

Oppdragsgiver: **Halden kommune**

Oppdragsnr.: **52100862** Dokumentnr.: **VA-01-Vedlegg 2**

Til: Halden kommune

Fra: Norconsult AS

Dato 2021-04-09

► Overvannsberegninger. Ny brannstasjon, Halden

Overvannsberegningene er gjort i henhold til overvannsveilederen i Halden kommune *Overvannsveileder for Halden kommune*, kapittel 5.

1 Overvannsavrenning

For beregning av dimensjonerende overvannsavrenning for planområdet benyttes den rasjonelle formelen:

$$Q = \varphi * A * I * K_f$$

hvor Q er dimensjonerende avrenning [l/s], A er nedbørfeltets areal [ha], I er nedbørintensitet [l/s*ha], φ er avrenningsfaktor [-] og K_f er klimafaktor.

1.1 Avrenningsfaktor

Avrenningsfaktorer er hentet fra overvannsveilederen, som vist i tabellen nedenfor.

Tabell 6: Maksimale avrenningsfaktorer (φ) for ulike areal typer

Type flater	Avrenningsfaktor ¹⁾
Tak	0,9
Asfalterte veier og gater	0,8
Grusveier/-plasser	0,6
Plen/hageareal	0,1
Skog	0,1
Grønne tak (ekstensivt)	0,5 ²⁾

¹⁾ Norsk Vann rapport nr. 162/2008

²⁾ NVE rapp. 65-2014: Grønne tak og styrtregn

Figur 1: Avrenningsfaktorer for ulike typer flater (Halden kommune, 2019).

Planområdet er satt sammen av ulike typer flater, som blant annet tak, asfalterte gater, plen og grønne tak. For å beregne midlere avrenningsfaktor benyttes følgende formel hentet fra overvannsveilederen:

$$\varphi_{midl} = \frac{\varphi_1 * A_1 + \varphi_2 * A_2 + \dots \varphi_n * A_n}{A_1 + A_2 + \dots A_n}$$

hvor φ_{midl} er midlere avrenningsfaktor, $\varphi_1, \varphi_2, \dots \varphi_n$ er avrenningsfaktor for de ulike flatene og $A_1, A_2, \dots A_n$ er areal for de ulike flatene.

Takarealer er ikke medtatt i beregningen for ny situasjon, da takvann er planlagt ledet til en tett tank for gjenbruk til slokkevann, vaskevann og/eller lignende. Dersom disse forutsetningene endrer seg i detaljprosjekteringen, må beregningene oppdateres.

1.1.1 Eksisterende situasjon

Tabell 1: Avrenningsfaktor, eksisterende situasjon

Overflatetype	Areal [m ²]	Avrenningsfaktor
Tak	399	0,9
Asfalt	410	0,8
Grønt	21 670	0,1
Grusvei-/plass	175	0,6

Basert på tabellen ovenfor blir midlere avrenningsfaktor for eksisterende situasjon 0,13.

1.1.2 Ny situasjon

Tabell 2 Avrenningsfaktor, ny situasjon

Overflatetype	Areal [m ²]	Avrenningsfaktor
Asfalt	5355	0,8
Grønt	15 505	0,1
Grusvei-/plass	282	0,6

Basert på tabellen ovenfor vil midlere avrenningsfaktor bli 0,28.

