



FAGNOTAT – OVERVANN

Oppdragsnavn: Asakveien 27-29

Oppdragsgiver: COOP Øst SA

Emne: Overvannshåndtering

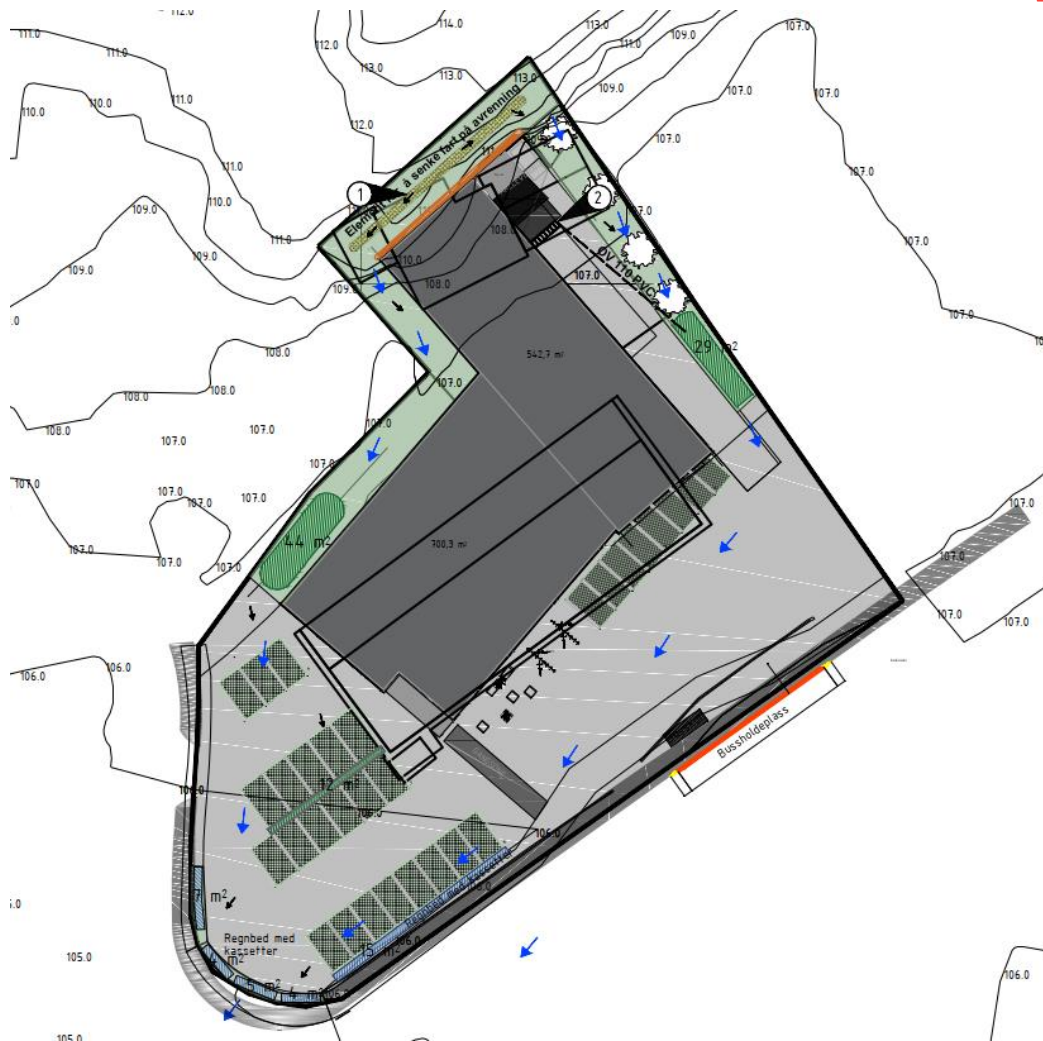
Ansvarlig enhet: WSP Norge AS

Utført av: Amanda Allen

Tilgjengelighet: Ubegrenset

Dato: 18.04.2023

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
0.0	18.04.2023	Original	AA	JGK	STN
1.0	02.10.2023	Oppdatering av overvannsplan etter vegtegning	EFAT	JGK	STN



SAMMENDRAG

Det planlegges utvidelse av eksisterende dagligvarehandel Coop ved adresse Asakveien 27. Eksisterende dagligvarehandel som i dag er i drift, ligger på eiendom 68/9. Eiendom 68/15 er bebygget med bolig, men eiendommen er overtatt av tiltakshaver i den hensikt å rive boligen i forbindelse med utvidelsen av dagligvarehandelen. Planområdet inkluderer også boligtomt 98/187 og deler av 68/7 for å sikre friskt i forbindelse med regulering av inn og utkjøring til eiendommen.

