

**Grimstad**

**Rapport overflatevannsberegning**

**Oppdragsnr.:** 10604

**Dokumentnr.:** 01

**Versjon:** 08

**Dato:** 17.07.2023

**Prosjektsinformasjon**

*Prosjektet består av en arealregulering i forbindelse med tomteutvikling på vik i Grimstad kommune. En slik utvikling krever korrekt overvannshåndtering som kan takle et 20 års returintervall med tanke på nedbør.*

*I rapporten foreligger en vurdering av mulige flomveier og overvannshåndtering. I høringsperioden vil det bli avklart om disse er gjennomførbare. Gjennom reguleringsbestemmelser er det satt krav til at endelig valgte løsninger detaljprosjekteres.*



EIENDOMSUTVIKLING · ARKITEKTUR PLAN ·  
BYGGESAK · JURIDISK BISTAND  
AVLØPSTEKNIKK · BYGGETEKNIKK ·  
GEOLOGI & GEOTEKNIKK

**Fagområde:** Overflatevannhåndtering

**Feltarbeid:** Sondre Smeland

**Rapport:** Sondre Smeland

**Revisjon:** Hans Petter Gilje

**Godkjenning:** Hans Petter Gilje

**Kundeinformasjon:**

HL - Eiendom AS

Postadr: Bjønneveien 9, 4879 Grimstad

Org. nr: 812 106 082

**Konsulentinformasjon:**

Gilje Byggrådgivning AS

Geologi & Geoteknisk rådgivning

Postadr: Vafjellveien 1, 4887 Grimstad

Org nr: 896 262 122

Tlf: 468 35 094

Epost: [sondre@giljebyggraadgivning.no](mailto:sondre@giljebyggraadgivning.no)

[www.giljebyggraadgivning.no](http://www.giljebyggraadgivning.no)

Prosjekt/ tiltaksområdet: Solbakken Allè, Grimstad

Gr/bnr: 24/62 og 226

Kunde: HL - Eiendom AS

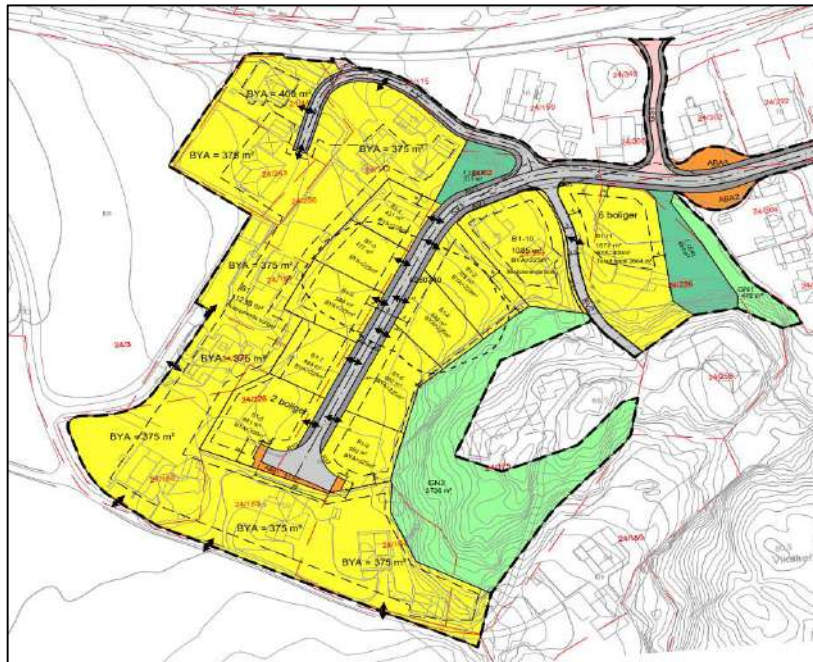
Dato: 10.03.2022

Utførelse: **Overvannshåndtering**

Firma: Gilje Byggrådgivning

Konsulent: Sondre Smeland

Tiltaksklasse 1



#### Områdebeskrivelse:

Ligger ca 3,5km fra sentrum og 800m fra E-18. Området er i dag regulert til bolig. Er lokalisert vest fra Vikheia. Har tidligere vært brukt som jordbruksland.

Består i dag av en rekke med plantede granttrær og sprette løvtrær samt eng/ gress og kratt. Et mindre område i yttergrensen mot øst består av bart fjell sammen med høyden mot vest opp mot Vindheim 29.

Omkring hele prosjektsområdet er det opparbeidede boligtomter. Ønsket utbygging omfatter 9-10 eneboliger med mulighet for leiligheter og en firemannsbolig (totalt 9-14 boenheter). Ønsker veiadkomst via Vindheim.

Tiltaket utgjør 6410m<sup>2</sup> med høyeste punkt i nord på 53.mo.h. og laveste i sør på 45m.o.h.. Tilhørende dreneringsområde i nord starter på 55mo.h. og på 65m.o.h. i vest.Er en del av vassdragsnummer 019 med et totalt areal på 2,8km<sup>2</sup>.

#### Konklusjon

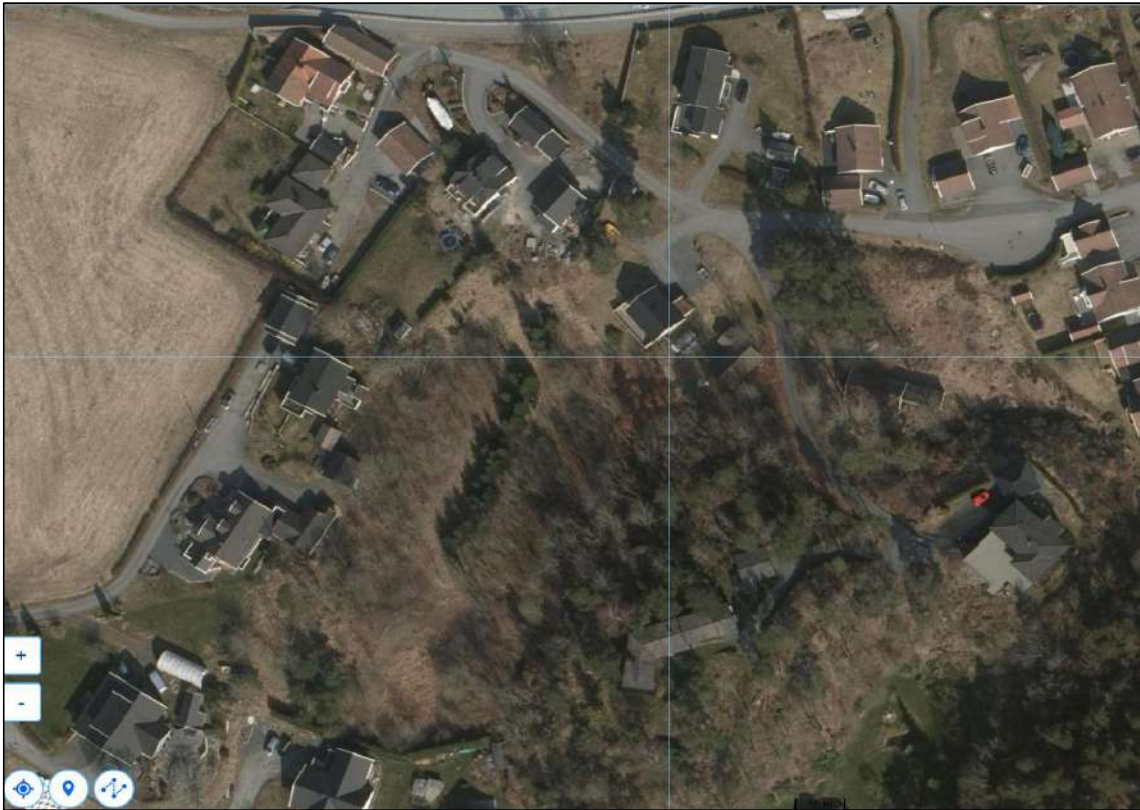
NVE krever i sin nye veilder for overvann at 3 grunnleggende spørsmål blir besvart:

- 1) Hvor kommer overvannet fra?
- 2) På hvilken måte kommer overvannet seg dit?
- 3) Hvor skal vannet ende opp?

Selve tomten har tre delområder som drenerer inn til tiltaksområdet (nord, vest og øst). Disse vil gi et tilsig til utbyggingsområdet som må taes hensyn til. Området i øst dominerer med 137 l/s i et 20-års flom perspektiv etter klimafaktor på 1,4. Nord = 57 l/s og vest = 13 l/s.

Selve utbyggingsområdet har en avrenning på 114 l/s med en differanse på 94 l/s fra før tiltaket. Dette krever en fordrøyningskapasitet på 186m<sup>3</sup>. Dette kan håndteres på ulike måter, en av dem er å bruke puk som allerede er tilstede som fundamentering til vei og hus. For å tilfredstille Statens Vegvesen sine krav med tanke på frostsikring vil dette volumet kreve en pute av puk med tykkelse 1,8, bredde 10m og lengde 35m. Overvannskassetter er også en løsning som tar opp store mengder overvann på små volum og bygges ned i bakken under vei eller under hus.

## Før og etter utbygging



Fra Norgeskart.no



Illustrasjon av utbygging og omkringliggende terreng og bebyggelse.



## Infiltrasjon

"Med bakgrunn i et hovedprinsipp om å størst mulig grad ha en lokal håndtering av overvann for planområdet, vil det være ønskelig å infiltrere overvann i grunnen. Løsmassene må derfor være av en slik karakter at dette er mulig."

## Avsetninger:

Randmorene/ randmorenebelte: Rygger eller belter av morenemateriale som er skjøvet opp foran brefronten. Materialet er usortert og inneholder alle kornstørrelser fra leir til blokk. Noen steder kan morenematerialet finnes i veksling med brelvmateriale

### Middels egnet

Marine strandavsetninger: Løsmassenes kornfordeling og permeabilitet, samt jorddybde og terrengforhold indikerer middels infiltrasjonsevne. Begrensettykkelse av sand og grus over grunnvannsnivået, eller større avsetninger med noe redusert infiltrasjonskapasitet. Omfatter hovedsakelig tykke sand- og grusrike moreneavsetninger, tykt/sammenhengende dekke av forvittringsmateriale, sandigestrandavsetninger og bresjø-/innsjøavsetninger.

