	285	0	31	0,00
180	38	57	352	0	352	3	31	29	59	285	8	24	32,58
360	24	36	442	0	442	3	62	56	117	285	40	15	20,46
720	14	21	524	0	524	3	123	110	233	285	6	9	12,12
1440	9	14	668	0	668	3	246	238	484	285	0	6	0,00

Fig 15 – Beregning av avrenning ved trinn 3, 100 års nedbør.

	Dimensjonerende vannføring for 2- års regn (l/s)	Dimensjonerende vannføring for 25- års regn (l/s)	Dimensjonerende vannføring for 100- års regn (l/s)
Før utbygging	62	144	191
Etter utbygging	0	0 l/s totalt (17 l/s på terreng, slukplassering prosjekteres i detaljprosjektering)	33

Utløpskonsekvenser

Overvannstiltakene som etableres på eiendommen har som hovedformål å redusere avrenning sammenlignet med dagens situasjon, og å lede gjenværende vann videre på en kontrollert og sikker måte.

Flomveier og naboeiendommer

Etter etablering av tiltakene videreføres overvann i samme trasé som i dagens situasjon. Det ledes dermed ikke vann til nye arealer eller eiendommer, men i de eksisterende naturlige avrenningslinjene. For å redusere risiko for erosjon og skader etableres erosjonssikring i utløp mot naboeiendom.

Effekt på nedstrøms resipienter

Tiltakene bidrar til å forsinke og redusere toppvannføringen. Dermed avlastes nedstrøms ledningsnett, grøfter og resipienter. Samlet sett innebærer dette en forbedring av dagens situasjon, da nedstrøms områder mottar lavere vannmengder med redusert hastighet.

Miljø- og naturhensyn

Ved dimensjonerende regnhendelser slippes fortsatt vann til resipient. Dette er i tråd med overvannsveilederens prinsipper om å opprettholde naturlig vannbalanse, samtidig som overløp skjer på en kontrollert måte. Vannmengden er redusert og risiko for negative konsekvenser på vegetasjon, dyreliv og nærliggende grøntområder er dermed begrenset.

Konklusjon

Utløpskonsekvensene er vurdert og ivaretatt gjennom valg av løsninger som både reduserer avrenningen, demper hastigheten på vannet og viderefører det i eksisterende traséer. Tiltakene anses å gi en samlet positiv effekt for nedstrøms eiendommer og resipienter sammenlignet med dagens situasjon.

Figuren (Fig 16) viser avrenningslinjen slik den fremstår i terrenget (kilde: Scalgo Live). Overvannet fra tiltakets eiendom følger samme naturlige avrenningsretning som i dagens situasjon, helt til resipient. Etter utbygging vil overvannstiltakene redusere vannmengden betydelig, men selve avrenningslinjen forblir uendret.