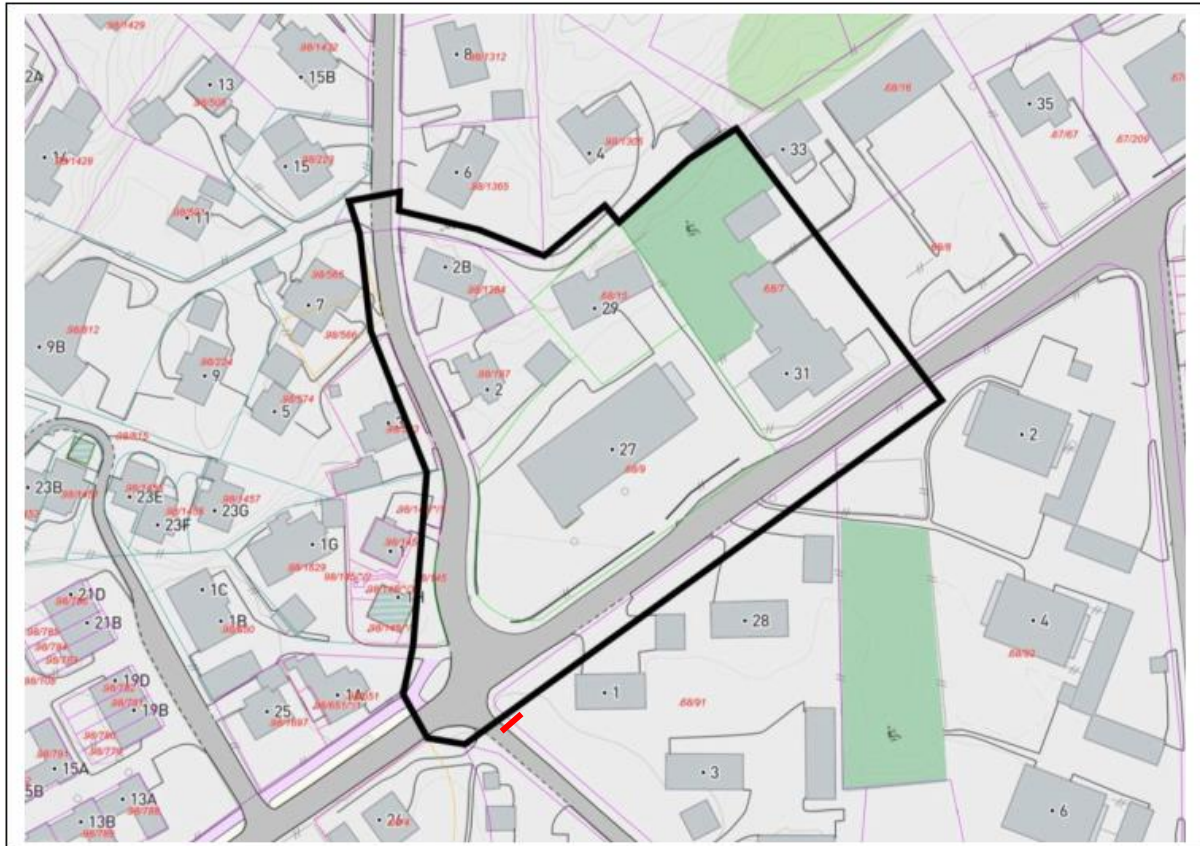
Området under prosjektering har et totalt areal på ca. 4410 m². I forbindelse med utbyggingen skal eiendommen omreguleres, og en overvannsplan er utarbeidet for håndtering av overvann lokalt på tomten med utgangspunkt i tretrinnsstrategien. I planen skal avrenning fra små og store nedbørshendelser infiltreres og fordrøyes i grøntareal og vegetasjon, mens avrenning fra ekstremnedbør skal ledes videre i trygge, åpne flomveier. Dimensjonerende avrenning i fremtidig situasjon er beregnet med 25-årsregn og klimafaktor 1,4, og overvannsplanen foreslår håndtering av avrenning i regnbed og prefabrikkerte regnbed.

INNHOOLD

1. Bakgrunn	4
2. Grunnforhold	6
2.1. Løsmasser.....	6
2.2. Infiltrasjonsevne.....	7
2.3. Grunnvannstand	7
2.4. Bekker	8
3. Overvannshåndtering	9
3.1. Eksisterende situasjon	9
3.2. Fremtidig situasjon.....	11
3.3. Overvannshåndtering med tretrinnsstrategien.....	11
3.3.1. Trinn 1 – infiltrasjon	16
3.3.2. Trinn 2 – fordrøyning	16
3.3.3. Trinn 3 – Sikre trygge flomveier	17
3.4. Drift og vedlikehold.....	17
3.5. Vannkvalitet og forurensning.....	18
4. ROS-analyse	19
4.1. Tabell – Sannsynlighetskategorier	19
4.2. Tabell – Konsekvenskategorier	19
4.3. Risikomatrise.....	20
4.4. Vurdert risiko	20
4.5. Konklusjon ROS-analyse.....	21
5. Referanser.....	21
6. Vedlegg	23
6.1. Vedlegg 1 – Beregningsmetoder.....	23
6.1.1. Konsentrasjonstid	23
6.1.2. Den rasjonale metode.....	23
6.1.3. Regnvelopmetoden.....	23
6.1.4. Dimensjonering av regnbed	24
6.2. Vedlegg 2 – Nedbørdata	25
6.3. Vedlegg 3 – Henvisninger til oppfyllelse av kommunale krav	26

1. BAKGRUNN

Prosjektet omfatter utvidelsen av dagligvareforretningen Coop Prix ved Asakveien 27-29. Tiltaksområdet utgjør ca. 4410 m² og grenser ut mot Asakveien og Fjellknatveien samt andre privatboliger.



Figur 1 - Utklipp fra kommunekart sin karttjeneste som viser området under prosjektering markert i svart (Kommunekart, 2023).

Kommunale retningslinjer

Overvannshåndteringen er planlagt med utgangspunkt i «Overvannsveileder for Halden kommune» (vedtatt 19.06.2019), som beskriver hvilke krav som stilles ved reguleringsfase. Prinsipper, rammer og funksjoner for overvannshåndtering skal være avklart i reguleringsplanen for å sikre utnyttelse av muligheter for infiltrasjon, fordrøyning, rensing og benyttelse av overvann som et estetisk element i byggeprosjektet. Fagnotatet vil sammen med overvannsplanen gi oversikt over dagens situasjon og hvordan bestemmelsene i overvannsveileder og VA-norm ivaretas. Figur 2 viser tabell 5.3.2 i overvannsveilederen og tabell 8 gir en oversikt over hvor de ulike kravene er dokumentert i notatet.

