

00 Oppdragsgiver: Tønsberg kommune
 Oppdragsnavn: Presterød skole - Komtek plan VA
 Oppdragsnummer: 635023-01
 Utarbeidet av: Dag Arne Halvorsen, Evelina Koltsova
 Oppdragsleder: Astrid Finstad Brevik
 Dato: 30.03.2023
 Tilgjengelighet: Åpent

Notat VA plan - Presterød skole



Versjonslogg:

04	30.03.23	Oppdatert iht til endringer av planforslag	EK	DAH
03	07.06.21	Oppdatert iht 1 gangs behandlingen for regulering	EK	DAH
02	01.12.21	Oppdatert iht kommunens kommentarer	EK	DAH
01	01.11.21	Utkast	EK, DAH	DAH
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Innledning

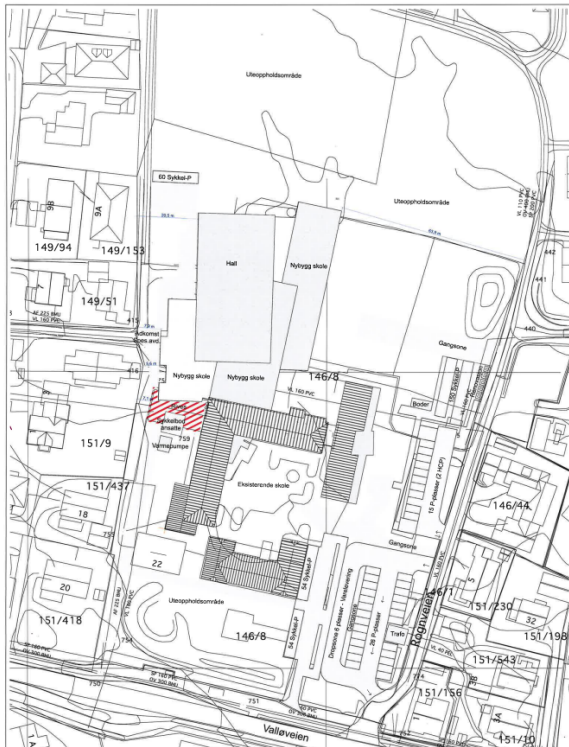
Presterød skole i Tønsberg kommune skal detaljreguleres med tanke på utvidelse av skolen. Dette notatet redegjør for premisser og muligheter for håndtering av overvann på område, samt tilgangen til vannforsyning og tilkobling til avløpssystemet. Plassering av reguleringsområde er vist i figur 1 under.



Figur 1: Plassering av reguleringsområde vist med sort

Planlagt utbygging

Situasjonsplan og illustrasjon av nytt bygg er vist i figur 2 og 3 under. Utvidelsen er tenkt på nordsiden av eksisterende bygninger som vist på situasjonsplanen, der det i dag er grøntområde/fotballbane.



Figur 2: Enkel situasjonsplan (Spir Arkitekter)

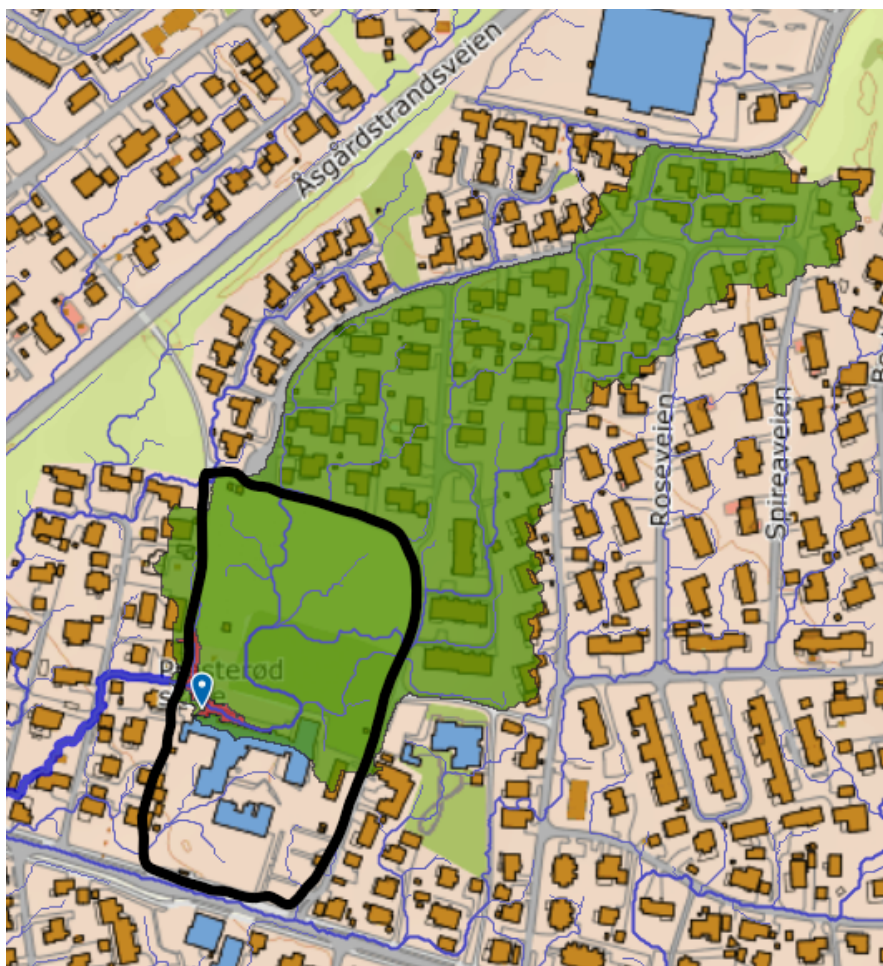


Figur 3: Illustrasjon av utvidelsen mot eksisterende bygninger (Spir arkitekter)

Overvann

3.1 Nedbørsfelt og avrenning

Reguleringsområdet ligger i et nedbørsfelt med avrenning ut til Valløveien, og deretter renner vannet over stort lanbruksfelt i sørvest og videre over Råel og ut i Presterødkilden. Planområdet består i dag av asfalt, skolebygninger og grønne flater. Grønne flater omfatter ca. 65 % av hele reguleringsområdet, og derfor er avrenningen relativt lav. Området er flatt med lite fall mot sørvest. Høydeforskjellen er ca. 1,5 - 2 m med lengde på felt 235 m. Det kan være noe overvann som renner inn på planområdet fra nedbørfeltet ovenfor (6,71 ha) (Figur 4).



Figur 4 : Nedbørsfelt med tilrenning til planområde (grønt felt, 6,71 ha), ved avrenning på overflaten. Planområde skissert med svart linje rundt. Avrenningslingjer vist i blå. Areal som dekker Presterød skole er 2,5 ha Nedbørsfelt antatt utfra Scalgo programmet.

Overvann fra eksisterende bygg går i dag antagelig via utvendige taknedløp til VA-nettet. Det går en 300 mm overvannsledninger langs Valløveien. Det kan antas at overvann fra bygninger og rundt renner til denne ledningen via sluk. Videreførte vannmengder fra nye overvannsløsninger forutsettes tilført samme OV ledning. Dersom slukene er tette eller overbelastet vil overvannet renne mot Valløveien hvor det krysser over og følger eksisterende avrenningsveier ned til feltet mellom Magnes vei og Glitnevei.

3.2 Bekkelukkinger

Historiske flyfoto/kart datert tilbake til 1902 og 1938 viser ingen bekker som krysser området. Det er derfor antatt at det ikke går bekkelukkinger her.

3.3 Grunnforhold

Basert på NGU sine løsmassekart (NGU, 2017) består området av marin strandavsetning (70 %), fyllmasser (25 %) og bart fjell (1 %) (Figur 5). Marin strandavsetning er vanligvis grus- og sandavsetninger, det vil si masser som egner seg for infiltrasjon. Dette bekrefter Figur 6 som tilsier at infiltrasjon i området er middels egnet.



Figur 5: Oversikt over løsmasser i planområdet (NGU, 2017)



Figur 6: Infiltrasjonsevne av løsmasser i reguleringsområdet (NGU, 2017)

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser der utvidelsen er planlagt. Resultatene viser et topplag av faste masser på 1,0 - 1,9m mektighet bestående av fyllmasser eller tørrskorpeleire. Under er det siltig leire som er klassifisert som bløt til middels fast med lav sensitivitet.