### Middels egnet



Karttjeneste fra NGU.no

Grønn representerer tykk morene avsetning, lys grønn tynn morene.

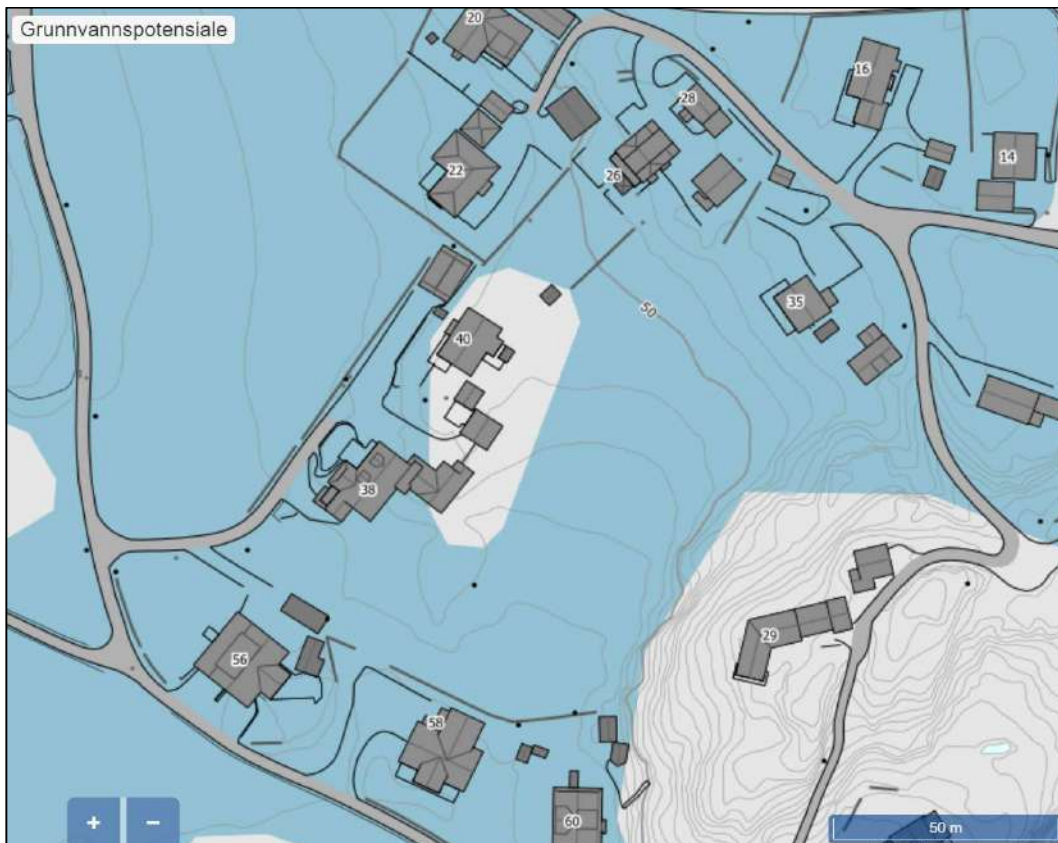
Blå representerer marine strand avsetninger, lys blå tykk hav og fjordavsetning

Lys rosa representerer bart fjell.

## Grunnvannspotensialet

### Begrenset grunnvannspotensial

Små grunnvannsutttak kan være mulig fra mindre breenlv- og elveavsetninger som ikke står i forbindelse med vassdrag/innsjø. Sand- og grusholdige morener, strandavsetninger og innsjø-/bresjøavsetninger med dominans av sand, samt skredmateriale kan også inngå.



Karttjeneste fra NGU.no

Turkis representerer begrenset grunnvannspotensiale.



Gravehull øverst på tomt.  
Grunnvann ved 60cm.



Gravehull øst midt på tomt.  
Grunnvann ved 80cm.



Gravehull fra midt i midt på tomt. Grunnvann ved 60cm.

"Grunnvann ble generelt påmøtt i overgang sand og leire"

## Beregning

Returintervall Grimstad kommune:

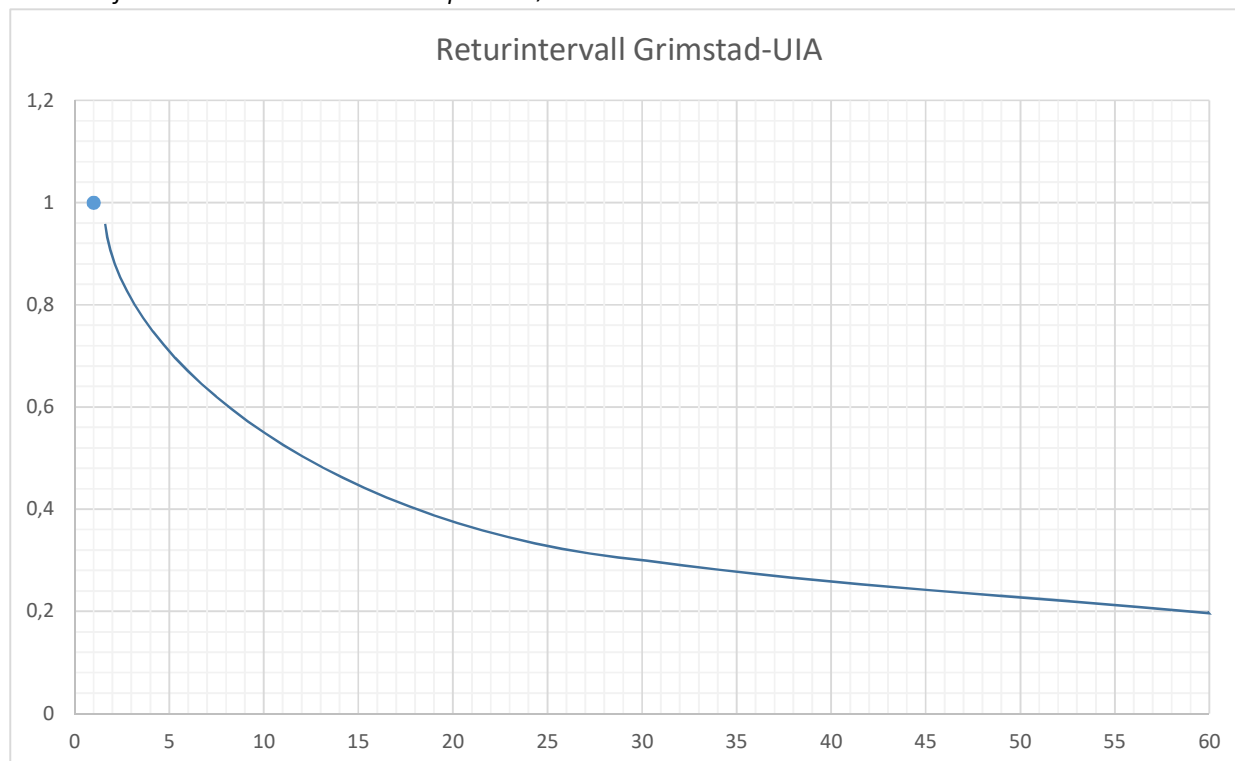
20 år	Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)
	1	477
	2	420,2
	3	381,2
	5	330,6
	10	259,6
	15	222,7
	20	184,5
	30	141,9

20 år	Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)
	45	113,8
	60	93,2
	90	74,1
	120	61,6
	180	45,6
	360	26,7
	720	18,1
	1440	13,6

## Time of concentration

Tc =	$(0,6 \times L) / (H^{0,5}) + (3000 \times PI)$		->	xx min
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>			<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	<i>m</i>		<i>i<sub>20</sub></i> l/s*ha
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	<i>m</i>		<b>1,4 Klimafaktor</b>
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	<i>%</i>		<i>Grimstad Kommune)</i>

IVF kurve fra Grimstad kommune basert på nedbørslokalitet GRIMSTAD - HIA.





## Infiltrasjon og avrenningskoeffisient

"Arbeidsmetodikk"

1) Infiltrasjon og avrenning fra terrenget før tiltaket

2) Infiltrasjon og avrenning fra terrenget etter tiltaket

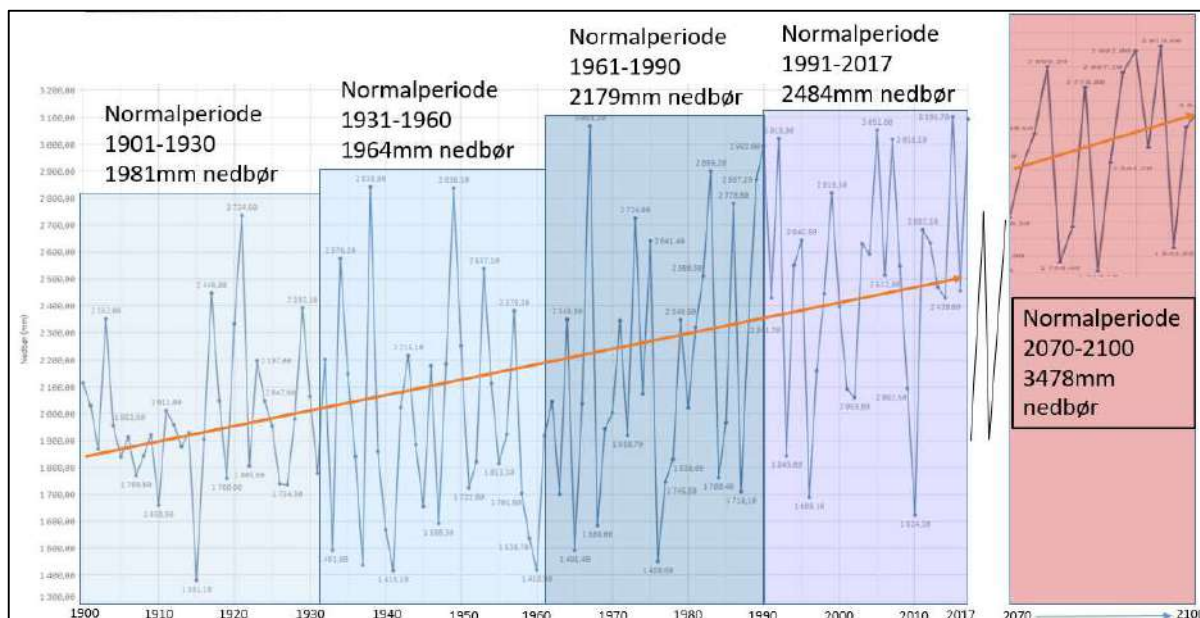
3) Forandring

				Verdi	
Avrenningskoeffisienter:				Før	Etter
	Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	
	Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	
	Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	
	Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	
	Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	
	<b>Gjennomsnitt, C</b>				

# Vil påvirkes av infiltrasjonsevnen til grunnen samt helningsgradienten til området.

Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km <sup>2</sup> ):		Q = C x A x i	Før med 20år returintervall		
	Q = dimensjonerende vannmengde			->	l/s
	C = avrenningskoeffisient		Etter med 20år returintervall		
	A = nedslagsfelt			->	l/s
	i = regnintensitet		Differanse:	l/s	m <sup>3</sup>

# Dagens dimensjonerende nedbørmengden må tillegges en klimafaktor for å stipulere fremtidig situasjon.



Forandring i klima normalen fra 1901 til 2017.