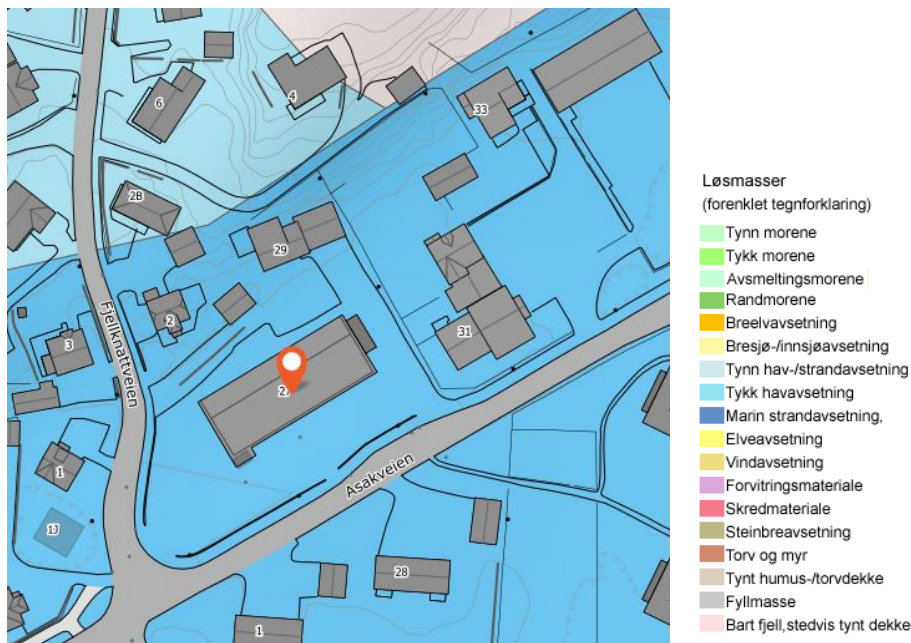
Reguleringsplan - Overvannsplan	
Dekker også informasjonen om overvann i søknad om forhåndsuttalelse før rammesøknad.	
Nedbørfelt og avrenning	Avgrensing av nedbørfelt (areal med tilrenning til planområdet), eksisterende overvannsløsning, avrenningsmønster og planlagte endringer redegjøres på kart.
Bekker	Registrere lukkede vannveier/bekker og mulighet for gjenåpning og hvilke konsekvenser dette har for nedenforliggende områder. Det skal være buffersoner med vegetasjon langs vassdrag og vannveier.
Areal til overvannshåndtering	Bestem lokalisering av areal for overvannstiltak, flomsoner og flomveier. Vise punkt for utledning av flomvann fra eiendommen (v/ekstremnedbør). Konsekvenser for nedstrøms bebyggelse og aktiviteter belyses.
Infiltrasjon	Mulighet for infiltrasjon i grunnen og i hvilken grad overvannsløsningen kan baseres på infiltrasjon. Ved mangelfull dokumentasjon utføres grunnundersøkelse og infiltrasjonstest.
Overvannsløsning	All overvannsrelatert arealbruk må fremgå av reguleringsplanen (markeres med bestemmelsesområder): Bebyggelse, grøntstruktur, flerfunksjonsarealer, traseer/arealer for flomveier, lokale overvannsløsninger, vannveier/bekker, offentlig ledningsnett. Ledes overvann til annen privat/offentlig grunn må tillatelse fra grunneier innhentes og tinglyses på eiendommen. Prinsippet om 3-trinnsstrategi for infiltrasjon, fordrøyning og flomveier skal benyttes. Overvannshåndteringen skal primært baseres på åpne løsninger. Dimensjonering av løsninger gjøres iht. beregningsmetode overvannsveilederen.
Lokal håndtering/-påslipp kommunalt nett	Overvannet skal primært løses på egen tomt. Behov for påslipp til kommunalt nett må begrunnes. Kommunalteknisk avdeling kontaktes for godkjenning av påslippsmengde. Dersom det er behov for påslipp må fordrøyningsbehov beregnes (kfr. påslippskrav) og påslippspunkt til kommunal ledning vises.
Forurensende aktiviteter på eiendommen	Beskriv type og omfang av aktiviteter på eiendommen som kan forurense overvannet før og etter utbygging. Er det behov for å rense overvannet? Tilsier tidligere bruk av tomta at grunnen kan være forurenset? Behov for å separere og lede overvann fra tak, vei- og parkeringsarealer til ulike overvannsløsninger skal vurderes. Ved forurenset overvann, er forurensningsmyndigheten informert?
Drift og vedlikehold	Redegjøre for fremtidig eierskap og ansvar for drift og vedlikehold av overvannsanlegget. Hjemles i planbestemmelser og ved spesifisert eierforhold i reguleringsformålene.
Kommunal overtakelse	Ønske om kommunal overtakelse av overvannsanlegg fremmes.