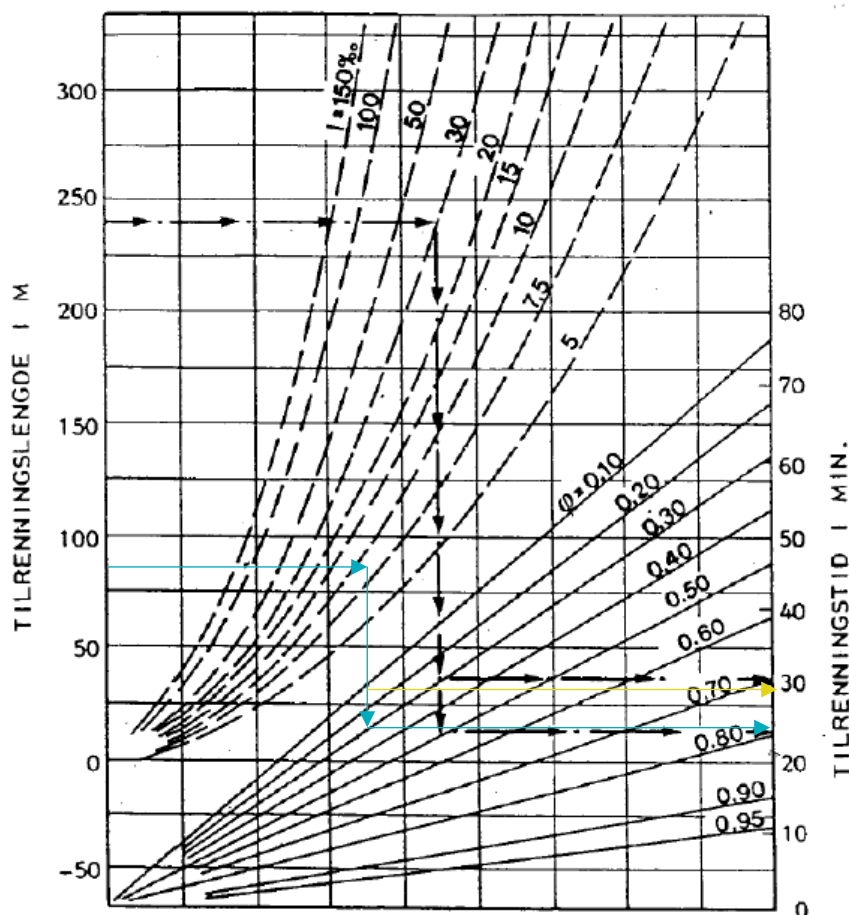
1.2 Nedbørfeltets areal

Nedbørfeltets areal er ca. 13 ha, se vedlegg 1. Planområdet areal på ca. 2,26 ha er benyttet for beregning av maks. avrenning og nødvendig fordrøyningsvolum.

1.3 Nedbørintensitet

For å finne nedbørintensitet hentes det inn Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF-verdier). IVF-kurver for er hentet fra klimaservicesenter for Fredrikstad (SN3030) målestasjon, som spesifisert i overvannsveilederen.

Tilrenningstid (dimensjonerende varighet) ble funnet ved hjelp av et monogram som er hentet fra VA-teknikk del 2 av Bøyum og Thorolfsson (2001), som vist i Figur 2.



Figur 2 Monogram tilrenningstid (Bøyum og Thorolfsson, 2001). Gul linje viser tilrenningstid for eksisterende situasjon og blå linje viser tilrenningstid for ny situasjon.

Følgende vurderinger og forutsetninger er gjort for å finne tilrenningstiden ved hjelp av monogrammet ovenfor:

- Ny situasjon
 - Tilrenningslengde er satt til lengste avstand gjennom planområdet. Dette har blitt målt til 79,9 m, tilnærmet 80 m
 - Det ble målt 6 m høydeforskjell fra høyeste til laveste punkt, dvs. Helning, $I = 6/80 = 0,075 \rightarrow I = 8 \text{ ‰}$
 - Høydeforskjellen og tilrenningslengden er tilnærmet lik for ny og eksisterende situasjon.
- Midlere avrenningsfaktorer, ϕ_{midl} :
 - Eksisterende situasjon: $\phi_{\text{midl}} = 0,13$
 - Ny situasjon: $\phi_{\text{midl}} = 0,28$

- Gjentaksintervallet for dimensjonerende nedbørintensitet er satt til 25-årsregn, som spesifisert i overvannsveilederen.

1.3.1 Eksisterende situasjon

Konsentrasjonstid: 20 minutter.

1.3.2 Ny situasjon

Konsentrasjonstid: 30 minutter

1.4 Klimafaktor

Klimafaktoren blir satt til 1,4 for ny situasjon, som ifølge kommunen. Det er ikke lagt til klimafaktor i beregning av eksisterende situasjon.