## Fordrøyningsvolum

$V_{\text{retention}} = V_{\text{inn}} - V_{\text{ut}} = \text{m}^3$						
$V_{\text{inn}} = i_{(z, tc)} \times t_r \times T \times A \times \emptyset \times kf \times K$				$i_{(z, tc)}$	$l/s \cdot ha$	
$V_{\text{ut}} = Q \times t_r \times T \times K$				$t_r$	$min$	
				$T$	$s/min$	
<b>50 års intervall</b>				$A$	$ha$	
<b>Min</b>	$i_{20}$	<b>Inn m<sup>3</sup></b>	<b>Ut m<sup>3</sup></b>	<b>Differanse m<sup>3</sup></b>	$\emptyset_{\text{(etter)}}$	<b>koeffisient</b>
1	477			$V_{\text{inn}} - V_{\text{ut}}$	$kf$	<b>klima faktor</b>
5	330,6				$K$	<b>m<sup>3</sup> / l</b>
10	259,6					
20	184,5				$Q_{(20, nå)}$	<b>l/s</b>
etc.					$tr$	<b>min</b>
					<b>MAX:</b>	<b>"Størst av verdiene ovenfor (Differanse)"</b>

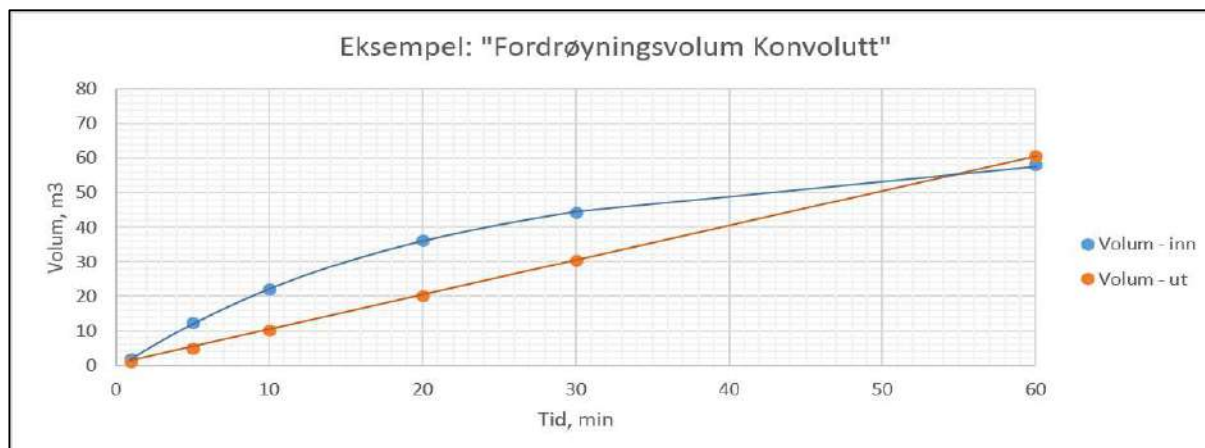
Fordrøyningsanlegg for den økte overvannsmengden fra tiltakene må håndteres enten ved eller på tomt. Dette kan gjøres ved å utnytte fundamentering eller masseutskiftning til vei, bygg eller annet. Egne overvannskassetter laget for formålet kan også graves ned og benyttes.

Ofte må stedbunden masse utskiftes eller overdekkes med f.eks. pukk for å sikre frostsikring eller fundamentpute. Statens Veivesen sin veileder "N200 vegbygging" - Tabell 512.1 og 512.3 viser til at morene, hav og fjordavsetninger og marine strandavsetninger, som ofte er stedbunden masse en vil møte på, havner i teleklasse T3-T4 og krever en overdekning på 1,8m for frostsikring for >1500, G/S veg. Den angitte tykkelse er normalt tilstrekkelig til å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større. Statens Veivesen sin Håndbok V220 figur 2.37 viser at pukk (grus) med naturlig tyngdetetthet 19kN/m<sup>3</sup> har estimert porøsitet, n i overkant av 40%. Sterret (2007) gir typiske porøsitetsverdier for ukonsolidert grus 25-40%. Med tanke på at fundament skal komprimeres kan porøsitetsverder på 30% benyttes.

Naturlige vannveier i terrenget ved og til tiltaksområdet må ha hovedfokus. Det er her vanntilførselen vil ansamles og skape størst problem. Disse vannveiene kan bli forandret etter at tiltak er utført og må derfor også vurderes i etterkant.

Det er naturlig å etablere grøfter, flomgater og fordrøyningsbasseng i tilknytning til de naturlige eller nyskapte vannveiene. Da vil terrenget hjelpe til å lede vannet naturlig til overvannshåndteringsetableringene som har blitt etablert.

Ved å lede potensielt overvann fra høyerliggende områder via grøfter og rundt tiltaksområdet kan forstyrre dagens dreneringsveier og forandre dagens tilførsel av overvann og overvannshåndtering.





## Overvannshåndtering

"Håndtering av vannet bør ta sted lokalt dvs. ved kilden der overvannet først oppstår. Ved å håndtere overvannet gjennom oppsamling, fordrøyning og/eller infiltrasjon av overvann vil vannets naturlige kretsløp opprettholdes. I tillegg vil forurenset overvannet behandles ved å utnytte de fysiske, kjemiske og biologiske prosesser som naturlig foregår."

### Fordrøyning:

Ved å benytte lokal overvannshåndtering ønsker man å overføre mest mulig av overvannet til magasinering på overflaten. Om grunnen i tillegg er egnet for infiltrasjon, vil fordrøyingsbehovet reduseres. I praksis innebærer dette at tilførselen av overvann til det offentlige avløpsnettet reduseres eller unngås helt.

### Rensing av overvann:

Oppnås hovedsakelig gjennom tre prosesser: sedimentasjon, filtrering og lokale løsninger for overvannshåndtering.

### Flomveier:

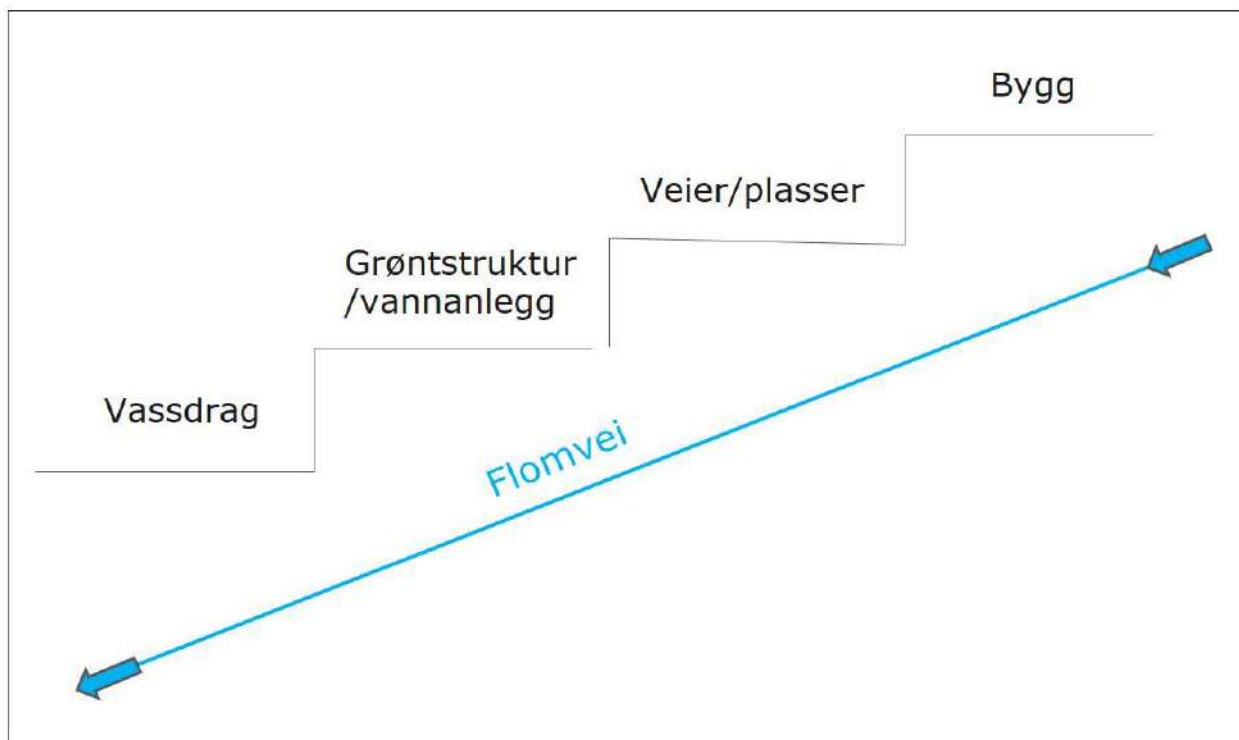
Overskytende flomavrenning ledes til vassdrag i trygge flomveier på overflaten. Planleggingen av flomveier må inngå som en integrert del av overvannsplanleggingen i utbyggingsområder.