Figur 2 – tabell 5.3.2 fra Halden kommune sin overvannsveileder

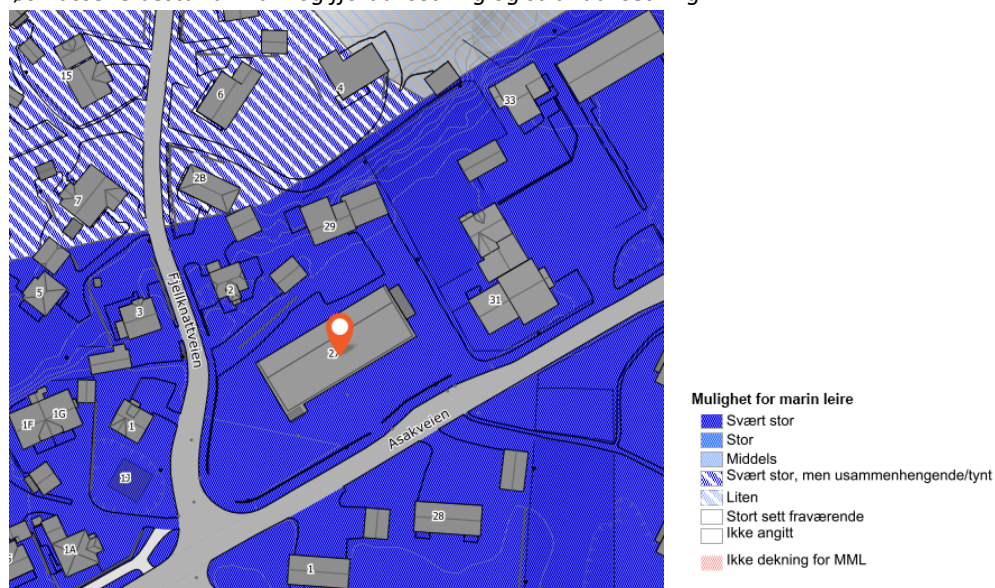
2. GRUNNFORHOLD

2.1. LØSMASSER

Ifølge løsmassekartet i figur 3 hentet hos *Norges geologiske undersøkelse* (NGU) består grunnen på eiendommen av hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger. Slike løsmasser er finkornet marin avsetning som kan ha opp til titalls meter mektighet (NGU, 2023). Figur 4 viser utklipp fra temakart «Mulighet for marin leire» (NGU, 2023). Ifølge kartet er prosjektområdet i et område der det svært ofte finnes marin leire. Grunnens innhold av leire påvirker eiendommens infiltrasjonskapasitet, som igjen kan påvirke dimensjonering og valg av type overvannshåndtering.



Figur 3 - Utklipp fra NGUs løsmassekart som viser prosjektområdet (NGU, 2023). Blå farge markerer at løsmassene består av hav- og fjordavsetning og strandavsetning.

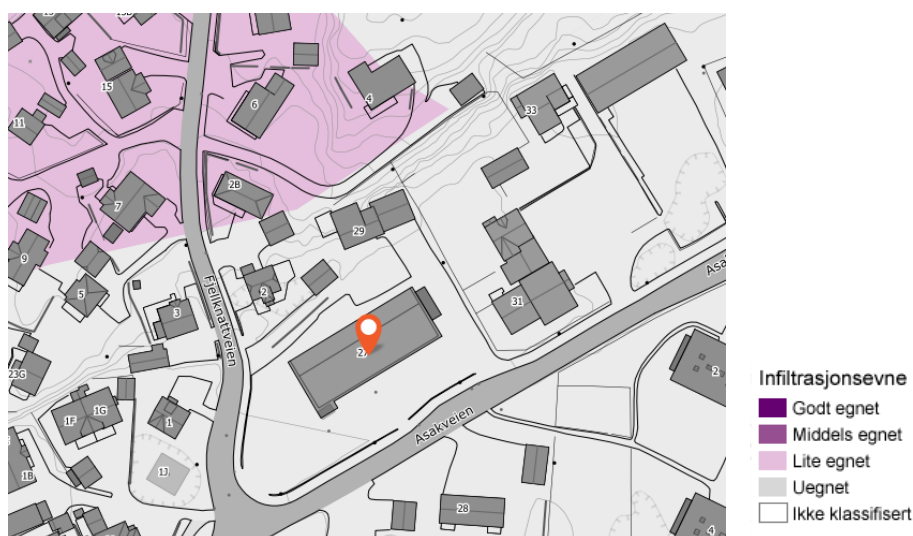


Figur 4 - Utklipp fra NGUs temakart «Marin grense og mulighet for marin leire» (NGU, 2023). Blåfargen indikerer at det er stor mulighet for marin leire i området.

2.2. INFILTRASJONSEVNE

Utklipp fra NGUs infiltrasjonskart for prosjektområdet (figur 5) viser at grunnen på tomten hovedsakelig består av masser som er uegnet for infiltrasjon, og at en liten del sør er kategorisert som lite egnet for infiltrasjon. Det er ikke utført infiltrasjonstest i denne fasen, så basert på tilgjengelig informasjon i kart er det antatt at grunnen har lav infiltrasjonsevne, men at noe vann vil infiltrere.

I senere fase bør det gjennomføres infiltrasjonstester i planlagte infiltrasjonspunkter for å kartlegge hvordan eiendommen egner seg for infiltrasjonsbasert overvannshåndtering. Infiltrasjonsbaserte løsninger bidrar til å opprettholde en mer naturlig vannbalanse og bør benyttes i størst mulig grad. Dersom det viser seg at grunnen er uegnet for infiltrasjon kan det søkes om et mindre påslipp til kommunale ledninger for å drenere overvannssystemene mellom de store regnhendelsene.



Figur 5 – Utklipp fra NGUs temakart «Infiltrasjonsevne» som viser tiltaksområdet. Gra farge indikerer at grunnen er klassifisert som uegnet for infiltrasjon og lys lilla indikerer lite egnet, av NGU (NGU, 2023).

2.3. GRUNNVANNSTAND

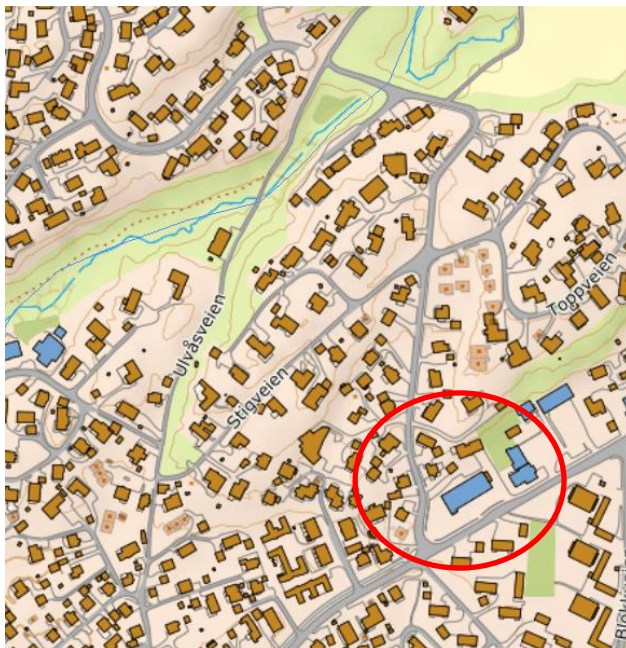
Ifølge NGUs kart over grunnvannspotensiale er det ikke grunnvannspotensiale i løsmassene (figur 6). Det antas derfor at høy grunnvannstand ikke vil være til hinder for overvannshåndteringen. Dette bør dokumenteres i senere fase.