Undersøkelsene viste også en antatt grunnvannstand (i uke 43-2021) på kote +26,9 (ca 1,3m dybde).

Ut fra dette ser det til at infiltrasjonskapasiteten i dybden er begrenset.

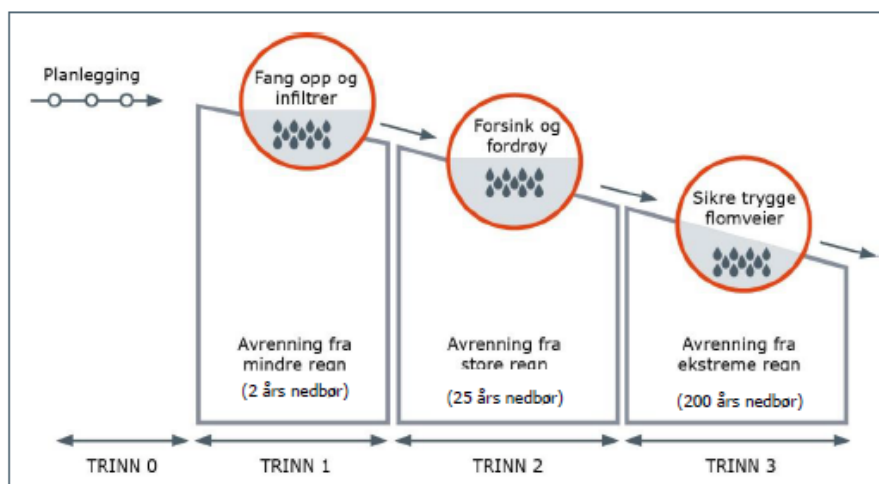
Ytterligere testing av infiltrasjonskapasitet er det lite hensiktsmessig å utføre på dette stadiet. Slik testing bør imidlertid utføres senere, i forbindelse med byggesak.

3.4 Forurensede aktiviteter

I dag er det skolebygg på område. Det er ikke registret forurensning på eller ved området i Miljødirektoratets database Grunnforurensning. Det er ikke behov for å rense overvann.

3.5 3-trinn strategi

I Tønsberg kommunens nye overvannsveileder skal 3-trinns strategien må følges, se Figur 7.



Illustrasjon av 3-leddsstrategien for lokal overvannshåndtering (LOD) ved økende nedbørmengder

Figur 7: Illustrasjon av tre trinns strategien i Tønsberg kommune

I trinn 1 skal avrenning fra 2 års regn fanges opp og infiltreres lokalt slik at naturlig vannbalanse opprettholdes. I trinn 2 skal avrenning fra 25 års regn fordrøyes og forsinkes før et minimalt utløp til vassdrag og/eller VA-nettet. I trinn 3 skal det sikres trygge flomveier for avrenning fra ekstreme nedbørmengder.

Målet for tre trinn strategien er å sikre lokal vannbalanse og unngå overbelastning av avløpsnett.

3.5.1 Metode og forutsetninger

Nedbørstatistikk: Ved beregninger av avrenningsmengder er det benyttet nedbørstatistikk fra Tønsberg - Kilen stasjonnr. 27270, perioden 2000-2015 (Tabell 1).

ar

Gjennløpslengde [m]	Regnvarighet [min]															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	273,8	238,7	213,1	178,9	130,2	106,4	88,7	71,7	56,2	44,9	33,7	27,9	22,4	15,6	10,7	6,4
5	353,9	316,7	279,1	233,2	167,4	140,9	118,5	98,0	75,8	59,8	38,4	32,2	25,9	17,4	11,7	7,7
10	406,9	368,3	322,7	269,1	192,0	163,7	138,2	115,4	88,9	69,6	41,5	35,0	28,3	18,6	12,5	8,6
20	457,8	417,8	364,6	303,6	215,6	185,6	157,0	132,1	101,3	79,1	44,6	37,7	30,6	19,8	13,1	9,4
25	473,9	433,5	377,9	314,6	223,1	192,6	163,0	137,4	105,3	82,1	45,5	38,6	31,3	20,2	13,3	9,7
50	523,7	481,9	418,8	348,2	246,2	214,0	181,5	153,7	117,5	91,3	48,5	41,3	33,5	21,3	14,0	10,5
100	573,0	529,9	459,4	381,7	269,1	235,3	199,8	169,9	129,6	100,4	51,4	43,9	35,7	22,5	14,7	11,3
200	622,2	577,9	500,0	415,1	292,0	256,5	218,1	186,1	141,7	109,6	54,3	46,5	37,9	23,6	15,3	12,1

Konsentrasjonstider: Konsentrasjonstider for naturlige felt er beregnet etter følgende formel (Statens vegvesen, 2014):

$$t_k = 0,6 \cdot L \cdot H - 0,5 + 3000 \cdot A_{se}$$

Hvor t_k er feltets konsentrasjonstid [min], L er lengde på feltet [m], H er høydeforskjell i feltet [m] og A_{se} er andel innsjø i feltet.

Overvannsavrenning: Overvannsavrenning for hvert delfelt er beregnet ved å benytte den rasjonale formel (Lindholm m.fl., 2012):

$$Q = \varphi \cdot A \cdot I \cdot Kf$$

Hvor Q er overvannsavrenningen [l/s], φ er midlere avrenningskoeffisient for nedbørfeltet [-], A er størrelsen på nedbørfeltet [ha], I er nedbørintensiteten på regnhendelse det beregnes avrenning for [l/ (s ha)] og Kf er forventet relativ økning i nedbørintensitet som følge av klimaendringer.

Avrenningskoeffisient: Tabellen 2 viser avrenningsfaktorer som ble lagt til grunn for beregninger i Trinn 2. Reguleringsområdet antas å bestå av en blanding av skog, plen, asfalterte veier og tak.

Tabell 2: Avrenningsfaktorer (φ) for dimensjonerende regn 25 år for ulike arealtyper (Veileder for overvannshåndtering i Tønsberg kommune).

Type flater	*Avrenningsfaktor 25 år
Tak	1,0
Asfalterte veier og gater	1,0
Grusveier/-plasser	0,5
Plen/hageareal	0,1
Skog	0,1
Grønne tak (ekstensivt)	0,5
Permeabelt steinbelegg	0,4

Klimafaktor: For å ivareta forventede endringer er det benyttet en klimafaktor på 1,4.
Gjentaksintervall: Det er benyttet et gjentaksintervall på 25 år i beregningene.

Beregning av nødvendig volum på fordrøyning er gjort ved Regnenvelopmetoden:

$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot Kf - Q_{midlere}] \cdot t_r$$

Hvor V er nødvendig volum på magasin [m³], A er størrelse på nedbørfelt [m²], φ er midlere avrenningskoeffisient i nedbørfeltet [-], I er dimensjonerende nedbørintensitet [m/s], t_r er regnvarigheten [s], Kf er klimafaktoren [-] og $Q_{midlere}$ er midlere utløp fra magasinet [m³/s].

3.5.2 Trinn 1 og Trinn 2

Mindre regn skal i henhold til 3-trinnsstrategien fortrinnsvis håndteres åpent og gis mulighet til naturlig infiltrasjon. Dette trinnet skal håndtere 2 års regn eller såkalt «dagligdags regn». Tiltak innenfor dette trinnet kan også bidra til å redusere avrenningen som må håndteres under trinn 2. Trinn 1 skal håndtere 2 års nedbør på egen tomt uten påslipp til offentlig nett ifølge overvannsveileder i Tønsberg kommune.

Vi har delt reguleringsområdet i 4 soner basert på infiltrasjonsevne av løsmasser, planlagt endringer og eksisterende avrenningslinjer (vedlegg HB 101). Det skaper bedre oversikt over reguleringsområdet.