### Plassering av tiltak:

Tiltaksobjektene tilpasses topografien og høydesettes iht. prinsippet i figur under.

### Byggesak:

For detaljprosjektering, som innebærer beregning av overvannsmengder, dimensjonering og funksjonskrav m.m. skal Grimstad kommunes (eller tilsvarende) VA- norm benyttes.



Prinsipp over hvordan høydesetting av tiltaksobjekter skal foregå ved en lokal overvannshåndtering for å sikre flomveier.

## Strategi - overvannshåndtering

### 1) Infiltrere lett nedbør

Overvann fra tak og tette flater ledes til gressareal som fanger opp og tilbakeholder de første mm med regn.

### 2) Forsinke og fordrøye mer omfattende nedbør

20-års returintervall:

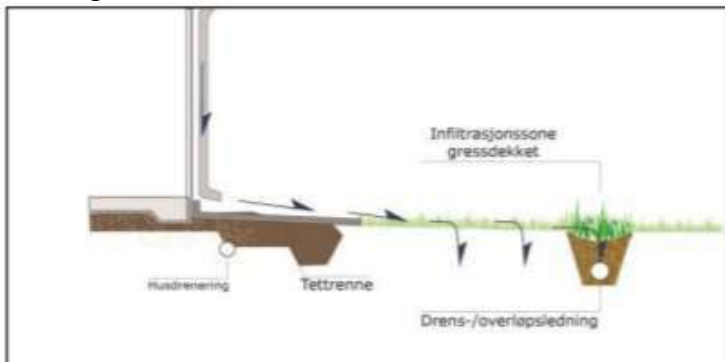
Åpent eller lukket fordrøyningsvolum etableres for å holde tilbake mindre flomepisoder (tilsvarende nedbør med 20-års returintervall i Grimstad Kommune).

Et fordrøyningsvolum kan utføres som figur på neste side. Av praktiske og økonomiske grunner kan dette samkjøres med fundament til prosjektert vei eller bygg. Telefaren må i tilfelle utredes.

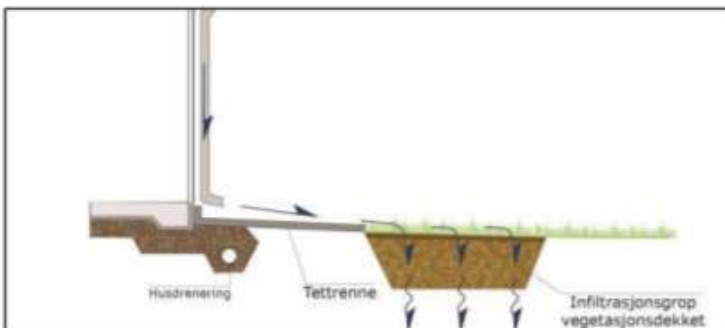
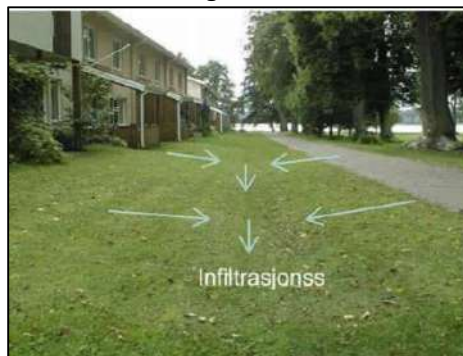
### 3) Sikre trygge flomveier for ekstrem nedbør

Veigrøfter langs tilkomstveier kan lede overvann mot avløp og fungere som flomvei. Samtidig kan det etableres en passasje med drenerende masser samt en mindre forsenkning i terrenget som er lagt til rette for dette. En slik dreneringsvei vil ta unna ekstremnedbør som overgår kapasiteten til grøftene.

Infiltrering av overvann fra tak



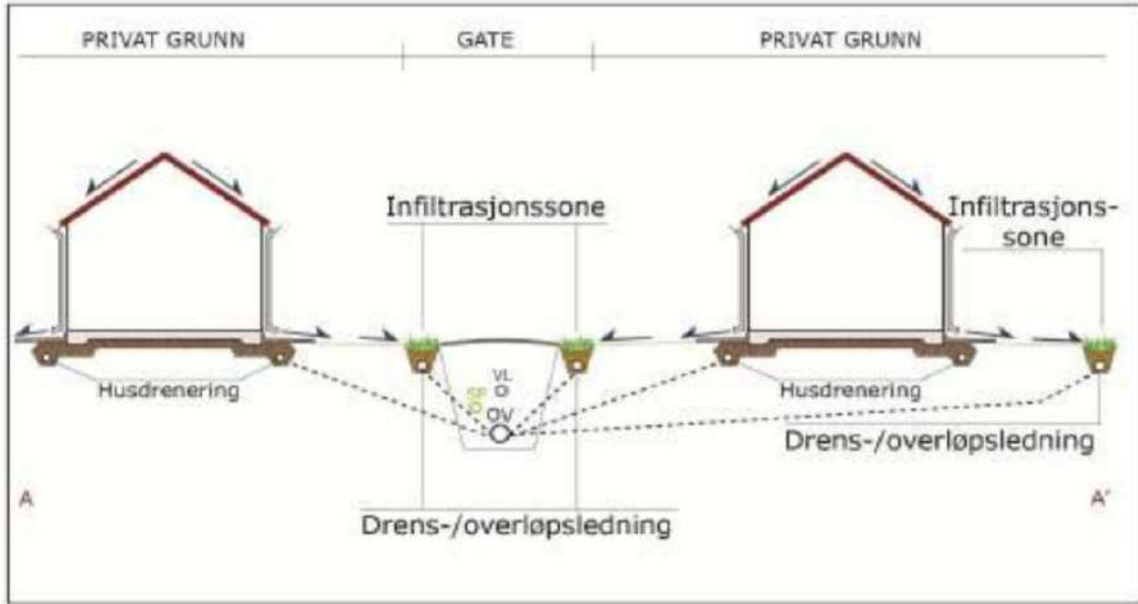
Infiltrering av overvann



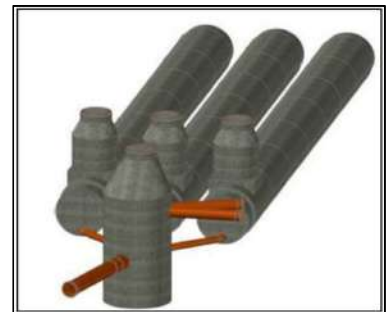
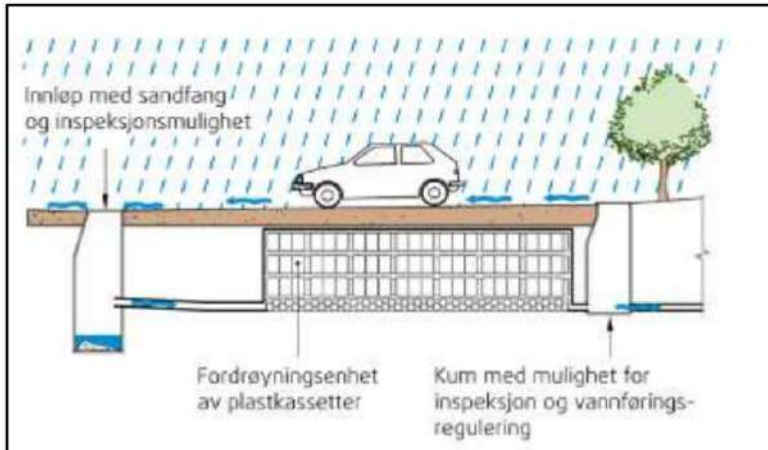
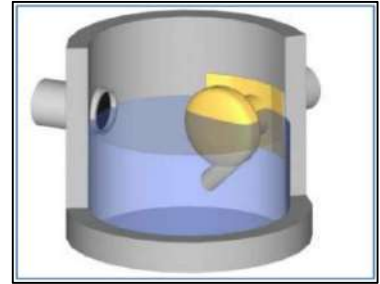
Flomveier



## Tiltak - overvannshåndtering



## Fordrøyning





## Litteratur

Overvannsveileder for Lillesand kommune

*Lillesand kommune*

Overvannsveileder for Kristiansand kommune - 2016

*Kristiansand kommune*

Veileder for lokal overvannshåndtering i Asker kommune - 2014

*Asker kommune*

Valg av returperiode/ gjentaksintervall

*Asker kommune*

Overvannshåndtering og vannkvalitet, Billingstadsletta Vest

*CIVITAS*

Run-off management Lyseparken zoning plan

*Helge Jørgensen og Vibecke Bruvoll*

Fagnotat overvannshåndtering Grefstadveien 13

*COWI*

Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune - 2005

*Bergen kommune - Byrådsavdeling for byutvikling Vann- og avløpsetaten.*

Klima i Norge 2100, Miljødirektoratet

*Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., ... Wong, W. K. (2015)*

Geoteknikk i vegbygging

*Statens Vegvesen Veileder H220*

Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger

*Statens Vegvesen Veileder H221*

Groundwater and Wells. 3. utgave

*Sterret, R. J. (2007)*

Vegbygging, Håndbok N200 - 2014

*Statens Vegvesen*

Karttjenester

*Norgeskart.no*

Karttjenester

*NGU.no*

## Resultat

Dreneringsområde - UTBYGGINGSOMRÅDE

**Areal** 6447 m<sup>2</sup>

Skogsterreng og utmark 6447 m<sup>2</sup>

- Hellende terreng

### Etter

Hustak, bart fjell 3400 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 3047 m<sup>2</sup>

- hellende område



### Time of concentration

<b>Tc =</b>	<b>(0,6 x L) / (H<sup>0,5</sup>) + (3000 x PI)</b>		24 min	
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>		<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>	
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	8 m	155	<i>l/s*ha (i<sub>c</sub>)</i>
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	115 m	1,4	<b>Klimafaktor</b>
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	0 %		<i>Grimstad Kommune)</i>