Figur 6 - Utklipp fra NGUs temakart «Grunnvannspotensiale og grunnvannsbrønner» (NGU, 2023). Fargen indikerer at det antas å ikke være grunnvannspotensial i løsmassene.

2.4. BEKKER

Figur 7 viser nærmeste elv for tiltaksområdet. Elven befinner seg omtrent 4 meter lavere enn Asakveien 27 og det er dermed ingen fare for flom eller oversvømmelse fra bekken. Ved hjelp av historiske foto er det undersøkt om det tidligere har gått bekker gjennom tomten. Det er ikke gjort noen observasjoner og det antas derfor at det ikke går lukkede bekker gjennom tiltaksområdet.



Figur 7 - Utklipp fra kart som viser nærmeste elv til tiltaksområdet (Scalco LIVE, 2023).

3. OVERVANNSHÅNDTERING

Planen for overvannshåndtering tar utgangspunkt i Halden kommunes overvannsveileder (Halden kommune, 2019). I veilederen fremgår det at overvann skal tas hånd om på egen eiendom. Overvannsløsningen skal baseres på tretrinnsstrategien, som vil gi en robust løsning som håndterer små som store nedbørshendelser.

Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3
Infiltrasjon av 2-årsregn	Forsinke og fordrøye 25-årsregn	Trygge flomveier for 200-årsregn

Dimensjonering

Dimensjonering av overvannssystemer er gjort med utgangspunkt i dimensjoneringskriterier gitt i «Overvannsveileder for Halden kommune»:

- **Klimafaktor**
Økt avrenning forårsakes av en økning i tette flater og av at fremtidig avrenning beregnes med et klimapåslag. Av Halden kommunes sine overvannsveileder fremgår det at en klimafaktor på 1,4 skal benyttes.
- **Gjentaksintervall**
For beregning av lokal overvannshåndtering skal det dimensjoneres for en 25-årshendelse og for flomhendelser skal det benyttes 200 års gjentaksintervall.

Beregningsmetoder

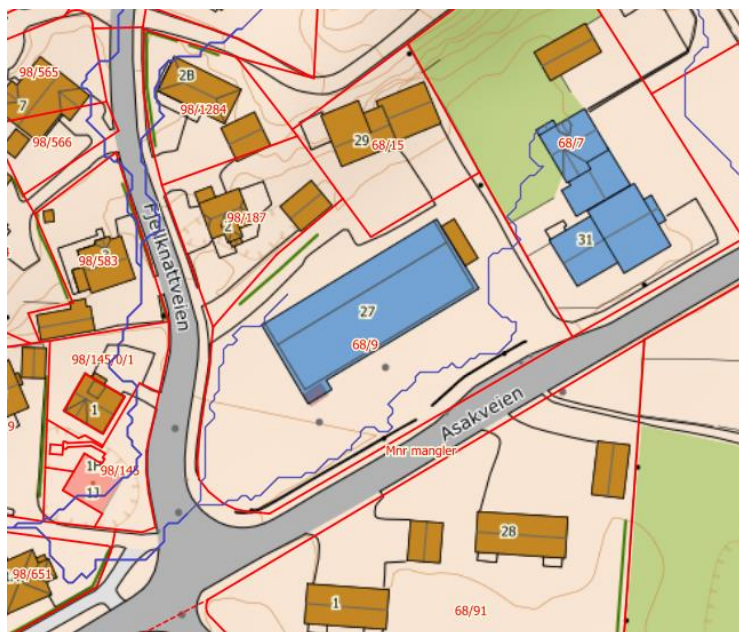
Vedlegg 1 beskriver beregningsmetodene som er benyttet i forbindelse med prosjekteringen av overvannshåndtering for utvidelsen av Asakveien 27 & 29. Arealavrenning er beregnet med den rasjonale metode ($Q = A \cdot I \cdot \varphi$) og fordrøyningsvolum er beregnet med regnvelopmetoden. Vedlegg 1 viser også metode for beregning av konsentrasjonstid og dimensjonering av regnbed.

3.1. EKSISTERENDE SITUASJON

Tiltaksområdet består i eksisterende situasjon av en dagligvarebutikk som skal utvides. Området rundt bygget består av parkering, samt mindre grøntarealer. Hele tiltaksområdet har et samlet areal på ca. 4410 m² hvor majoriteten av flatene er tette flater. Arealfordelingen på tiltaksområdet i eksisterende situasjon fremkommer i tabell 1.

Overvannssystemet på og rundt tomten i dag består av en linjedrenering ved inngangen til varelevering samt diverse sluk. Det er ikke kjennskap til annet overvannssystem utover dette.

Avrenningsmønsteret på tomten viser at tomten har et generelt fall mot krysset mellom Fjellknattveien og Asakveien. Bak Asakveien 29 har terrenget høyt fall mot tiltaksområdet, noe som må tas med i videre prosjektering. Basert på avrenningsanalyse i Scalgo følger flomavrenningen Asakveien med utløp i Tista (figur 10).



Figur 10 - Utklipp fra SCALGO Live som viser hvor flomveien trolig går (blå linjer) i nærheten av eiendommen i eksisterende situasjon (SCALGO Live, 2023).