Tabell 3: Oversikt over arealer for dagens situasjon og ny situasjon etter utbygning

OMRÅDET 1							Kommentar
Overflate	Dagens situasjon			Ny situasjon			Dette området har middels godt infiltrasjonsforhold, vann kan infiltreres ned i grunnen. Flere infiltrasjons-soner skal etableres.
	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	
Grønne arealer	9500	0,1	1090	9030	0,1	903	
Tette flater	2240	1	2350	2700	1	2700	
Tette flater utenom tak og asfalt (lekeplasser, osv.)	360	0,4	144	480	0,4	192	
Total	12210		3584	12210		3795	
OMRÅDET 2							
Overflate	Dagens situasjon			Ny situasjon			Bør brukes blågrønne tak på nybygg i kombinasjon med regnbed for asfalterte flatter.
	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	
Grønne arealer	3662	0,1	366,2	310	0,1	31	
Tette flater	600	1	600	3952	1	3952	
Total	4262		966,2	4262		4073	
OMRÅDET 3							Kommentar
Overflate	Dagens situasjon			Ny situasjon			Iht situasjonsplan blir det mindre endringer i dette området. Det er planlagt flere grønne arealer etter utbygning. Arealet av
	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	
Grønne arealer	2600	0,1	260	2510	0,1	251	
Tette flater	3800	1	3800	3890	1	3890	
Total	6400		4060	6400		3741	

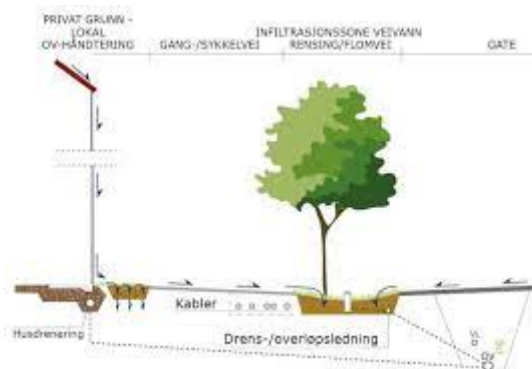
OMRÅDET 4							tetteflater skal reduseres.
OMRÅDET 4							Kommentar
Overflate	Dagens situasjon			Ny situasjon			Iht situasjonsplan blir det mindre endringer i dette området. Det er planlagt flere grønne arealer etter utbygning.
	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Reduserte areal (m ²)	
Grønne arealer	300	0,1	30	400	0,1	40	
Tette flater	1300	1	1350	1200	1	1200	
Total	1600		1380	1600		1240	

Området 1 (Nordre og Øvre deler med gode infiltrasjonsforhold):

Scenario 1 (gode infiltrasjonsforhold): Ifølge NGU løsmassekart (Figur 6) vurderes mulighetene for infiltrasjon av overvann lokalt på nordre delen av reguleringsområdet som middels egnet. Ved middels infiltrasjonsforhold kan vannet sige ned i grunnen uten andre tiltak. I tillegg består nordre del hovedsakelig av tilstrekkelig stort grøntareal (skog, fotballbane og tennisbaner) før/etter utbygning. Løsmassene har gode forhold for infiltrasjon. Derfor trenger man ikke gjøre flere tiltak i denne delen av reguleringsområdet. Det antas foreløpig at hydraulisk ledningsevne av løsmasser er 36 - 39 cm/t, siden har vi marin strandavsetning der. Etter utbygning vil største delen av grønne overflater forbli uendret. Øverste parkeringsplass, en del asfaltflater, lekeplasser og øvrige eksisterende bygg ligger også på området med middels gode infiltrasjonsforhold. Tette flater av dette området utgjør 2 700 m² (inkludert tak og asfalt flater). Det trenges ca.37% grønne flater i forhold til de tette for at de skal kunne infiltrere overvannet fra de tette flatene på gressarealet ved 25 års gjentakintervall, med den nevnte hydraulisk ledningsevnen. Dette utgjør (2700 m² tette flater * 37%) = 999 m². I henhold til mottatt situasjonsplan er det planlagt nok grønne flater med kunst gress, trær og busker i denne delen. De grønne strekninger kan brukes og utformes som infiltrasjonssoner (Figur 8). Det bør brukes åpne vannrenner på tette flater med svakt fall mot grøntområder, der vannet i hovedsak håndteres lokalt og åpent. Det anbefales også å bruke permeabelt fallunderlag med lavere avrenningskoeffisient på lekeplassene.

Scenario 2 (dårlig infiltrasjonsforhold): Selv om infiltrasjonsevne i området skulle være dårligere, er det nok grønne arealer for å håndtere 25 års regn. VA Miljøblad 106 sier at

nedsivning i en gressflate på de fleste jordtyper egnet til nedsivning behøver et areal på 1,5 -2 ganger arealet av taket, parkering mv. for å oppta og nedsive det meste av regnvannet. I vårt tilfelle er det 2,47 ganger for området 1.



Figur 8: Illustrasjon av utforming av infiltrasjonssoner. Fra Tønsberg kommune (overvannveileder)

Ut fra beskrevet grunnforhold i geotekniske rapport (kap .3.3) kan det her forventes lav infiltrasjon, og i Paus (2018) er det benyttet en verdi på 25 mm/t for mettet hydraulisk konduktivitet i gressarealer med lav infiltrasjon. Til sammenligning benyttes det 460 mm/t der det er høy infiltrasjon.

For måleren Tønsberg - Kilen vil 25 års nedbør si 36,3 mm for en varighet på 180 minutter. 36,3 mm på 12 100 m² (områdes areal) tilsvarer et volum på 436 m³. Grøntstrukturene her utgjør ca. 8600 m² og skal i tilfelle kunne håndtere trinn 2 nedbøren i løpet av 180 minutter. Trinn 2 nedbøren utgjør i tilfelle 50,69 mm over hele gressflaten i løpet av 180 minutter eller 16,89 mm/t. Med 25 mm/t i mettet hydraulisk konduktivitet vil det altså aldri stue seg opp overvann på gressarealene.

Det kan konkluderes med at overvannet fra nordre og østre deler kan håndteres lokalt ved vanlig infiltrering i grøntarealer både i Trinn 1 og Trinn 2, selv om dårlig infiltrasjonsforhold blir bekreftet. Utvidelsen av Presterød skole vil derfor ikke medføre til økt avrenning eller endret mengde overvann som kan infiltreres i grunnen i dette området.

Området 2 (Nybygg - Tak):

Den største økningen av tette flater er her til nybygget. Det meste av takarealet er flatt, og det kan derfor være mulig å etablere blågrønne tak på nybygget som kan gi redusert avrenning av takvann. Takarealet utgjør om lag 3090 m² (tilsvarende 68 % av takenes totale areal). De eksisterende takflatene skal beholdes (skråtak). Blå tak på markedet (eksempelvis

Protan Blueproof - Figur 9) har en kapasitet til å magasinere gjennomsnittlig dybde på ca. 75 mm regn.



Figur 9: Illustrasjon av Blueproof Green, grønt tak kombinert med overvannsreservoar. Fra protan.no

Vi har beregnet kapasiteten til å fordrøye vann på tak dersom det anlegges blått tak på hele nybygget. Det vil være mulighet for fordrøyning av 221 m³ vann ($3090\text{m}^2 \cdot 75 \text{ l/m}^2 = 231\,750 \text{ l}$ eller 231 m³), mens fordrøyningsbehovet er 192 m³ ved nedbørshendelse med 25 års gjentaksintervall. Utrekningen er vist i Vedlegg 1. Dersom det i tillegg legges grønt tak på toppen vil fordrøyningsbehovet minke ytterligere siden avrenningskoeffisienten da blir lavere enn på et vanlig blått tak. Endelig dimensjonering av fordrøyningstiltak på tak må gjøres i byggesak. Kapasiteten til å fordrøye på tak avhenger av utformingen til taket (andel blått/grønt, antall sluk, struping av sluker, fall til sluk m.m.) Dette vil fastsettes i byggesak.

Andre tette flater utenfor bygget i området 2 utgjør ca.862 m². Nødvendig areal av regnbed for å håndtere vann fra disse tette flatene er 166 m² ved 25 års gjentaksintervall (Vedlegg 3).



Figur 10: Regnbedene i Deichmans gate og Wilses gate, prosjektert av Asplan Viak, er en pilot for urbane regnbed i Norge. Fra AsplanViak.com

På nordvestlig delen (bak nybygg) er det foreslått en infiltrasjonssone på 210 m². Den kan brukes som regnbed (Figur 10) for å infiltrere overvannet fra overnevnte tette flatene. Denne infiltrasjonssonen er tre ganger større enn nødvendig regnbed areal.