### Avrenningskoeffisienter:

### Verdi

				<b>Før</b>	<b>Etter</b>
Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	0	0,46
Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	0	0,35
Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	N/A	N/A
Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	N/A	N/A
Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	0,2	0,00
<b>SUM C (korrigert for areal)</b>				<b>0,2</b>	<b>0,86</b>

### Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km<sup>2</sup>):

$$Q = C \times A \times i$$

			<b>Før med 20år returintervall</b>	
<i>Q = dimensjonerende vannmengde</i>			->	<b>19,98 l/s</b>
<i>C = avrenningskoeffisient</i>			<b>Etter med 20år returintervall</b>	
<i>A = nedslagsfelt</i>			->	<b>114,15 l/s</b>
<i>i = regnintensitet</i>			<b>Differanse:</b>	<b>94, 16 l/s</b>

## Differanse

20 års intervall - Utbygning								
Min	i	Inn m <sup>3</sup>	Ut m <sup>3</sup>	Differanse m3	$i_{(z, tc)}$	155	l/s *ha	
1	477	21,08	1,20	19,88	tr		min	
2	420,2	37,13	2,40	34,74	T	60	s/min	
3	381,2	50,53	3,60	46,93	A	0,6447	ha	
5	330,6	73,04	6,00	67,04	$\emptyset$ (etter)	0,82	koeffisient	
10	259,6	114,71	11,99	102,72	kf	1,4	klima faktor	
15	222,7	147,60	17,99	129,62	K	0,001	m3/l	
20	184,5	163,05	23,98	139,06				
30	141,9	188,10	35,97	152,13				
45	113,8	226,28	53,96	172,32	$Q_{(20, nå)}$	19,99	l/s	
60	93,2	247,09	71,95	175,14	tr		min	
90	74,1	294,68	107,92	186,75				
120	61,6	326,62	143,90	182,73	Max	186,75	m <sup>3</sup>	
180	45,6	362,68	215,85	146,83				
360	26,7	424,72	431,69	-6,97				
720	18,1	575,83	863,38	-287,55				
1440	13,6	865,34	1726,76	-861,42				

## TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

					Kropp		
Volum med puk med P=30%				D	B	L	
<b>UTBYGGNINGSOMRÅDE</b>							
186,7543	m3	622,51	m3	1,8	10	34,58	



## Resultat

Dreneringsområde - NORD FOR UTBYGGING

**Areal** **4148 m<sup>2</sup>**

### Før

Hustak, bart fjell 664 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 1982 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 1502 m<sup>2</sup>

- Flatt område

### Etter

Hustak, bart fjell 932 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 1982 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 1234 m<sup>2</sup>

- Flatt område



### Time of concentration

<b>Tc =</b>	<b>(0,6 x L) / (H<sup>0,5</sup>) + (3000 x PI)</b>		23 min	
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>		<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>	
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	3 m	160	<i>l/s*ha (i<sub>c</sub>)</i>
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	65 m	1,4	<b>Klimafaktor</b>
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	0 %	<i>Grimstad Kommune)</i>	

### Avrenningskoeffisienter:

### Verdi

				<b>Før</b>	<b>Etter</b>
Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	0,14	0,2
Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	0,36	0,36
Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	N/A	N/A
Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	0,07	0,06
Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	N/A	N/A
<b>SUM C (korrigert for areal)</b>				<b>0,57</b>	<b>0,61</b>

### Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km<sup>2</sup>):

$$Q = C \times A \times i$$

				<b>Før med 20år returintervall</b>
<i>Q = dimensjonerende vannmengde</i>				-> <b>37,89 l/s</b>
<i>C = avrenningskoeffisient</i>				<b>Etter med 20år returintervall</b>
<i>A = nedslagsfelt</i>				-> <b>57,09 l/s</b>
<i>i = regnintensitet</i>				<b>Differanse: 19,21 l/s</b>

## Differanse

20 års intervall - NORD								
Min	i	Inn m <sup>3</sup>	Ut m <sup>3</sup>	Differanse m3	$i_{(z, tc)}$	160	l/s *ha	
1	477	10,21	2,27	7,94	tr		min	
2	420,2	17,99	4,55	13,45	T	60	s/min	
3	381,2	24,48	6,82	17,66	A	0,4148	ha	
5	330,6	35,39	11,37	24,02	$\emptyset$ (etter)	0,61	koeffisient	
10	259,6	55,58	22,73	32,85	kf	1,4	klima faktor	
15	222,7	71,52	34,10	37,42	K	0,001	m3/l	
20	184,5	79,00	45,46	33,54				
30	141,9	91,14	68,20	22,95				
45	113,8	109,64	102,29	7,35	$Q_{(20, nå)}$	37,89	l/s	
60	93,2	119,72	136,39	-16,67	tr		min	
90	74,1	142,78	204,59	-61,80				
120	61,6	158,26	272,78	-114,52	Max	37,42	m <sup>3</sup>	
180	45,6	175,73	409,17	-233,44				
360	26,7	205,79	818,35	-612,55				
720	18,1	279,01	1636,69	-1357,68				
1440	13,6	419,29	3273,38	-2854,09				

## TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

				Kropp			
Volum med pukkk med P=30%				D	B	L	
<b>NORD FOR UTBYGGNING</b>							
	37,42	m3	124,7403	m3	1,8	10	6,93

## Resultat

Dreneringsområde - TOMT NORD FOR UTBYGGING

**Areal 268 m<sup>2</sup>**

### Før

Hustak, tette overflater 0 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 0 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 269 m<sup>2</sup>

- Flatt område

### Etter

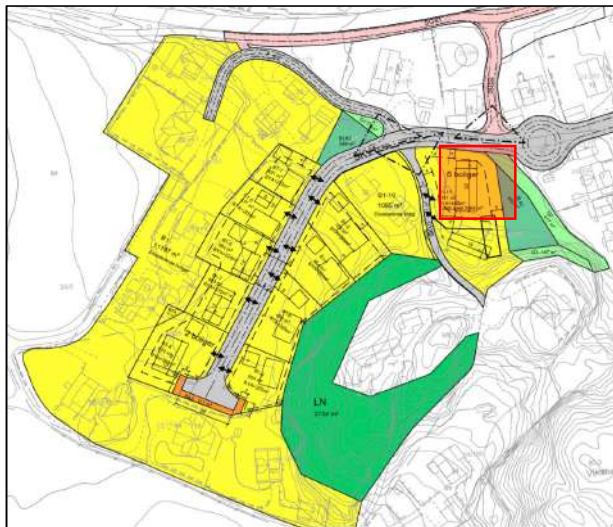
Hustak, tette overflater 268 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 0 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 0 m<sup>2</sup>

- Flatt område



### Time of concentration

<b>Tc =</b>	<b><math>(0,6 \times L) / (H^{0,5}) + (3000 \times PI)</math></b>		6 min	
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>		<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>	
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	1 m	300	<i>l/s*ha (i<sub>c</sub>)</i>
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	10 m	1,4	<b>Klimafaktor</b>
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	0 %		Grimstad Kommune)

### Avrenningskoeffisienter:

### Verdi

				<b>Før</b>	<b>Etter</b>
Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	0	0,875
Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	0	0
Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	N/A	N/A
Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	0,2	0
Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	N/A	N/A
<b>SUM C (korrigert for areal)</b>				<b>0,2</b>	<b>0,88</b>

### Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km<sup>2</sup>):

$$Q = C \times A \times i$$

			<b>Før med 20år returintervall</b>	
<i>Q</i> = dimensjonerende vannmengde			->	1,6 l/s
<i>C</i> = avrenningskoeffisient			<b>Etter med 20år returintervall</b>	
<i>A</i> = nedslagsfelt			->	9,8 l/s
<i>i</i> = regnintensitet			<b>Differanse:</b>	<b>8,2 l/s</b>



## Differanse

20 års intervall - Tomt I nord							
Min	i	Inn m <sup>3</sup>	Ut m <sup>3</sup>	Differanse m3	$i(z, tc)$	300	l/s *ha
1	477	0,94	0,10	0,84	tr		min
2	420,2	1,66	0,19	1,46	T	60	s/min
3	381,2	2,25	0,29	1,96	A	0,0268	ha
5	330,6	3,26	0,48	2,77	ø(etter)	0,88	koeffisient
10	259,6	5,11	0,96	4,15	kf	1,4	klima faktor
15	222,7	6,58	1,45	5,13	K	0,001	m3/l
20	184,5	7,27	1,93	5,34			
30	141,9	8,39	2,89	5,49			
45	113,8	10,09	4,34	5,75	Q(50, nå)	1,61	l/s
60	93,2	11,02	5,79	5,23	tr		min
90	74,1	13,14	8,68	4,45			
120	61,6	14,56	11,58	2,98	Max	5,75	m <sup>3</sup>
180	45,6	16,17	17,37	-1,20			
360	26,7	18,93	34,73	-15,80			
720	18,1	25,67	69,47	-43,80			
1440	13,6	38,58	138,93	-100,35			

## TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

				Kropp			
Volum med pukkk med P=30%				D	B	L	
<b>TOMT I NORD</b>							
	5,75	m3	19,15	m3	1,8	10	1,06

## Resultat

Dreneringsområde - VEST FOR UTBYGGING

**Areal** **915,5 m<sup>2</sup>**

### Før

Hustak, bart fjell 242 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 167 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 506,5 m<sup>2</sup>

- Hellende område

### Etter

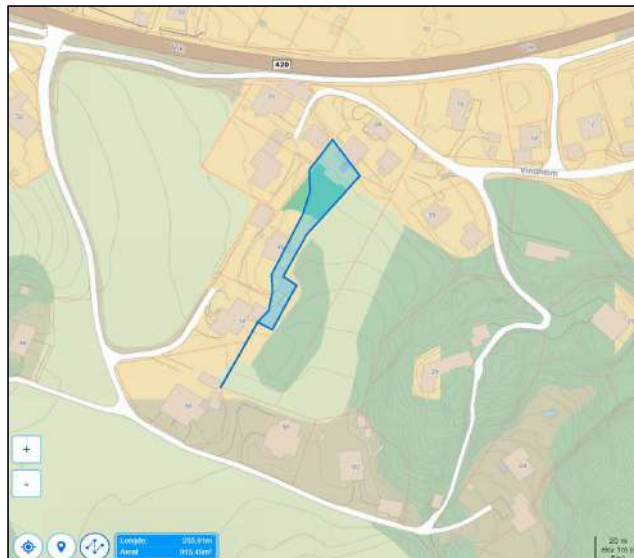
Hustak, bart fjell 242 m<sup>2</sup>

Boligstrøk, tett 167 m<sup>2</sup>

- Flatt område

Dyrket mark, eng 506,5 m<sup>2</sup>

- Hellende område



### Time of concentration

<b>Tc =</b>	<b>(0,6 x L) / (H<sup>0,5</sup>) + (3000 x PI)</b>		15 min		
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>		<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>		
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	2,5 m	222,7	<i>l/s*ha (i<sub>c</sub>)</i>	
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	40 m	<b>1,4</b>	<b>Klimafaktor</b>	
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	0 %		<i>Grimstad Kommune)</i>	