3.2. FREMTIDIG SITUASJON

Eksisterende bygg skal utvides og parkeringsplass skal oppgraderes. Tabell 2 viser den konkrete arealfordelingen. Det anbefales å etablere permeabel belegningsstein på deler av parkeringsplassen, og dette bidrar til at andelen tette flater ikke øker ikke etter utbygning Vektet avrenningskoeffisient blir redusert fra 0,83 til 0,77, men ettersom det benyttes et klimapåslag øker likevel beregnet avrenning etter utbygging. Økt avrenning fordrøyes på tomten og slik forhindres det at utbyggingen leder til økt avrenning på nabotomter eller omkringliggende infrastruktur.

Tabell 2 - Arealfordeling for hele eiendommen i fremtidige situasjon.

Overflate	Tak	Gress	Permeabel belegningsstein	Asfalt	Totalt
Areal (A)	1293 m ²	571 m ²	445 m ³	2101 m ²	4410 m ²
Avrenningskoeffisient (φ)	0,95	0,3	0,5	0,85	0,77

3.3. OVERVANNSHÅNDTERING MED TRETRINNSSTRATEGIEN

Økt avrenning som følge av utbygging skal håndteres åpent og lokalt på eiendommen. Andelen tette flater øker ikke ved utbygging, men ettersom det dimensjoneres for 40% klimapåslag vil den fremtidige avrenningen likevel øke. Prosjektet overvannshåndtering er derfor dimensjonert slik at økt avrenning fordrøyes på tomten. Differansen mellom avrenning i eksisterende og fremtidig situasjon utgjør et volum på ca. 30 m³. Dette volumet vil håndteres med lokale tiltak på eiendommen.

Prosjekteringen tar utgangspunkt i en videreført vannmengde gjennom infiltrasjon til grunnen på 1,5 l/s. Dersom det i senere fase viser seg at massene ikke har tilstrekkelig kapasitet til den antatte videreførte vannmengden kan det vurderes å søke om et påslipp.

Overvannsplanen viser forslag til lokale overvannsløsninger i form av regnbed og prefabrikkerte regnbed. Det antas at det vil være utvendige taknedløp og alt vann fra taket er derfor tatt med i dimensjonering av regnbed. Avrenning og fordrøyningsvolum er beregnet i henhold til kommunens veileder for overvannshåndtering, med den rasjonale metode og regnvelopemetoden (se Vedlegg 1). Tabell 3 viser avrenning og volum i eksisterende og fremtidig situasjon.

Tabell 3 - Avrenning før og etter utbygging (med 40% klimapåslag).

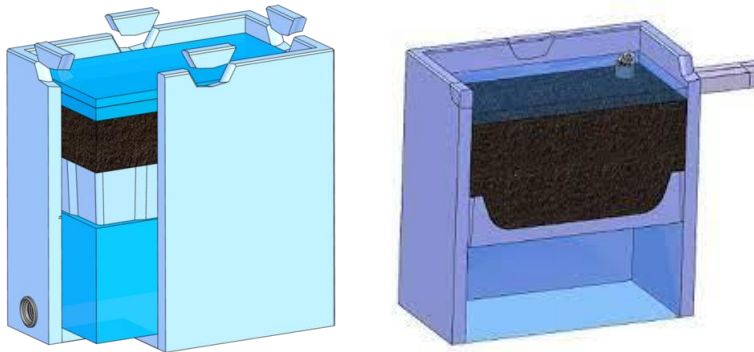
	Eksisterende situasjon	Fremtidig situasjon	Differanse
Avrenning	78,64 l/s	108,26 l/s	29,61 l/s
Volum (nedbørhendelse med varighet 60 min)	85,21 m ³	114,49 m ³	29,28 m ³

Prefabrikkerte regnbed og vanlige regnbed

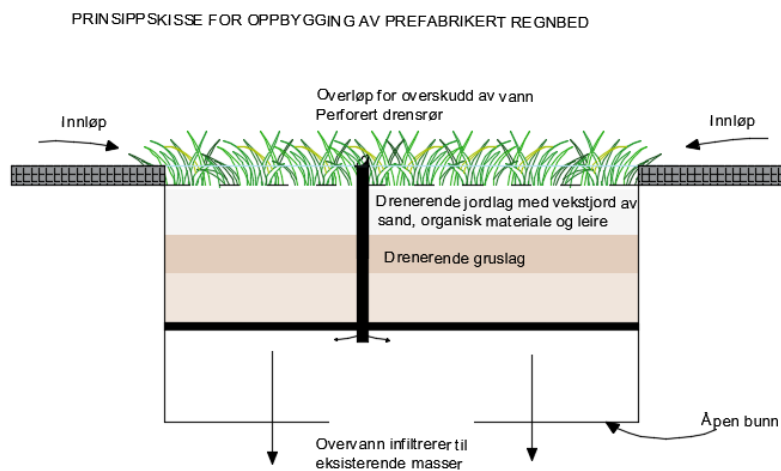
Det planlegges for bruk av prefabrikkerte og vanlige regnbed plassert langs parkeringen og eiendomsgrensen. Hensikten med et prefabrikkert regnbed er at det skal ha samme funksjon som et ordinært regnbed på overflaten og ha et fordrøyningsvolum under. To eksempler er vist i figur 11. Regnbedet vil ta imot overflateavrenningen, og forsinke og fordrøye vannet før det ledes videre til infiltrasjon i grunnen. Dersom det viser seg at grunnen ikke har god nok infiltrasjon, kan det søkes om påslipp til kommunalt nett for å drenere systemet mellom regnhendelsene.