1.5 Beregnet maksimal avrenning

1.5.1 Eksisterende situasjon

Tabell 3: Beregnet maksimal avrenning, eksisterende situasjon

Beregning av maksimal avrenning (Qmaks) i liter/sekund																			
Areal:		22 654 m²		Avrenningskoeffisient:		0,13		Konsentrasjonstid:		20 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	3,8	6,7	8,9	12,2	17,7	21,4	24,0	18,9	14,8	12,0	8,8	7,0	5,2	3,1	2,0	1,2		
	5	4,8	8,5	11,3	15,6	23,5	29,2	33,0	26,0	20,9	17,0	12,2	0,0	6,6	3,9	2,4	1,5		
	10	5,5	9,7	12,8	17,9	27,4	34,3	39,0	30,6	24,9	20,2	14,5	0,0	7,5	4,5	2,7	1,7		
	20	6,2	10,9	14,3	20,1	31,1	39,2	44,7	35,1	28,7	23,3	16,7	0,0	8,4	5,0	2,9	1,8		
	25	6,4	11,2	14,8	20,8	32,3	40,8	46,5	36,5	29,9	24,3	17,4	0,0	8,7	5,1	3,0	1,9		
	50	7,1	12,4	16,3	23,0	35,9	45,6	52,1	40,9	33,7	27,3	19,5	0,0	0,0	5,6	3,2	2,0		
	100	7,7	13,5	17,8	25,1	39,5	50,4	57,6	45,2	37,4	30,3	21,6	0,0	0,0	6,1	3,4	2,2		
	200	9,6	17,0	23,6	34,8	52,2	67,4	79,4	63,1	50,9	41,2	26,0	20,7	15,1	8,4	5,0	2,8		

Beregnet dimensjonerende maks. avrenning for eksisterende situasjon er ca.46,5 l/s.

1.5.2 Ny situasjon

Tabell 4 Beregnet maksimal avrenning, ny situasjon.

Beregning av maksimal avrenning (Qmaks) i liter/sekund																			
Areal:		22 654 m ²		Avrenningskoeffisient:		0,27		Konsentrasjonstid:		30 min		Klimafaktor:						1,4	
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																	
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440		
Gjentaksintervall (år)	2	7,2	12,7	16,8	23,0	33,5	40,5	45,5	53,8	42,1	34,2	24,9	19,8	14,7	8,8	5,7	3,5		
	5	9,2	16,2	21,3	29,6	44,5	55,2	62,5	73,8	59,3	48,2	34,6	0,0	18,7	11,2	6,8	4,3		
	10	10,5	18,4	24,3	33,9	51,8	64,9	73,8	87,0	70,6	57,3	41,2	0,0	21,4	12,7	7,6	4,7		
	20	11,8	20,6	27,1	38,1	58,9	74,3	84,6	99,7	81,5	66,1	47,3	0,0	24,0	14,1	8,2	5,1		
	25	12,2	21,3	28,1	39,4	61,1	77,2	88,1	103,7	85,0	69,0	49,3	0,0	24,8	14,5	8,4	5,3		
	50	13,4	23,4	30,9	43,5	67,9	86,4	98,6	116,2	95,7	77,6	55,4	0,0	0,0	16,0	9,1	5,7		
	100	14,7	25,5	33,6	47,6	74,7	95,4	109,2	128,4	106,2	86,2	61,4	0,0	0,0	17,4	9,7	6,1		
	200	18,1	32,2	44,6	66,0	98,9	127,7	150,3	179,1	144,7	117,1	73,7	58,7	42,9	23,8	14,2	7,9		

Beregnet dimensjonerende maks. avrenning for ny situasjon, er ca. 103,7 l/s.

2 Påslippsmengde

Halden kommune godtar et påslipp til kommunalt nett på 15 l/(s*ha), som tilsvarer ca. 34 l/s for planområdet.

3 Infiltrasjon

Overvannshåndteringen for området er basert på prinsippet om tretrinnsstrategien, hvor det søkes å infiltrere 2-årsregn, forsinke og fordrøye 25-årsregn.

Paus (2018) har utarbeidet en metode for å beregne nødvendig tiltaksareal i forhold til redusert areal for å håndtere overvann i trinn 1, som vist nedenfor.

$$f = \frac{P}{h + K_h * t_r} * 100 \%$$

hvor f angir nødvendig areal til tiltak i forhold til det reduserte avrenningsarealet [%], P er dimensjonerende nedbørsmengde [mm], h er maksimal vannstand på tiltakets overflate [mm], K_h er mettet hydraulisk konduktivitet [mm/min] og t_r er dimensjonerende regnvarighet [min]. For arealer som ikke er forsenket i forhold til omkringliggende terreng, vil h tilsvare grop-magasinerings. Det er antatt at avrenningsarealet er lite og at konsentrasjonstiden derfor er ubetydelig.

Ved bruk av regnenvelopmetoden og formelen ovenfor har Norconsult utarbeidet et beregningsark for beregning av f-verdier for ulike typer overvannstiltak. Beregningsarket tar også hensyn til overvann som faller direkte på tiltaket.