### Avrenningskoeffisienter:

### Verdi

				<b>Før</b>	<b>Etter</b>
Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	0,23	0,23
Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	0,14	0,14
Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	N/A	N/A
Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	0,11	0,11
Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	N/A	N/A
<b>SUM C (korrigert for areal)</b>				<b>0,48</b>	<b>0,48</b>

### Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km<sup>2</sup>):

$$Q = C \times A \times i$$

				<b>Før med 20år returintervall</b>	
<i>Q = dimensjonerende vannmengde</i>				->	<b>9,76 l/s</b>
<i>C = avrenningskoeffisient</i>				<b>Etter med 20år returintervall</b>	
<i>A = nedslagsfelt</i>				->	<b>13,67 l/s</b>
<i>i = regnintensitet</i>				<b>Differanse:</b>	<b>3,9 l/s</b>

## Differanse

20 års intervall - VEST							
Min	i	Inn m <sup>3</sup>	Ut m <sup>3</sup>	Differanse m3	$i_{(z, tc)}$	222,7	l/s *ha
1	477	1,77	0,59	1,19	tr		min
2	420,2	3,12	1,17	1,95	T	60	s/min
3	381,2	4,25	1,76	2,49	A	0,09155	ha
5	330,6	6,14	2,93	3,21	$\emptyset$ (etter)	0,48	koeffisient
10	259,6	9,64	5,86	3,78	kf	1,4	klima faktor
15	222,7	12,41	8,78	3,62	K	0,001	m3/l
20	184,5	13,70	11,71	1,99			
30	141,9	15,81	17,57	-1,76			
45	113,8	19,02	26,35	-7,34	$Q_{(20, nå)}$	9,76	l/s
60	93,2	20,77	35,14	-14,37	tr		min
90	74,1	24,77	52,71	-27,94			
120	61,6	27,45	70,28	-42,83	Max	3,78	m <sup>3</sup>
180	45,6	30,48	105,42	-74,94			
360	26,7	35,70	210,84	-175,14			
720	18,1	48,40	421,67	-373,28			
1440	13,6	72,73	843,35	-770,62			

## TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

				Kropp			
Volum med puk med P=30%				D	B	L	
<b>VEST FOR UTBYGGNING</b>							
	3,78	m3	12,61	m3	1,8	10	0,70

## Resultat

Dreneringsområde - ØST FOR UTBYGGING

**Areal** 3731 m<sup>2</sup>

### Før

Hustak, bart fjell 3731 m<sup>2</sup>

- Bratt skråning

### Etter

Hustak, bart fjell 3731 m<sup>2</sup>

- Bratt skråning



## Time of concentration

<b>Tc =</b>	<b>(0,6 x L) / (H<sup>0,5</sup>) + (3000 x PI)</b>		6 min	
<i>Tc</i>	<i>Time of concentration</i>		<b>Leser av IVF kurve ved oppgitt varighet</b>	
<i>H</i>	<i>Høydeforskjell</i>	15,5 m	300	<i>l/s*ha (i<sub>c</sub>)</i>
<i>L</i>	<i>Lengste avrenning</i>	42 m	1,4	<b>Klimafaktor</b>
<i>PI</i>	<i>Sjø prosent</i>	0 %		<i>Grimstad Kommune)</i>

## Avrenningskoeffisienter:

## Verdi

				<b>Før</b>	<b>Etter</b>
Hustak, gater og tette overflater (fjell)	C =	0,85 - 0,90	-	0,88	0,88
Boligstrøk tett bebygd	C =	0,60 - 0,80	-	N/A	N/A
Boligstrøk spredt bebygd	C =	0,30 - 0,50	-	N/A	N/A
Dyrket mark og eng	C =	0,15 - 0,25	-	N/A	N/A
Skogsterreng og utmark	C =	0,20 - 0,25	-	N/A	N/A
<b>SUM C (korrigert for areal)</b>				<b>0,88</b>	<b>0,88</b>

## Den rasjonelle metoden (små felt 2-5km<sup>2</sup>):

$$Q = C \times A \times i$$

				<b>Før med 20år returintervall</b>	
<i>Q = dimensjonerende vannmengde</i>				->	97,94 l/s
<i>C = avrenningskoeffisient</i>				<b>Etter med 20år returintervall</b>	
<i>A = nedslagsfelt</i>				->	137,11 l/s
<i>i = regnintensitet</i>				<b>Differanse:</b>	<b>39,18 l/s</b>

## Differanse

20 års intervall - ØST								
Min	i	Inn m <sup>3</sup>	Ut m <sup>3</sup>	Differanse m3	$i_{(z, tc)}$	300	l/s *ha	
1	477	13,08	5,88	7,20	tr		min	
2	420,2	23,05	11,75	11,29	T	60	s/min	
3	381,2	31,36	17,63	13,73	A	0,3731	ha	
5	330,6	45,33	29,38	15,95	$\emptyset$ (etter)	0,88	koeffisient	
10	259,6	71,19	58,76	12,43	kf	1,4	klima faktor	
15	222,7	91,61	88,14	3,46	K	0,001	m3/l	
20	184,5	101,19	117,53	-16,34				
30	141,9	116,74	176,29	-59,55				
45	113,8	140,43	264,43	-124,00	$Q_{(20, n\ddot{a})}$	97,94	l/s	
60	93,2	153,35	352,58	-199,23	tr		min	
90	74,1	182,88	528,87	-345,99				
120	61,6	202,71	705,16	-502,45	Max	15,95	m <sup>3</sup>	
180	45,6	225,09	1057,74	-832,65				
360	26,7	263,59	2115,48	-1851,89				
720	18,1	357,37	4230,95	-3873,58				
1440	13,6	537,05	8461,91	-7924,86				

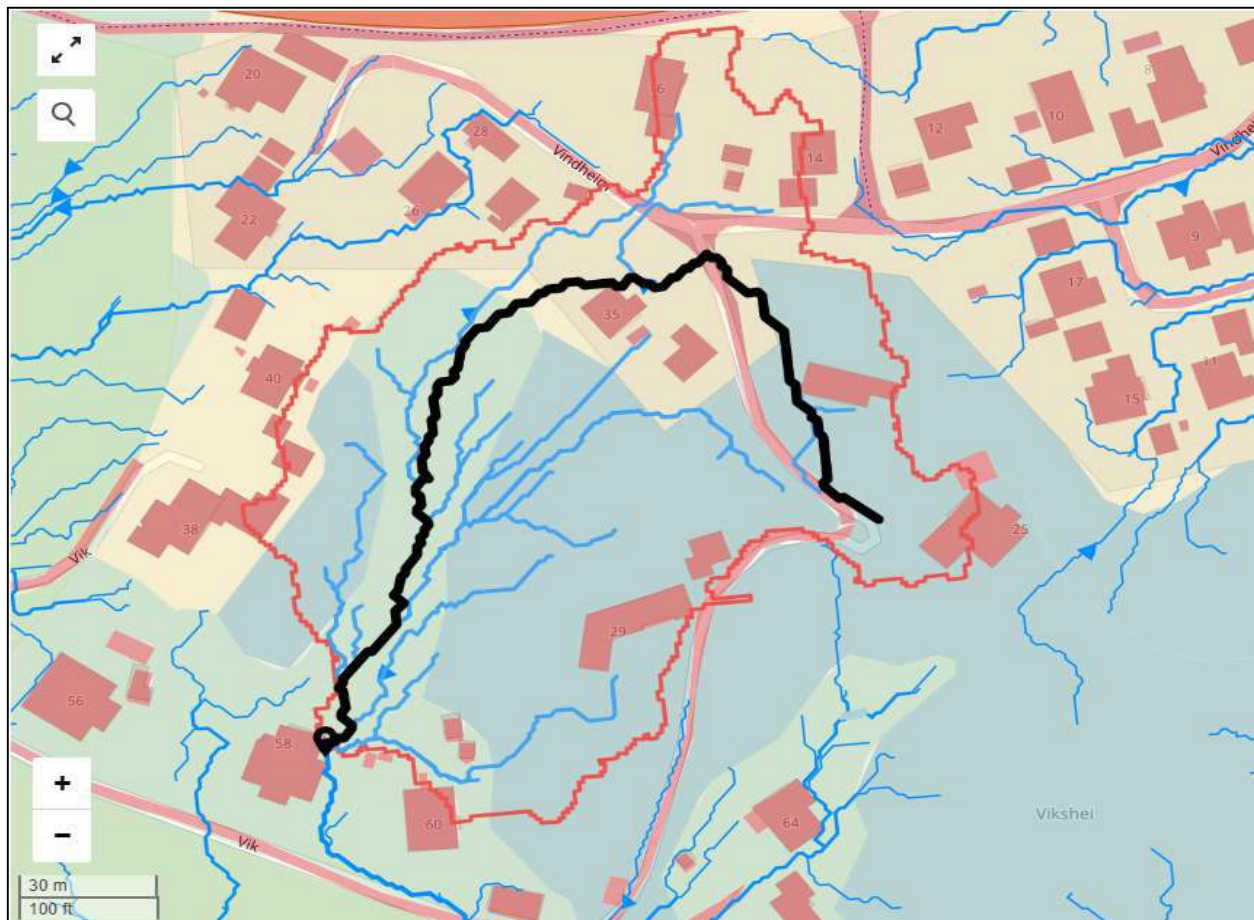
## TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

				Kropp			
Volum med puk med P=30%				D	B	L	
<b>ØST FOR UTBYGGNING</b>							
	15,95	m3	53,16	m3	1,8	10	2,95



Avrenningsmønster fra selve utbyggingsområdet, men også tilstøtende områder I nord, vest og øst



Beregningene viser at den største bidragsyteren til avrenning er fra området øst for utbyggingsområdet. Deretter er selve utbyggingsområdet, så nord. Den minste bidragsyteren er området til vest. Vannet vil følge naturlige forsøkninger og mindre "dalsøkk" i terrenget som antydnet på kartutsnittet. Det vil samtidig være en ansamling mot midten av tiltaksområdet som også er laveste punkt. En avskjæring rundt utbyggingsområdet kan ivereta tilsiget fra området rundt. For å håndtere overvannet fra utbyggingen skal dette tilkoples kommunalt system og/eller fordrøyes/infiltreres lokalt (*Grimstad Kommune* . Dette kan gjøres på måter presentert i kapitel "Tiltak - overvannshåndtering".