*En alternativ løsning til blågrønne tak for nybygg, kan være fordrøyningsmagasin for å håndtere vann fra tilbygg. Vi har gjort et foreløpig overslag over hvor stort volum med fordrøying det vil kreve å håndtere 25 års regn fra disse arealene iht. situasjonsplan. For beregningene har vi brukt klimafaktor på 1,4, konsentrasjonstid 10 min og midlere avrenningskoeffisient $\varphi_{mid} = 1$. Basert på dette bør magasinvolument være omtrent 240m³ med maksimalt påslipp av overvann til offentlig nett 1 l/(s*da) (Vedlegg 2). Dette fordrøyningsmagasinet kan legges på samme plass under infiltrasjonssone. Dette volumet forutsetter asfaltveier rundt.*

Bruk av blågrønne tak med påfølgende infiltrering i regnbed for resterende tette flater tilfredsstillere kommunens krav for overvannshåndtering både i Trinn 1 og Trinn 2.

Hvis grunnvannstand er høy som ble oppdaget under geotekniske grunnundersøkelser (kap.3.3) og regnbed er uegnet til å håndtere overvann, da kan fordrøyningsmagasin brukes for å håndtere overvann fra områdene utenfor nye tilbygget i kombinasjon med blågrønne tak. Basert på dette bør magasinvolument være 52 m³ (kun for tette flater rundt nybygget). Denne løsningen kan være alternativ nummer 3 for området 2.

Området 3 (Eksisterende bygg og tette flater)

Eksisterende tak og asfaltflater i sone 3 har totalt areal på 3050 m² (unntatt den delen av bygningen som var inkludert i området 1). Avrenningen fra disse tette flatene faller mot Valløveien hvor ligger det grønne området på 1900 m².

Alternativ 1: Høy infiltrasjon

Alternativ 1 dekker et overvannstiltak som er mulig å gjennomføre dersom infiltrasjonen i grunnen er god. Grønne arealene i området 3 kan utformes som infiltrasjonssoner.

Det trenges ca.37% grønne flater i forhold til de tette for at de skal kunne infiltrere overvannet fra de tette flatene på gressarealet ved 25 års gjentakintervall, med den nevnte hydraulisk ledningsevnen. Dette utgjør (3890 m² tette flater * 37%) = 1 439 m².

Derfor kan det konkluderes at det er nok grøntarealer for å håndtere vannet fra tette flater i området 3 både innenfor Trinn 1 og Trinn 2.

Alternativ 2: Lav eller uegnet infiltrasjon

Høy grunnvannstand eller løsmasser med lav infiltrasjon kan gjøre at flere overvannstiltak har mindre effekt, spesielt infiltrasjonen til gress. Dette kan være tilfelle her, slik vi har sett av grunnundersøkelsene tyder på.

Dette kan løses ved å benytte regnbed som er et overvannstiltak som håndterer overvannet åpent og lokalt, både innenfor trinn 1 og trinn 2. Det er forutsatt en mettet hydraulisk konduktivitet på 26 mm/t i regnbedet, en midlere maksimal vannstand på 20 cm og maksimal videreført vannmengde på totalt 6 l/s i beregningene. Mettet hydraulisk konduktivitet på 26 mm/t er i Paus (2018) klassifisert som lav infiltrasjon i et regnbed. Dersom alt overvannet fra området 3 skal håndteres med regnbed vil det være et behov for et areal på 471 m² med regnbed. Detaljer rundt beregningene finnes i vedlegg 4.

Men det er viktig å si at bygningene i dette området slik vi har forstått beholdes slik de er i dag, derfor ikke medfører til økt avrenning eller endret mengde overvann der (Tabell 3). Takvannet kan føres ut på terrenget og videre til grøntområdet.

Området 4 (Nederste parkering)

Området hvor det ligger P-plasser nær Valløveien forblir nesten uendret basert på Google kart og ny situasjonsplan (Tabell 3). Terrenget faller mot Valløveien, hvor det ligger grønt areal (195 m²), og det kan samles mye vann ved kraftige nedbør. I tillegg skal også det legges trær og kunstgress rundt dette parkeringsområdet. For å håndtere vann fra tette flater på parkeringsplass er det behov for ca. 146 m² av grønne arealer med satt hydraulisk

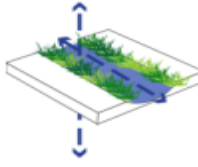
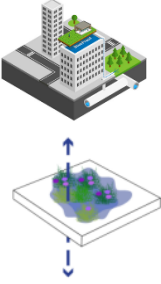
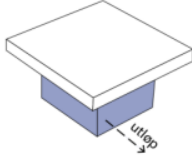

ledningsevne på 10 cm/t, siden infiltrasjonsforhold er ikke klassifisert for denne delen. Beregninger ble utført med klimafaktor 1.4 og 25 års gjentaksintervall. Dette betyr at tiltaket tilfredsstillter kommunens krav for Trinn 1 og Trinn 2. Se vedlagt tegning HB101 for foreslått tiltak og inndeling av soner.

Hvis hydraulisk ledningsevne blir lavere enn 10 cm/t, da foreslår vi å etablere et vannspeil (Figur 11). Vannspeilet er et effektivt overvannstiltak når tilrenningen er større en infiltrasjonskapasiteten i området. Vanligvis er vannspeil vel egnet i områder med tette løsmasser. Under og etter regnet siger vannet ned i filtermassen og etter en tid er filteroverflaten tørrlagt, og arealet kan benyttes til andre aktiviteter. Vannspeilet kan integreres i grønne arealer både i området 3 og 4.



Figur 11: Vannspeilet i Bjerkedalen park (Foto: Taran Aanderaa)

Tabell 4: Oppsummering av overvannstiltak

<p>Området 1:</p>	<p>Trinn 1 og Trinn 2:</p>	<p>Grønne arealer/infiltrasjonsso- ner</p>		<p>Utvidelsen av Presterød skole vil ikke medføre økt avrenning eller endret mengde overvann som kan infiltreres i grunnen i dette området.</p>
<p>Området 2:</p>	<p>Trinn 1 og Trinn 2:</p>	<p>Alternativ 1: Blått tak i kombinasjon med regnbed</p>		<p>Bruk av blågrønne tak med påfølgende infiltrering i regnbed for resterende tette flater tilfredsstill kommunens krav for overvannshåndtering både i Trinn 1 og Trinn 2.</p>
		<p>Alternativ 2: Fordrøyningsmagasin</p>		<p><i>En alternativ løsning til blågrønne tak for nybygg, kan være fordrøyningsmagasin for å håndtere vann fra tak og tette flater i området (Utløp til offentlig nett 4,3 l/s).</i></p>
		<p>Alternativ 3: Blått tak i kombinasjon med fordrøyningsmagasin</p>		<p><i>Hvis grunnvannstand er høy, da kan fordrøyningsmagasin brukes for å håndtere</i></p>

				<p>overvann fra områdene utenfor nye tilbygget i kombinasjon med blågrønne tak.</p>
Området 3:	Trinn 1 og Trinn 2:	<p>Alternativ 1 (Høy infiltrasjon):</p> <p>Grønne arealer/infiltrasjonsso- ner</p>		<p>Det er nok grøntarealer for å håndtere vannet fra tette flater i området 3 både innenfor Trinn 1 og Trinn 2, hvis infiltrasjonsevne av massene bekreftes.</p>
		<p>Alternativ 2 (Lav eller uegnet infiltrasjon):</p> <p>Regnbed</p>		<p>Lav infiltrasjon kan enten løses ved å benytte regnbed som er et overvannstiltak som håndterer overvannet åpent og lokalt, både innenfor trinn 1 og trinn 2.</p>
		<p>Alternativ 3 (Lav eller uegnet infiltrasjon):</p> <p>Vannspeil</p>		<p>Hvis hydraulisk ledningsevne blir lav.</p>
Området 4:	Trinn 1 og Trinn 2:	<p>Alternativ 1 (Høy infiltrasjon):</p> <p>Grønne arealer/infiltrasjonsso- ner</p>		<p>Området hvor det ligger P-plasser nær Valløveien forblir nesten uendret basert på Google kart og ny situasjonsplan (Tabell 3). Det er nok grønne arealer for å håndtere</p>

				overvann i dette området.
		<p>Alternativ 2 (Lav eller uegnet infiltrasjon):</p> <p>Vannspeil</p>		Hvis hydraulisk ledningsevne blir lav.