De tette flatene (asfalt og tak) vil bidra med avrenning til overflatene (grøntområdene) som skal infiltrere 2 års regnet. Takareal og vegareal med tilhørende avrenningskoeffisienter vises i tabell 2.

Tabell 5 Areal og avrenningskoeffisient

Overflatetype	Areal m ²	Avrenningskoeffisient
Grus	282	0,6
Asfalt	5355	0,8
Totalt	5637	0,80

De nye grønne områdene på tiltaksområdet antas å være gressareal med middels infiltrasjon. Basert på tabell 3 i Paus (2018) tilsvarer dette en grop-magasinerings på 8 mm og en mettet hydraulisk konduktivitet på 188 mm/t, men ettersom terrenget har en del helning er det lurt å velge mettet hydraulisk konduktivitet noe mer konservativt.

Basert på forutsetningene ovenfor legges følgende parametere til grunn for å beregne nødvendig tiltaksareal for å håndtere overvann i trinn 1:

- Nedbørdata fra målestasjon Fredrikstad
- Avrenningsfaktor for tette flater: 0,80
- Areal tette flater: 5637 m²
- Klimafaktor: 1,4
- Gjentakintervall nedbør: 2 år (trinn 1).
- Maksimal vannstand på tiltakets overflate: 8 mm
- Mettet hydraulisk konduktivitet: 188 mm/t

Beregningene viser at grøntområdene på tiltaksområdet må ha et areal på minst 1856,1 m² for å infiltrere 2 års regnet på planområdet. Det er planlagt grøntområdet på 15505 m² i planområdet og overvannstiltaket vil derfor være mer enn tilstrekkelig for å håndtere trinn 1 i henhold til overvannsveilederen.

4 Fordrøyning

For beregning av fordrøyningsbehov ble er regnenvelopmetoden med konstant utløp benyttet. Fordrøyningsbehov er beregnet for 25-årsregn iht. overvannsveilederen.

Eksisterende maksimal avrenning ved 25-årsregn (ca. 46,5 l/s) blir trukket fra, siden det er mengden som blir håndtert uten kjente problemer i dagens situasjon.

Basert på forutsetningene som er gjort vil nødvendig fordrøyningsvolum være på 118,0 m³. Se figur 12.

Varighet	Intensitet	Intensitet med klimafaktor	Volum inn	Volum ut	Fordrøyningsbehov
min	l/s*ha	l/s*ha	m ³	m ³	m ³
1	434,6	608,4	21,9	2,5	19,4
2	379,8	531,7	38,3	5,0	33,4
3	333,8	467,3	50,5	7,4	43,1
5	281,5	394,1	71,0	12,4	58,6
10	218	305,2	109,9	24,8	85,2
15	183,8	257,3	139,0	37,2	101,9
20	157,2	220,1	158,6	49,5	109,0
30	123,4	172,8	186,7	74,3	112,4
45	101,1	141,5	229,4	111,5	118,0
60	82,1	114,9	248,4	148,6	99,8
90	58,7	82,2	266,4	222,9	43,5
120	0	0,0	0,0	0,0	0,0
180	29,5	41,3	267,8	267,8	0,0
360	17,3	24,2	314,1	314,1	0,0
720	10	14,0	363,1	363,1	0,0
1440	6,3	8,8	457,5	457,5	0,0
Nødvendig fordrøyningsvolum ved 25 års gjentakintervall					118,0 m³

Figur 3. Fordrøyningsbehov med konstant utløp

4.1.1 Fordrøyningstiltak

Se vedlegg 1 for plassering av overvannstiltakene på planområdet.

Det er planlagt å etablere sluk/sandfang på parkeringsplassen sør for brannstasjonen og infiltrasjonssandfang i lavpunktene i grøftene for veien øst for brannstasjonen. Vannet fra disse slukene/sandfangene ledes til et fordrøyningsmagasin under parkeringsplassen med overløp til kommunalt overvannsnett.

Avrenningen fra adkomstveien håndteres i et nedsenket grøntareal (vadi) med overløp til kommunalt overvannsnett.

Langs vei- og parkeringsarealene nord for brannstasjonen etableres gresskledd grøfter og/eller infiltrasjonsgrøfter, samt infiltrasjonssandfang i lavpunktene i grøftene.

D01	2021-04-09	Til kommentar hos oppdragsgiver	FadAIE	LiCMo	BAa
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.