#### TILTRENGT VOLUM - Fordrøyning av vann

Reff N200 vegbygging for frostsikring

				Kropp		
UTBYGGINGSOMRÅDE		Volum med pukkk med P=30%		D	B	L
114 l/s	187 m3	622,51 m3		1,8	10	34,6
TOMT I NORD						
1,61 l/s	5,75 m3	19,15 m3		1,8	10	1,06
NORD FOR UTBYGGNING						
57 l/s	37 m3	124,74 m3		1,8	10	6,9
VEST FOR UTBYGGNING						
13 l/s	4 m3	12,61 m3		1,8	10	0,7
ØST FOR UTBYGGNING						
137 l/s	16 m3	53,16 m3		1,8	10	3,0

Vedlegg 1) Flomveier ved 100års returintervall

Returintervall Grimstad kommune:

100 år	Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)
	1	692
	2	601
	3	545
	5	480
	10	351
	15	278
	20	224
	30	176

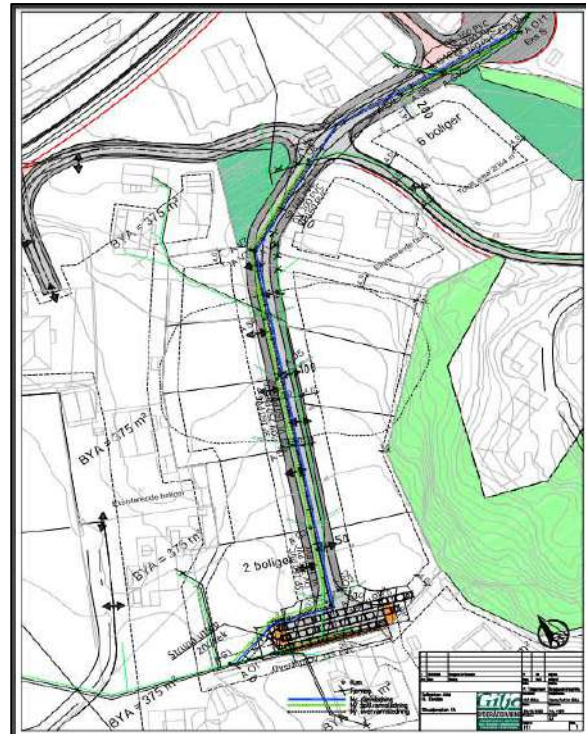
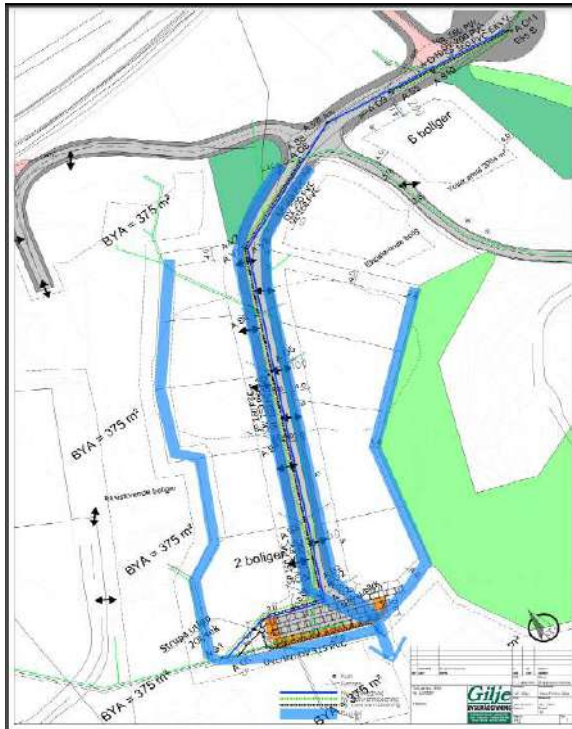
100 år	Varighet (min)	Intensitet (l/s*ha)
	45	144
	60	124
	90	100
	120	85
	180	66
	360	38
	720	25
	1440	19

IVF kurve fra Grimstad kommune basert på nedbørslokalitet GRIMSTAD - HIA.

Basert på samme metode som brukt ved 20-års retur intervall er det følgende verdier under som er gjeldene for å beregne flomveier eller fordrøyningsbasseng med god nok kapasitet. Flomvann skal bortledes via definerte flomveier (Grimstad Kommune).

UTBYGGINGSOMRÅDE	FORDRØYNING AV VANN			Volum med pukkk med P=30%	
150 l/s		260 m3		867 m3	
<b>NORD FOR UTBYGGNING</b>					
75 l/s		45 m3		150 m3	
<b>VEST FOR UTBYGGNING</b>					
17 l/s		6 m3		20 m3	
<b>ØST FOR UTBYGGNING</b>					
213 l/s		20 m3		67 m3	

## Vedlegg 2) VA-plan Solbakken Allè

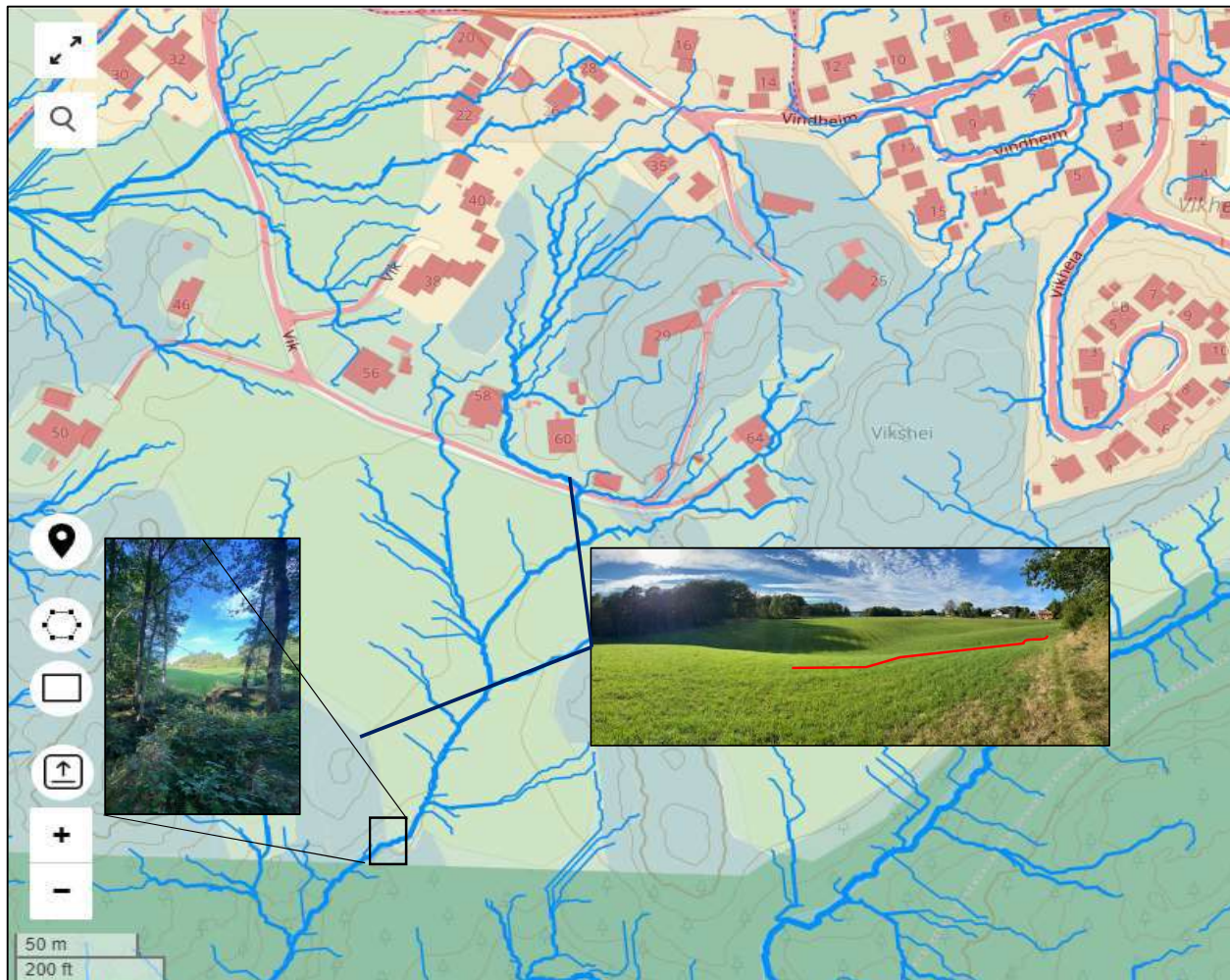


VA-planen tar som mål og samle opp avrenning fra de harde oveflatene som tak, vei og annet. Oppsamlingen vil foregå nederst på området I form av et fordrøyningsanlegg. Dette anlegget er dimensjonert I forhold til de beregnede verdiene oppgitt I rapporten. VA-plan til venstre ovenfor!

De tykkere blå linjene i ytterkant av tiltaksområdet beskriver flomveiene (i form av grøfter) som skal ta unna 100års returintervall nedbøren. Dette sørger for at overvann fra områdene rundt ikke berører tiltaket samt at overvannet fra selve tiltaket i et 100års returintervall ikke berører områdene nedstrøms. Flomveier til høyre ovenfor!