Tabell 5: Dimensjonering av valgte løsninger/tiltak og videreførte mengder

Området	Løsninger (inkl. Alternativer)	Volu m, m3	Nødvendig areal, m2	Videreførte mengder til offentlig nettet
Området 1	Grønne arealer/infiltrasjonssoner	X	999 (høy infiltrasjon)	0 l/s
Området 2	1) Blått tak + regnbed	192 X	X 166	4,3 l/s
	2) Fordrøyningsmagasin	259	X	4,3 l/s
	3) Blått tak + fordrøyningsmagasin	1192 32	X X	4,3 l/s

Området 3	1) Grønne arealer/infiltrasjonssoner	X	1406	6,4 l/s
	2) Regnbed	X	471 Avhengig av utforming	6,4 l/s
	3) Vannspeil	X		0 l/s
Området 4:	1) Grønne arealer/infiltrasjonssoner	X	146 m ²	0 l/s
	2) Vannspeil	X	Avhengig av utforming	0 l/s

Hvordan områdene fordeles og utformes forutsettes detaljert i en senere fase.

3.5.3 Trin 3 - Sikre trygge flomveier for store regn

Dette trinnet skal sikre trygge flomveier dimensjonert for 200 års nedbør. Byggeforskriftenes krav om fall ut ifra bygg vil trolig gi tilstrekkelig sikkerhet mot skader forårsaket av ekstrem nedbør som overstiger dimensjoneringskriteriene, eller i tilfeller hvor overvannssystemet ikke fungerer som det skal.

Området ligger ikke flomutsatt, men ved ekstremregn kan det ikke utelukkes at det renner vann på overflatene, også fra ovenforliggende område vist i Figur 1. Dette kan inntreffe når nedbør overstiger overvannssystemets kapasitet. Vi ser på figur 4 at store avrenningslinjer renner gjennom området hvor, skal bygges nybygg. For å unngå at vannet stuves opp rett ved nybygget skal terrenget rundt ha tilstrekkelig fall vekk fra dette (if. § 13 - 11 i TEK 17). Terrenget i planområde må også utformes slik at overskytende vann renner ved siden av nybygg. Dette kan etableres i form av et nedsenket område som er lavere enn omkringliggende områder bak ballbinger. Veien som ligger bak nytt bygg, kan benyttes som flomvei.

Foreløpige overslagsberegninger tilsier at det er behov for et nedsenket område på 2,35 m bredde for å ta unna 200 års nedbør fra et nedbørfelt på ca. 6,71 ha (Figur 4) med gjennomsnittlig avrenningsfaktor 0,85. Bredden forutsetter et fall i terrenget på nordsiden

av nybygget på 1 %. Eksakt beregning og utforming av flomvei må foretas ved senere detaljprosjekteringen. Det må settes av tilstrekkelig areal til dette i det videre arbeidet.

Eksakt beregning og utforming av flomvei må foretas ved senere detaljprosjekteringen.

3.5.4 Drift og eierskap

Overvannsanlegg (grønnblå tak, regnbed og vannrenner) på privat området og stikkledninger ut til offentlig påkoblingspunkt vil være privat.

3.5.5 Overvann i anleggsfasen

Overvann fra anleggsvirksomhet kan inneholde store mengder partikler og miljøgifter og bør derfor renses. Ansvarlig entreprenørfirma for utførelsen må sikre mot forurensning og utslipp. Dette kan gjøres ved bruk av et mobilt renseanlegg, eller ved etablering avbøtende tiltak (f.eks. sedimentasjonsgrøft eller siltgardin) i anleggsperioden for å hindre utslipp av partikler til nære områder.

Renseprosessen for overvann bør minimum inneholde sedimenteringstrinn, men også filtrering dersom resipienten er sårbar eller dersom det er mye forurensning og olje i anleggsfasen. Eksisterende kummer må tømmes og rengjøres ved behov. Slam fra renseanlegget må leveres til et godkjent deponiet.

Mobilt renseanlegg må dimensjoneres slik at utslippsvannet tilfredsstillende satte grenseverdier. Det er også viktig å unngå bruk av tunge kjøretøy over fremtidige infiltrasjonsarealer.

Det mobile renseanlegget må være sikret mot frost i vinterperiode og skal kunne flyttes ved behov.

Det nødvendige tiltaket må prosjekteres og beregnes ved detaljprosjektering. Eksempel på en mobil konteinerbasert løsning er vist i Figur 12.



Figur 12: Eksempel på konteinerbasert løsning for overvann (NR.498 Staten vegvesens rapport)

Slike konteinerbaserte løsninger kan behandle 15 – 30 m³/t.

4 Vannforsyning og spillvann

For beregningsformål er det foreløpig antatt 200 nye elever som følge av utvidelsen. Til sammen vil det være omtrent 570 elever ved skolen etter utvidelsen. Dette gir en maks vannmengde på ca. 1,9 l/s, med 40 l/elev per dag¹. Dette vil si omtrent 0,5 l/s mer enn med dagens elevtall. Ifølge kommunens brannvannskart (se figur 5 under) er kapasiteten i område god, så vannmengder i denne størrelsesorden vil det normalt være kapasitet til. Planområde ligger innenfor trykksone med en total statisk trykkehøyde på 87 moh.

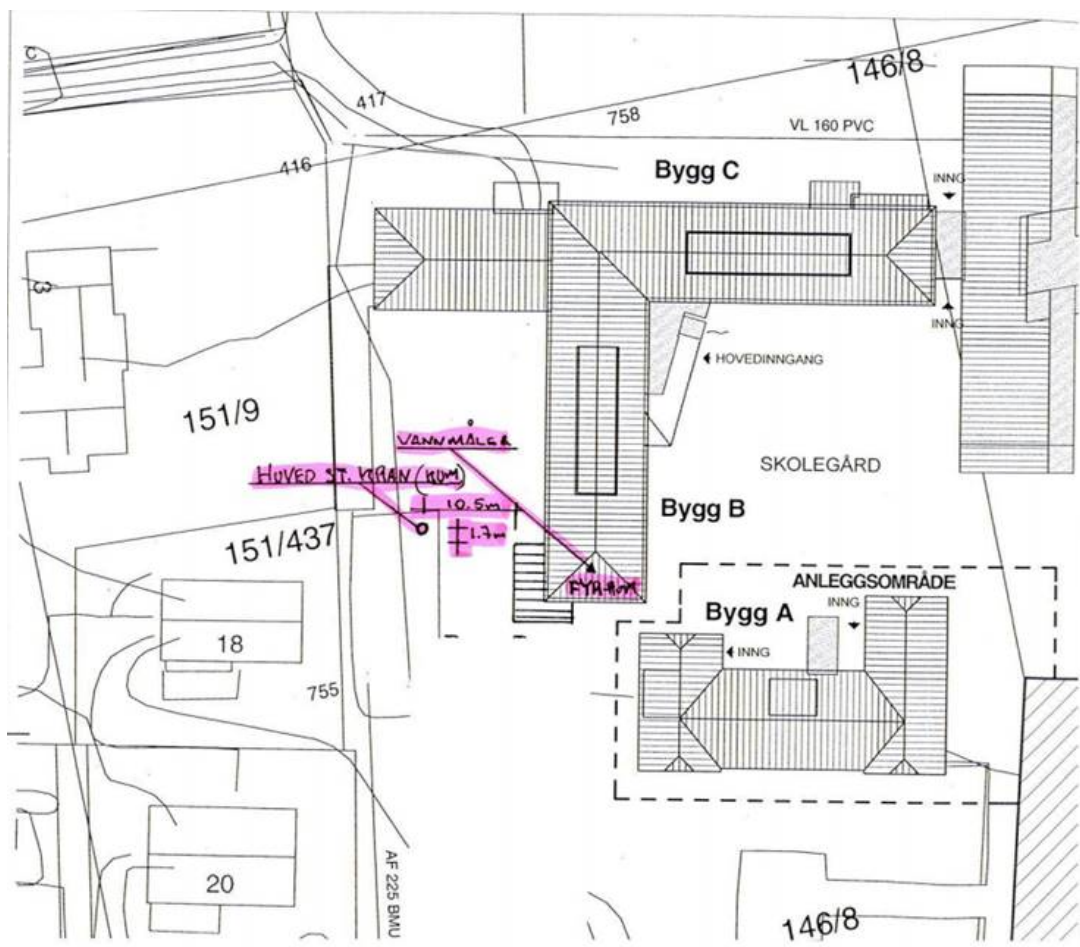
Spillvannsbelastningen vil omtrent tilsvare vannforbruket, og dette vil det også normalt være kapasitet til. Avløpet er antagelig tilknyttet kommunal 160mm SP langs Valløveien, via privat 160mm.