Nødvendig areal for regnbed er beregnet til å være minimum 120 m² for hele tiltaksområdet og arealet er fordelt på flere separate regnbed. Plassering av regnbed er gjort med utgangspunkt i avrenningsmønsteret på tomten samt terrengunderlag, og er plassert i naturlige lavpunkter på eiendommen for å sikre tilrenning til tiltakene. Det totale volumet som skal håndteres som følge av utbygningen er ca. 30 m³. For å håndtere hele volumet er vannfasen til alle regnbedene satt til 30 cm. En prinsippskisse av et prefabrikkert regnbed er vist i figur 12 og en prinsippskisse av et vanlig regnbed er vist i figur 13. Massene som benyttes til oppbygningen av prefabrikkert regnbedet skal være drenerende i likhet med et vanlig regnbed.

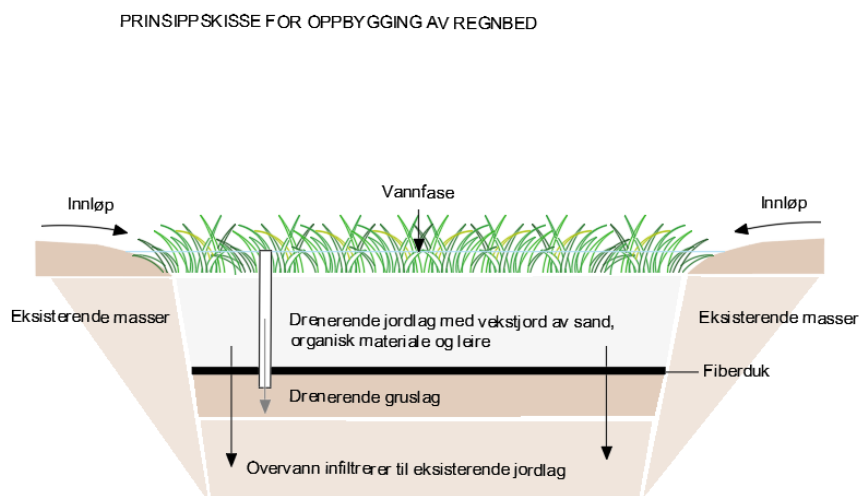
Det bør plasseres drenerør i regnbedene med innløp i toppen av vannfasen. Dersom det kommer styrtregn og vannet ikke klarer infiltrere raskt nok i regnbedet vil det gå i overløp i drenerøret og ledes rett ned til fordrøyningskamrene under regnbedene som har åpen bunn. Ved å benytte åpen bunn uten videreføring til kommunal ledning, håndteres vannet på egen tomt og vannets naturlige kretsløp bevares. Dersom det søkes om påslipp vil regnbedene ha lukket bunn og bli drenert gjennom en ledning som kobles på kommunalt nett.



Figur 11 – Eksempel på regnbred kombinert med fordrøyningskammer under. Til venstre: Alma regnbred fra Storm Aqua (Storm Aqua, 2022). Til høyre: Alma regnbred fra Skjeveland (Skjeveland Cementstøperi, 2022).



Figur 12 – Prinsippskisse av oppbygningen av prefabrikkert regnbred med åpen bunn.



Figur 13 – Prinsippskisse av oppbygningen av regnbred.

Permeabel belegningsstein

Det anbefales bruk av belegningsstein på deler av parkeringsplassen slik at deler av overflatevannet infiltrerer direkte rett ned i grunnen. Permeabel belegningsstein vil bidra til å forsinke avrenningen og dermed redusere nødvendig fordrøyningsvolum. Det finnes flere forskjellige typer belegningsstein og mengden vann som vil infiltrere til grunnen vil være avhengig av hvilken type som velges. To forskjellige typer er inkludert i figur 14, hvor den første har gressarmering og større åpninger mellom steinene og den andre har mindre åpninger som er fylt med grus. Figur 14 viser kun to eksempler og det finnes flere variasjoner. Bildet til venstre i figur 14 viser hvordan belegningsstein kan kombineres med asfaltert kjørebane. Det anbefales å benytte permeabel belegningsstein med størst mulige åpninger slik at mest mulig vann kan infiltrere til grunnen. Dette er med forbehold at funksjonen til flatene opprettholdes.



Figur 14 – Eksempler på belegningsstein (venstre: IBF, 2020, høyre: StormAqua, 2022).

På midten av parkeringsplassen er det foreslått en kombinasjonsløsning hvor et regnbed/grøft plasseres langs med parkeringsplassene. To eksempler på hvordan et slikt system kan utformes er vist i figur 15.



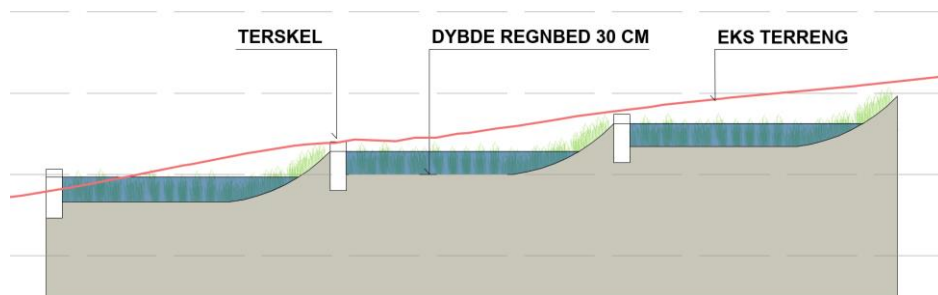
Figur 15 – Eksempler på løsning med belegningsstein og regnbed (Skjæveland Cementstøperi, 2022).

Fordrøyningsvegg/Terrassert regnbed

Langs tomtens nordlige side er det et høyt terrengfall som krever at et ekstra tiltak blir plassert som et hinder slik at avrenning ikke renner mot bygg. Eiendommen grenser i dette området mot Fjellknattveien 4, som er en boligtomt. Terrenget på denne delen av tomten faller fra 113 m til ca.