### Vedlegg 3) Transport av overvann ut av området

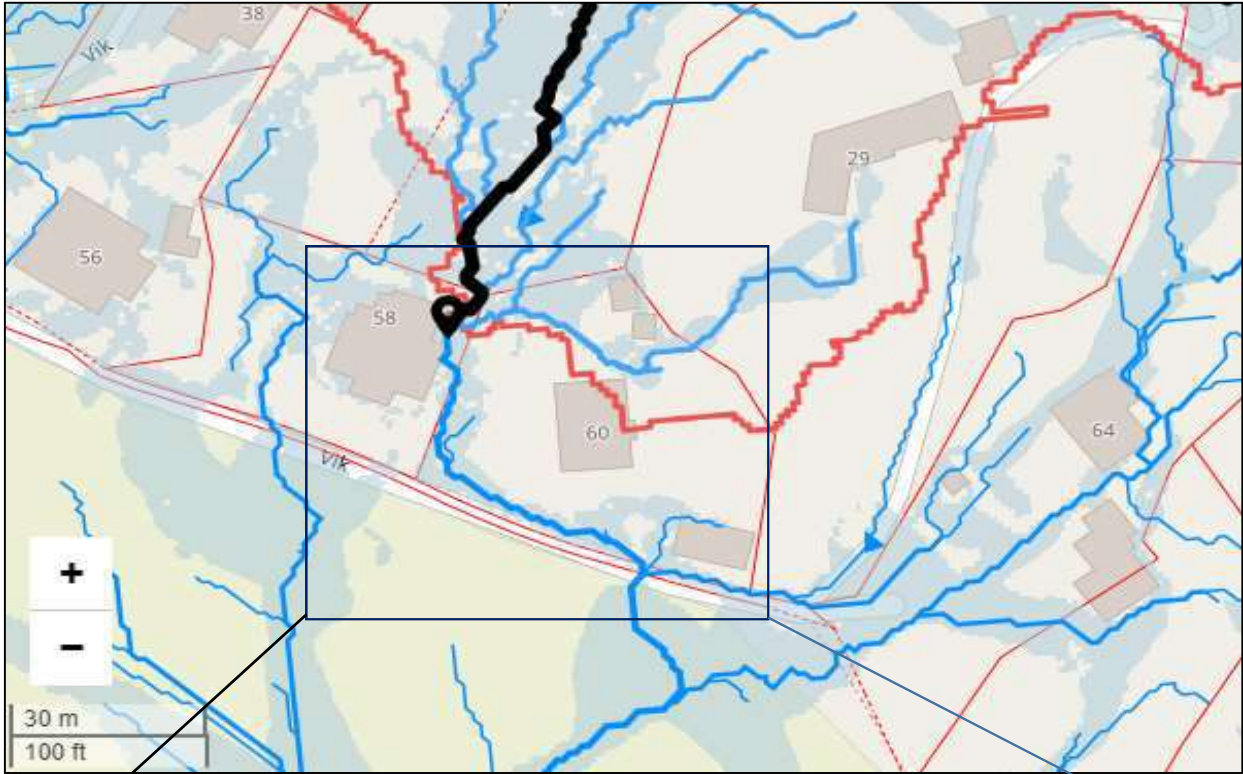


I følge nåværende terreng vil dagens overvann drenere ned mot hus nr. 58 og avskjæres øst langs husvegg. Det vil deretter møte grøft på nordsiden langs vei og krysse ved garasjen til hus nr. 60 ut på jordet. Overvannet følger videre terreng-forsenkninger som ender i en flombekk i sørvestlige hjørne (se bilde av jordet med rød strek som indikerer strømningens retning). Her er det synlig fjell i dagen og antatt morene avsetninger opp til blokk størrelse (se bilde i venstre nedre hjørnet).

I øvre venstre hjørnet er et nærbilde av situasjonen ved hus nr. 58. Det er her markert inn et potensielt tiltak for å sørge for korrekt avrenning uten påvirkning på hus nr. 58. Grøfter rundt tiltaksområdet (som beskrevet i VA-planen) vil lede vannet øst for eiendommen og en forsinking i terrenget eller avløpsrør i bakken kan videre lede vannet tryggere over tomten og ned på jordet i sør. Her vil vannet følge samme vei i forsinking i terrenget til stormbekk i sørvestlige hjørnet.

I dag er den foreslåtte vannveien forbi bebyggelsen i sør et hageareal med kun plen på grensen mellom nr 58. og 60. Dermed er det i dag et meget egnet område for dette. En slik løsning vil gjøre overvannshåndteringen mer robust enn dagens med tanke på hus nr. 58. Tiltakshaver og eier bør gå i dialog for å finne den beste løsningen for dem begge slik at overvannet blir håndtert mest skånsomt og hensiktsmessig i forhold til hva terrenget tillater.

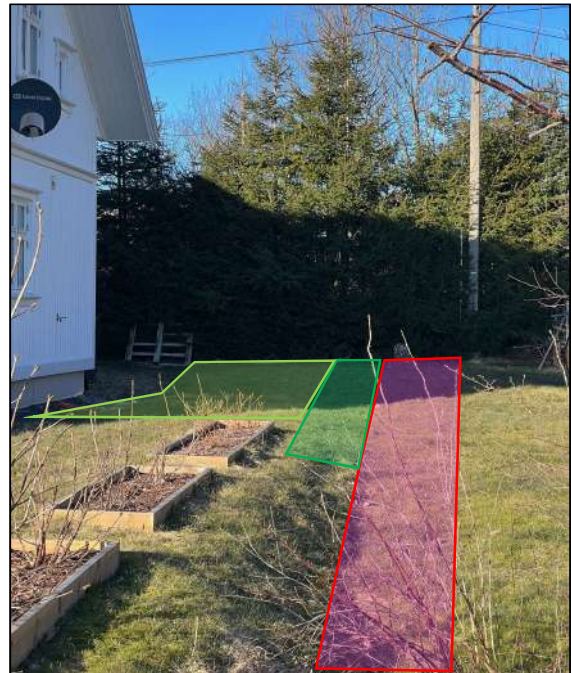
En detaljert prosjektsplan med tanke på kapasitet og korrekt avrenning må utarbeides etter enighet mellom tiltakshaver og tomte-eier til hus nr. 58. og 60. Forslag til trasee foreligger på neste side.





#### Vedlegg 4) Revidert løsning for transport av overvann ut av området for berørte naboer

Oversiktsbilde nedstrøms av tiltaksområdet (bak granhekk øverst i bilde). Det er allerede etablert en midre voll mellom tomtegrensene i nedre del av grensen. Skravert rødt område på bilde til høyre indikerer en eventuell fortsettelse av den "forsenkningen" som allerede er etablert nederst på tomtegrensen. Overskudsmasse kan brukes til å lage en fortsettelse av den allerede etablerte vollen (mørke grønn skravur). Det må være en forsenkning med veldig lav vinkel inntil vollen for å gjøre plenklipping enkelt. Dette fører til at tilhørende område må heves opp til samme nivå som vollen (lyse grønn skravur) areal på ca 30m<sup>2</sup>. Inntil huset er det singel som også kan heves til ca samme nivå. Ny tilførte masser må såes med ny plen eller ferdigplen må installeres.

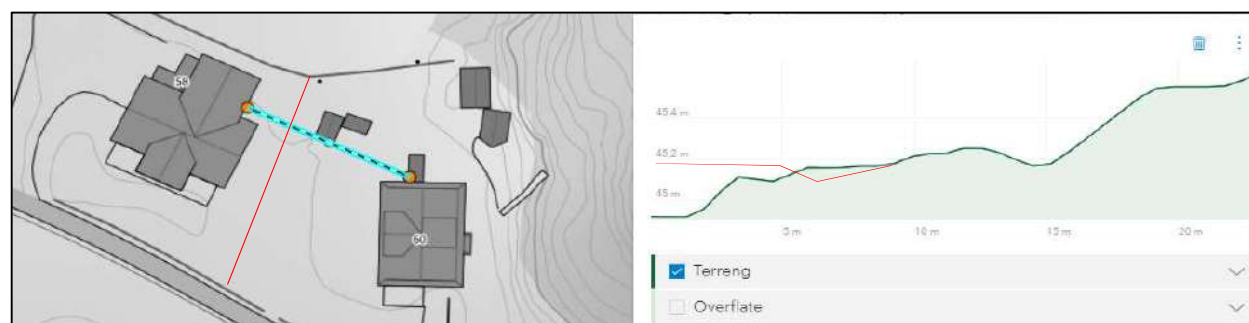


Eldre kumlokk kan skiftes ut til ny versjon for å sikre håndtering av "økt" tilførselen av overvann.

### Snitt i dagens terreng



Området nærmest huset kan fylles opp meg pukk for å gjøre terrenget flatere. Samtidig vil en voll på det flate partiet føre til behov for en elevering av terrenget i forbindelse med vollen. En mindre forsenkning på nedsiden av vollen minimerer denne eleveringen. Rød linje i kart planet representerer ca tomte-grensen og hvor voll og forsenkning må etableres og allerede er etablert i nedre del av tomten. Rød linje i snitt representerer modifisert terreng.



I dette snittet er det allerede en liten forsenkning som må forsterkes. Dette krever også en elevering av terrenget øst for voll og mot grunnmur til hus.



Her er allerede terrenget med forsenkning og voll tilstede og det er ikke behov for noe elevering.



Samme situasjon her som i snittet ovenfor. Ingen tiltak kreves.



## Ny avrenningsvei



Ny avrenning etter tiltak. De gule strekene indikerer nå hvor vannet vil ta veien i terrenget med utvidet forsenkning og voll mot nabo samt en elevering av terrenget som beskrevet tidligere. Blå strek indikerer gammel avrenning. Ergo kreves det også en tilpassning på tiltaksområdet for å avskjære vannvei mot øst der ny og gammel vannvei skilles fra hverandre. De blå skraverte områdene er teoretiske forsengkninger eller flatere områder i terrenget der overflatevannet kan spre seg ved ekstrem event. Kartet viser ikke oppdaterte forsengkninger og er derfor litt missvisende rundt de blå (gamle) vannveiene.