Vann er tilknyttet 160mm VL ledning vest for skolen iht. kart mottatt fra kommunen. Se utklipp fra kart i figur 12 under.

Det er pr i dag ikke bestemt om eksisterende tilkoblingspunkter for vann og spillvann skal beholdes eller om disse skal legges om. Vi antar imidlertid at dette ikke vil by på problemer. I utgangspunktet antas det at dagens tilkoblingspunkter opprettholdes, ev at eksisterende stikkledninger fornyes.

Ubenyttede tilkoblinger må plugges på hovedledningen. Det skal kun være en tilknytning for henholdsvis vann og spillvann ifølge opplysninger fra kommunen.

¹ Beregnet etter Norsk vanns veileder 193



Figur 12: Kart med inntegnet hovedstoppekran for vann (mottatt fra kommunen)

4.1 Brannsløkkevann

Krav til brannsløkkevann antas her å ligge på 50 l/s med et resttrykk på minimum 10 mVS trykk i nettet iht. byggeforskriftenes preaksepterte ytelser. Dette er tilsvarende som dagens krav til sløkkevann i område.

Kommunens brannvannskart viser at kapasiteten er god, med en beregnet kapasitet på over 60 l/s i de nærmeste ledningene. Se figur 13 under der grønnfargede kummer indikerer at ledningene her har kapasitet over kravet på 50 l/s. For å oppnå 50 l/s må vann ofte tas fra flere av brannkummene.



Figur 13: Utklipp fra brannvannskart i Gemini VA hvor grønnfargede sirkler indikerer god kapasitet i forhold til kravet.

For plassering av brannvannsuttag har VIBR/Tek17 et avstandskrav på 25-50 meter til hovedangrepsvei. Bygningen har flere brannkummer i nærheten, og flere av disse ser ut til å tilfredsstille avstandskravet til ulike sider av bygningen. Ifølge tegningene har bygningene flere ulike innganger etter utbygging.

Foreløpig ser det ikke ut til å være behov for flere brannkummer.

Skolen ligger i dag på ca kote 26 og har slik sett et statisk trykk på 61 mVS ved bakkenivå. Det er i denne fasen ikke klart hvilken sprinklerkapasitet og trykk som vil være aktuelt i dette bygget. Dette vil framkomme i senere fase og da vil systemkurve for trykk/mengde utarbeides for å dokumentere kapasitet.

Sprinkleranlegg prosjekteres etter tilgjengelig kapasitet i nettet. Normalt er vannbehovet lavere enn kravet til brannslukke vann på 50 l/s, og som vi har sett over er kapasiteten god i

dette område. Det kan være behov for trykkforsterkning, men det er en privatsak og ikke noe som bør vurderes i planen. Eventuell ny stikkledning for sprinkleranlegg utformes etter sprinkelreglementet og kommunens VA norm.

4.2 Konflikter med eksisterende VA ledninger

Ifølge kommunens ledningskart ligger det en 160 mm vannledning nord for dagens bygninger der tilbygget er tenkt. Denne vannledningen må derfor legges om slik at den ikke er i konflikt.

Kommunen vurderer også å legge vannledningen langs østsiden av bygget.

Se vedlagte tegning for forslag til omlegginger.

5 Oppsummering

- Område har god kapasitet på vannforsyning, spillvann og brannsløkkevann i forhold til planlagt utbygging. Aktuelle tilkoblingspunkter til kommunale ledninger er vest for dagens bygninger og i Valløveien.
- Planområde ligger innenfor trykksone med total statisk trykkehøyde på 87 moh.
- Det ligger flere brannkummer rundt dagens bygninger.
- Ev. sprinkleranlegg prosjekteres etter tilgjengelig kapasitet i nettet, ev med ny sprinklerledning fra kommunalt nett.
- Eksisterende vannledning nord for dagens bygninger må legges om. Kommunen vurderer å legge om vannledningen øst for bygget også.
- Overvannet skal primært løses på egen tomt lokalt.
- Området 1 har middels god mulighet for infiltrasjon av nedbør på reguleringsområdet. Overvann kan infiltreres ned i grunnen både i Trinn 1 og Trinn 2. Vannet kan ledes til grøntareal gjennom åpne vannrenner.
- Blågrønne tak vil redusere avrenningsmengde fra taket på nybygg betydelig både i Trinn 1 og Trinn 2 med riktig ombygning og utforming. Ved bruk av blågrønne tak behøves overflateareal for regnbed på 166 m², som kan utformes på vest side av nybygget i Området 2. Maksimalt påslipp til offentlig nett er 4,3 l/s.
- Det ble foreslått to alternativer for området 3 siden infiltrasjonsevne av underliggende masser er ukjent. Alternativ 1 (høy infiltrasjon): Vanlig infiltrering til grønne arealene. Alternativ 2 (Lav eller uegnet infiltrasjon): Utforming av et regnbed på 471 m². Området 4 forblir nesten uendret og vil ikke medfører til økt avrenning eller endret mengde overvann. Overvannet fra dette området kan ledes til grøntarealer langs Valløveien.

- Terrenget på nordsiden av nybygget må utformes som flomvei.
- Endelig premisser og rammer for overvannshåndtering bestemmes i byggesak.

VEDLEGG 1: Fordrøyning på tak nybygg

Videreført mengde vann avhenger av antall sluk på tak. Under følger en grov beregning av fordrøyningsbehovet.

FORDRØYNING - Beregning av nødvendig volum

Oppdrag: Presterød skole 635023-01
 Utført av: EK
 Kontrollert av: DAH
 Dato: 30.03.2023

INPUT

Funksjonskrav:

K_f =	1,40	-	(Klimafaktor)
G_I =	25	år	(Dim. gjentakintervall)
$Q_{maks, ut}$ =	3,0	l/s	(Maksimalt videreført)
$Q_{midlere}/Q_{maks, ut}$ =	0,70	-	(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A =	3 090	m^2	(Størrelse nedbørfelt)
φ =	1,00	-	(Midlere avrenningskoeffisient)
t_k =	10	min	(Konsentrasjonstid)

Tilløpsrør:

I =	10	%	(Fäll)
ϵ =	1,00	mm	(Ruhet)

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

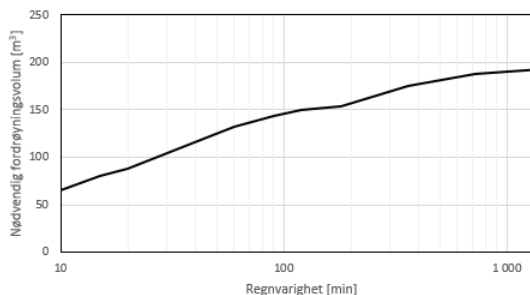
V =	192	m^3	(Nødvendig fordrøyningsvolum)
$A \cdot \varphi$ =	3 090	m^2	(Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$ =	2,1	l/s	(Midlere utløp)
K_f =	1,40	-	(Klimafaktor)
$P \cdot K_f$ =	121	mm	(Dimensjonerende nedbørmengde)
$I \cdot K_f$ =	14,0	l/(s·ha)	(Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_k =	1 440	min	(Dimensjonerende regnvarighet)
Q =	110	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)
D_i =	307	mm	(Minste innvendig diameter tilløpsrør)
t_r =	25,4	t	(Tømmeid for magasin i timer)

Hydrologisk stasjon:

Kommune:	Oslo	(Kommune)
Stasjon:	Blindern PLU	(Stasjonsnavn)
Periode:	1968-2021	(Måleperiode)
Lengde:	52	år (Antall sesonger)

Referanser:

Lindholm, O. m.fl. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportssystem. Norsk Vann rapport 193 | 2012. klimaservicesenter.no
 VA miljøblad nr. 69 (2015)



$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot K_f - Q_{mid.}] \cdot t_r$$

t_r [min]	I [l/(s·ha)]	K_f [-]	$I \cdot K_f$ [m/s]	$P \cdot K_f$ [mm]	V [m³]
10	255,3	1,40	3,6E-05	21	65
15	210,4	1,40	2,9E-05	27	80
20	174,8	1,40	2,4E-05	29	88
30	139,4	1,40	2,0E-05	35	105
45	107,8	1,40	1,5E-05	41	120
60	89,4	1,40	1,3E-05	45	132
90	66,1	1,40	9,3E-06	50	143
120	52,9	1,40	7,4E-06	53	150
180	37,7	1,40	5,3E-06	57	153
360	23,6	1,40	3,3E-06	71	175
720	14,9	1,40	2,1E-06	90	188
1440	10,0	1,40	1,4E-06	121	192