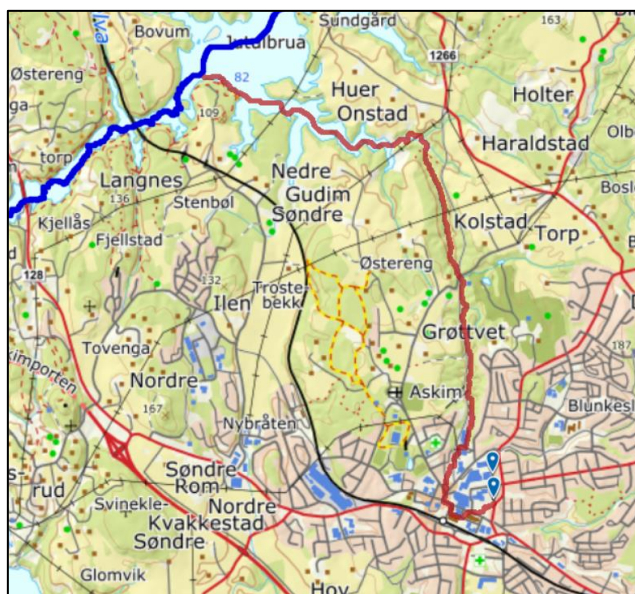


Fig 16 – Eksisterende flomvei fra kvartalet ender i Kolstadbekken

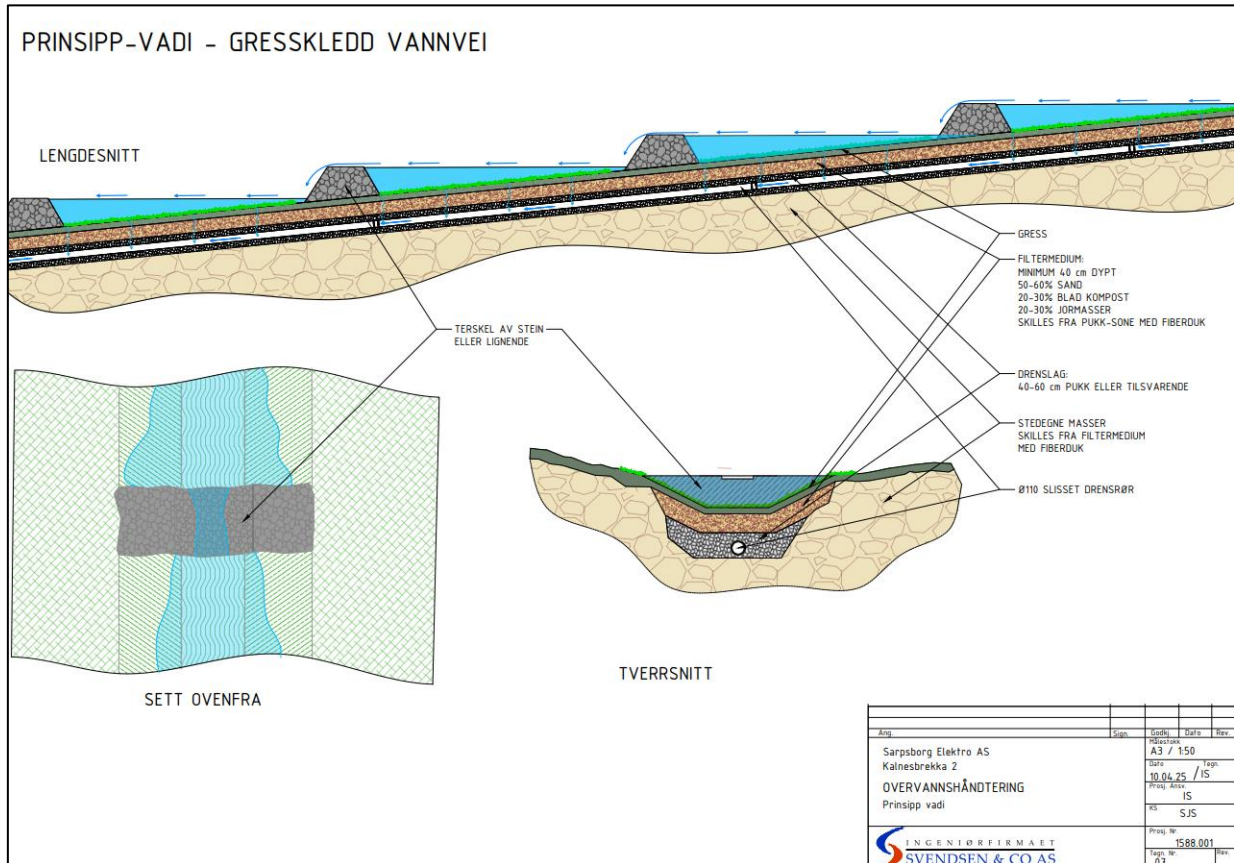


Fig 18 - Prinsipp for oppbygging av vadi

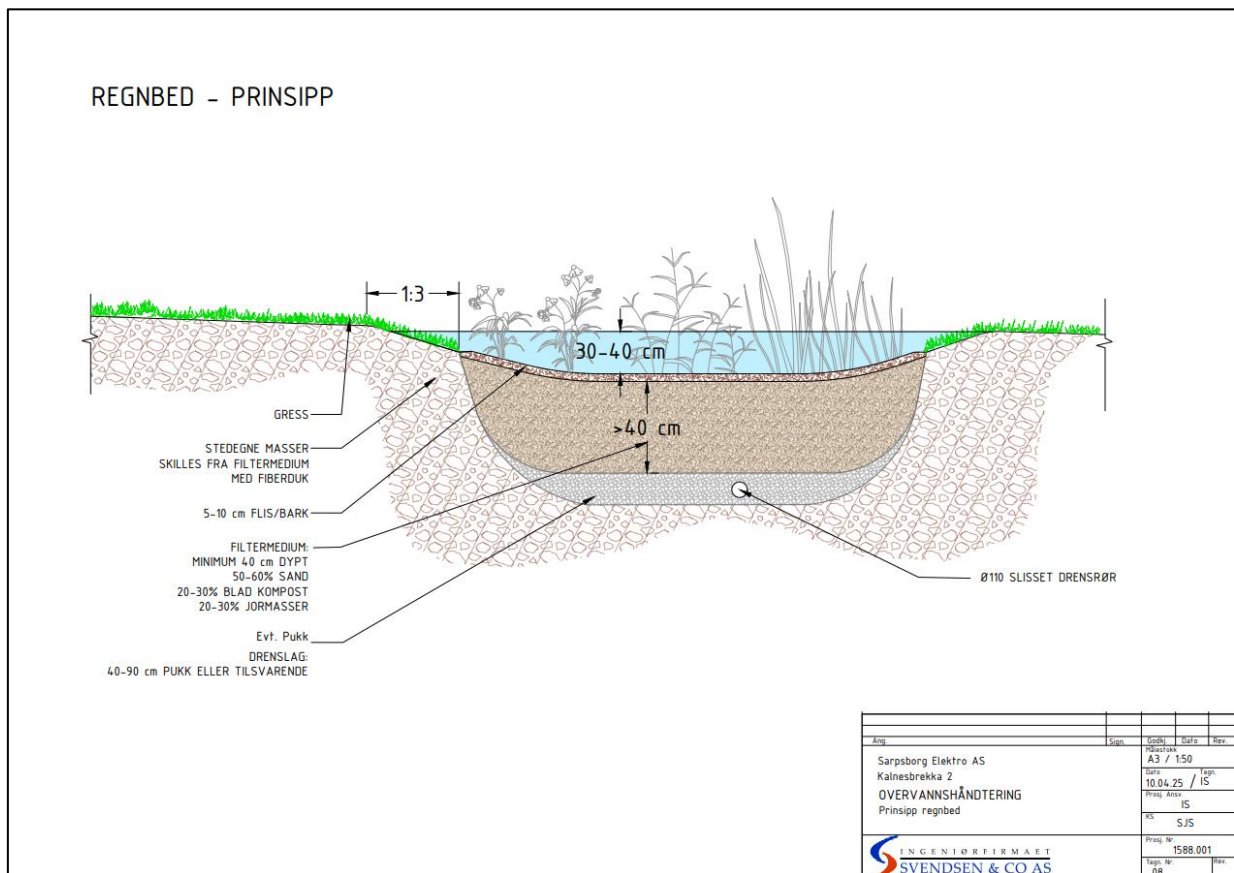


Fig 19 - Prinsipp for oppbygging av regnbed