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant utløp fra magasin
- Konsentrasjonstid/regnvarighet ≥ 10 min
- Ingen singularitet, trykkløst og 10 °C
- Samme klimafaktor for alle regnvarigheter

VEDLEGG 2:

- A. Beregninger av nødvendig fordrøyningsvolum for Området 2 som alternativ nummer 2 (uten blågrønne tak og med blågrønne tak)

FORDRØYNING - Beregning av nødvendig volum

Prosjekt: Presterødskole
Dato: 19.10.2021

INPUT

Funksjonskrav:

Fylke:	Vestfold		(Fylke for uthenting av data)
Stasjon:	TØNSBERG - KILEN	-	(Stasjon for uthenting av data)
K_f :	1,40	-	(Klimafaktor)
GI :	25	år	(Dim. gjentakintervall)
$Q_{midlere, ut}$:	4,3	l/s	(Maksimalt videreført)
$Q_{midlere, in} / Q_{maks, ut}$:	0,70	-	(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A :	4 262	m^2	(Størrelse nedbørfelt)
φ :	1,00	-	(Midlere avrenningskoeffisient)
t_k :	10	min	(Konsentrasjonstid)

Tilløpsrør:

l :	10	%	(Fall)
c :	1,00	mm	(Ruhet)

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

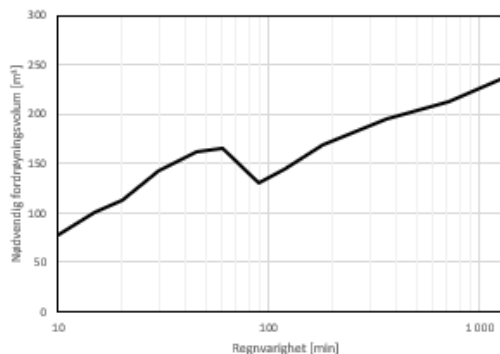
V :	240	m^3	(Nødvendig fordrøyningsvolum)
A_{wp} :	4 262	m^2	(Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$:	3,0	l/s	(Midlere utløp)
K_f :	1,40	-	(Klimafaktor)
$P \cdot K_f$:	117	mm	(Dimensjonerende nedbørmengde)
IK_f :	13,6	$l/(s \cdot ha)$	(Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_r :	1440	min	(Dimensjonerende regnvarighet)
Q :	133	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)
D_i :	330	mm	(Minste innvendig diameter tilløpsrør)

Hydrologisk stasjon:

Fylke:	Vestfold		(Fylke)
Kommune:	Tønsberg		(Kommune)
Stasjon:	TØNSBERG - KILEN		(Stasjonsnavn)
Stasjonsnr:	27270		(Stasjonsnummer)
Høyde:	3	m.o.h.	(Høyde over havet)
Breddegrad:	59,2782		(Breddegrad)
Lengdegrad:	10,4312		(Lengdegrad)
Periode:	2000 - 2015		(Måleperiode)
Lengde:	16	år	(Antall sesonger)

Referanser:

Lindholm, O. m.fl. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem. Norsk Vann rapport 133 | 2012.
cklima.no



$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot K_f - Q_{mid.}] \cdot t_r$$

t_r [min]	I [$l/(s \cdot ha)$]	K_f [-]	IK_f [l/s]	$P \cdot K_f$ [mm]	V [m^3]
10	223,1	1,40	3,1E-05	19	78
15	192,6	1,40	2,7E-05	24	101
20	163,0	1,40	2,3E-05	27	113
30	137,4	1,40	1,9E-05	35	142
45	105,3	1,40	1,5E-05	40	162
60	82,1	1,40	1,1E-05	41	166
90	45,5	1,40	6,4E-06	34	130
120	38,6	1,40	5,4E-06	39	144
180	31,3	1,40	4,4E-06	47	163
360	20,2	1,40	2,8E-06	61	195
720	13,3	1,40	1,9E-06	80	213
1440	9,7	1,40	1,4E-06	117	240

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant utløp fra magasin
- Regnenvolpmetode for bestemmelse av volum
- Konsentrasjonstid/regnvarighet ≥ 10 min
- Ingen singulærtap, trykkløst og $10^\circ C$

B. Beregninger av nødvendig fordrøyningsvolum for flatene rundt tilbygget i Området 2 (Overvannet fra taket håndteres ved blågrøne tak)

FORDRØYNING - Beregning av nødvendig volum

Oppdrag: Presterød skole 635023-01
Utført av: EK
Kontrollert av: DAH
Dato: 30.03.2023

INPUT

Funksjonskrav:

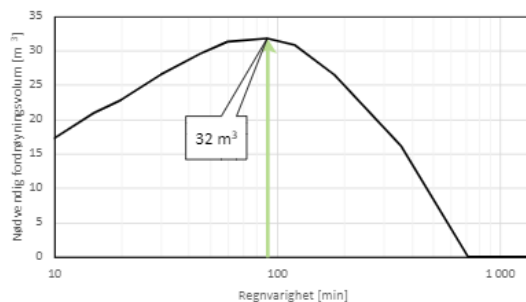
K_f	1,40	-	(Klimafaktor)
G_I	25	år	(Dim. gjentakintervall)
$Q_{maks, ut}$	3,0	l/s	(Maksimalt videreført)
$Q_{midlere}/Q_{maks, ut}$	0,70	-	(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A	862	m^2	(Størrelse nedbørfelt)
φ	1,00	-	(Midlere avrenningskoeffisient)
t_c	10	min	(Konsentrasjonstid)

Tilleggsrør:

l	10	%	(Fall)
ε	1,00	mm	(Ruhet)



$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot K_f - Q_{mid.}] \cdot t_r$$

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

V	32	m^3	(Nødvendig fordrøyningsvolum)
$A \cdot \varphi$	862	m^2	(Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$	2,1	l/s	(Midlere utløp)
K_f	1,40	-	(Klimafaktor)
$P \cdot K_f$	50	mm	(Dimensjonerende nedbørmengde)
$I \cdot K_f$	92,5	l/(s·ha)	(Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_c	90	min	(Dimensjonerende regnvarighet)
Q	31	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)
D	190	mm	(Minste innvendig diameter til løpsrør)
t_r	4,2	t	(Tømmetid for magasin i timer)

t_c [min]	I [l/(s·ha)]	K_f [-]	$I \cdot K_f$ [m/s]	$P \cdot K_f$ [mm]	V [m ³]
10	255,3	1,40	3,6E-05	21	17
15	210,4	1,40	2,9E-05	27	21
20	174,8	1,40	2,4E-05	29	23
30	139,4	1,40	2,0E-05	35	27
45	107,8	1,40	1,5E-05	41	29
60	89,4	1,40	1,3E-05	45	31
90	66,1	1,40	9,3E-06	50	32
120	52,9	1,40	7,4E-06	53	31
180	37,7	1,40	5,3E-06	57	26
360	23,6	1,40	3,3E-06	71	16
720	14,9	1,40	2,1E-06	90	0
1440	10,0	1,40	1,4E-06	121	0

Hydrologisk stasjon:

Kommune:	Oslo	(Kommune)
Stasjon:	Blindern PLU	(Stasjonsnavn)
Periode:	1968-2021	(Måleperiode)
Lengde:	52	år (Antall sesonger)

Referanser:

Lindholm, O. m.fl. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem. Norsk Vann rapport 193 | 2012.
klimaservicesenter.no
VA miljøblad nr. 69 (2015)

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant utløp fra magasin
- Konsentrasjonstid/regnvarighet ≥ 10 min
- Ingen singularitet, trykklost og 10 °C
- Samme klimafaktor for alle regnvarigheter

VEDLEGG 3: Beregninger av nødvendig regnbed areal i Området 2

Prosjekt: Proterområdene
Utført av: EK
Kontroller: DAH
Dato: 28.11.2021

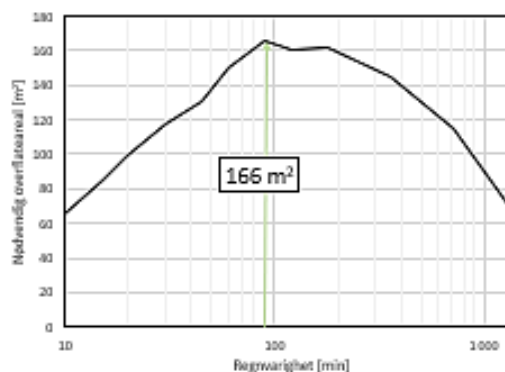
INPUT

Funksjonskrav:

Fylke:	Vestfold	(Fylke for uthenting av data)
Stasjon:	TØNSBERG - KILEN	(Stasjon for uthenting av data)
K _f :	1,40	(Klimafaktor)
G _l :	25	(Dim. gjentaksintervall)
Q _{max,ut} :	0,9	ltr (Maksimalt videreført utløp i infiltrasjon)
Q _{max,ut} / Q _{max,ut} :	0,70	(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A:	962	m ² (Størrelse nedbørfelt)
φ:	1,00	(Midlere avrenningskoeffisient)
t _k :	10	min (Konsentrasjonstid)
K _h :	2,6	cm/t (Hydraulisk ledningsevne i regnbødd)
h _{max} :	20	cm (Midlere maksimal vannstand)



$$A_{rb} = \frac{P \cdot K_f \cdot A \cdot \varphi - Q_{mid} \cdot (t_r + t_k)}{h_{maks} + K_h \cdot (t_r + t_k)}$$

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

q:	166	m ² (Nødvendig overflateareal regnbødd)
A _{rb} :	962	m ² (Redusert nedbørfelt)
Q _{mid} :	0,6	ltr (Midlere utløp utløp i infiltrasjon)
Q _{infiltrasjon} :	1,2	ltr (Infiltrasjon)
P-K:	46	mm (Dimensjonerende nedbørmengde)
I-K:	85,0	l/h·ha (Dimensjonerende nedbørintensitet)
t _r :	90	min (Dimensjonerende regnvarighet)
Q:		ltr (Dimensjonerende tilrenning)
f:	17,2%	(Overflate i f. redusert nedbørfelt)

t _r [min]	I [l/h·ha]	K _f [-]	I·K _f [ltr]	P·K _f [mm]	A _{rb} [m ²]
10	177,7	1,40	2,5E-05	15	65
15	155,1	1,40	2,2E-05	20	85
20	137,6	1,40	1,9E-05	23	99
30	111,5	1,40	1,6E-05	28	117
45	86,2	1,40	1,2E-05	33	131
60	76,6	1,40	1,1E-05	39	150
90	60,7	1,40	8,3E-06	46	166
120	47,4	1,40	6,6E-06	48	160
180	36,3	1,40	5,1E-06	55	162
360	22,7	1,40	3,2E-06	69	144
720	14,9	1,40	2,1E-06	90	114
1440	9,3	1,40	1,3E-06	112	64

Hydraulisk stasjon:

Fylke:	Vestfold	(Fylke)
Kommune:	Tønsberg	(Kommune)
Stasjon:	TØNSBERG - KILEN	(Stasjonsnavn)
Stasjonsnr:	27270	(Stasjonsnummer)
Høyde:	3	m.a.h. (Høyde over havet)
Breddegrad:	59,2782	(Breddegrad)
Longdegrad:	10,4312	(Longdegrad)
Periode:	2000 - 2015	(Måleperiode)
Longde:	16	år (Antall år)

Referanser:

Lindhalm, O. m. fl. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transpartrykrom. Nærsk Vann rapport 193 | 2012. sklima.no

Paur, K., Brarkerud, B.C. (2013) Forslag til dimensjonering og utforming av regnbødd for nærsk forhold. Vann (1) 48.

Paur, K., Muthanna, T.M., Brarkerud, B.C. (2015) The Hydrological Performance of Bioretention Cells in Regions with Cold Climate: Seasonal Variation and Implications for Design.

Førutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant infiltrasjon og bare vertikale
- Regnsvolapmetode for bestemmelse av areal
- Konsentrasjonstid/regnvarighet ≥ 10 min

VEDLEGG 4: Beregninger av nødvendig regnbødd areal i Området 3 med lav eller uegnet infiltrasjon

FORDRØYNING - Beregning av areal regnbed

Oppdrag: Presterød skole
 Utført av: EK
 Kontrollert av: DAH
 Dato: 30.03.2023

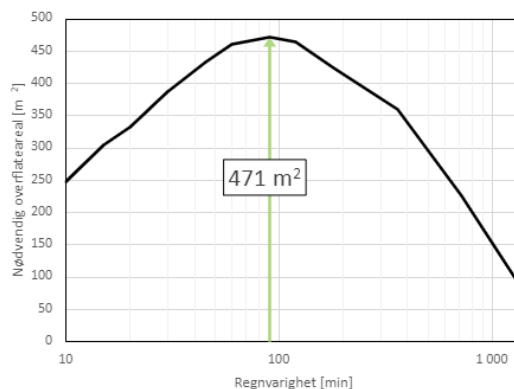
INPUT

Funksjonskrav:

K_f	1,40	-	(Klimafaktor)
G_I	25	år	(Dim. gjentakintervall)
$Q_{maks, ut}$	6,4	l/s	(Maksimalt videreført utenom infiltrasjon)
$Q_{midlere}/Q_{maks, ut}$	0,70	-	(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A	6 400	m^2	(Størrelse nedbørfelt)
φ	0,60	-	(Midlere avrenningskoeffisient)
t_k	10	min	(Konsentrasjonstid)
K_h	0,00000833	m/s	(Hydraulisk ledningsevne i regnbed)
h_{maks}	0,30	m	(Midlere maksimal vannstand)
K_u	0,00002000	m/s	(Hydraulisk ledningsevne i undergrunnen)



$$A_{rb} = \frac{P \cdot K_f \cdot A \cdot \varphi - Q_{mid} \cdot (t_r + t_k)}{h_{maks} + K_h \cdot (t_r + t_k)}$$

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

A_{rb}	471	m^2	(Nødvendig overflateareal regnbed)
$A \cdot \varphi$	3 840	m^2	(Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$	4,5	l/s	(Midlere utløp utenom infiltrasjon)
$Q_{infiltrasjon}$	3,9	l/s	(Infiltrasjon i regnbed)
$P \cdot K_f$	50	mm	(Dimensjonerende nedbørmengde)
$I \cdot K_f$	92,5	l/(s·ha)	(Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_r	90	min	(Dimensjonerende regnvarighet)
Q	36	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)
f	12,3 %	-	(Overflate ift. redusert nedbørfelt)
t_t	4,7	t	(Tømmetid for regnbed med dren)
t_i	2,8	t	(Tømmetid ved infiltrasjon til undergrunn)

t_r [min]	I [l/(s·ha)]	K_f [-]	$I \cdot K_f$ [m/s]	$P \cdot K_f$ [mm]	A_{rb} [m^2]
10	255,3	1,40	3,6E-05	21	248
15	210,4	1,40	2,9E-05	27	304
20	174,8	1,40	2,4E-05	29	332
30	139,4	1,40	2,0E-05	35	388
45	107,8	1,40	1,5E-05	41	433
60	89,4	1,40	1,3E-05	45	460
90	66,1	1,40	9,3E-06	50	471
120	52,9	1,40	7,4E-06	53	465
180	37,7	1,40	5,3E-06	57	425
360	23,6	1,40	3,3E-06	71	360
720	14,9	1,40	2,1E-06	90	225
1440	10,0	1,40	1,4E-06	121	73

Hydrologisk stasjon:

Kommune:	Oslo	(Kommune)
Stasjon:	Blindern PLU	(Stasjonsnavn)
Periode:	1968-2021	(Måleperiode)
Lengde:	53	år (Antall sesonger)

Referanser:

Lindholm, O. m.fl. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem. Norsk Vann rapport 193 | 2012.

Norsk klimaservicesenter

Paus, K., Braskerud, B.C. (2013) Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold. Vann (1) 48.

Paus, K., Muthanna, T.M., Braskerud, B.C. (2015) The Hydrological Performance of Bioretention Cells in Regions with Cold Climates: Seasonal Variation and Implications for Design. Hydroloevn Research

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant infiltrasjon og bare vertikal
- Regnenvelopmetode for bestemmelse av areal
- Konsentrasjonstid/regnvarighet ≥ 10 min