107 m og dette kan skape høy fart på avrenningen som kan komme fra tilliggende arealer. Grøntareal som ligger i bratt skråning infiltrerer kun små mengder vann ettersom vannet vil renne videre og ikke bli forsinket nok til å infiltrere. For å hindre at vann bare renner videre fra dette området bør det plasseres et tiltak som kan holde på deler av avrenningen og forsinke den samt hindre at den renner til bygget. Dette kan gjøre ved å benytte grøfter med terrassering eller en type fordrøyningsvegg. En prinsippsskisse av en grøft med terrassering er vist i figur 16. I en terrassert grøft holdes vann tilbake ved hjelp av mindre demninger plassert langs grøften. En slik grøft krever mindre vedlikehold og er et enklere tiltak å bygge.

En fordrøyningsvegg vil ha samme type av funksjon som en terrassert grøft, men bygges opp av flere mindre fordrøynings-elementer av betong. To bilder av hvordan en fordrøyningsvegg kan bygges opp er vist i figur 17. Fordrøynings-elementene kan bygges som mindre betongbasseng med åpen bunn og har samme funksjon som et vertikalt regnbed (se figur 17). Vedlikeholdet av slike fordrøyningsvegger blir likt som et prefabrikkert regnbed.



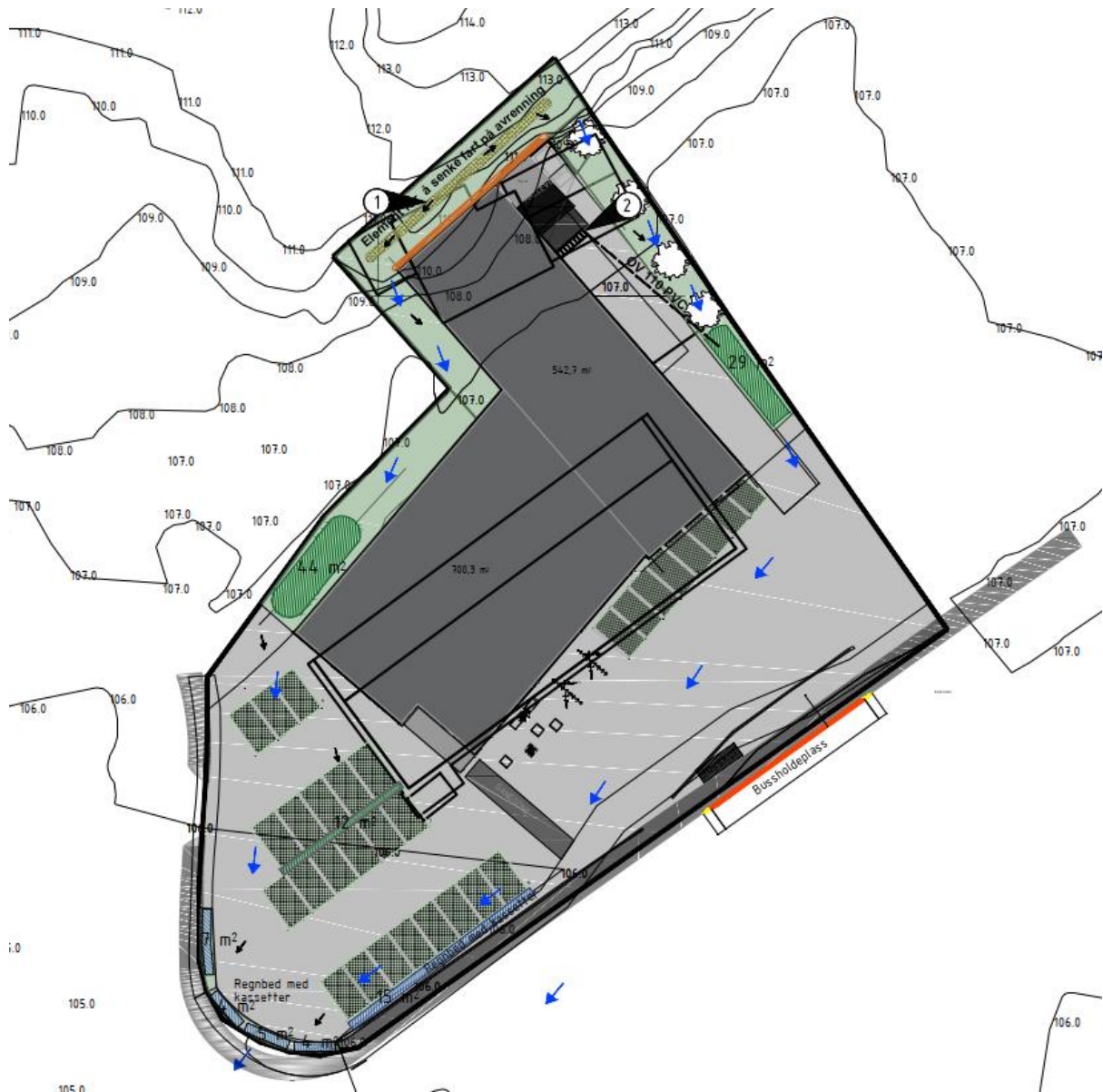
Figur 16 – Prinsippsskisse av en grøft med terrassering



Figur 17 – Eksempler på fordrøyningsvegger (venstre: StormAqua, 2023, høyre: VAnytt, 2018).

Acodrain

Vareleveringen på baksiden av bygget planlegges nedsenket. For å unngå at vann står i bunnen av nedsenkningen bør det anlegges et acodrain eller lignende linjedrenering slik som vist på G001. Dersom det anlegges acodrain bør det legges en overvannsledning til nærmeste regnbed for å tømme rennen.



Figur 18 – Overvannsplann (tegning G001).

3.3.1. TRINN 1 – INFILTRASJON

Trinn 1 omfatter alle åpne, fysiske tiltak som fanger opp og infiltrerer mindre regnhendelser. I overvannsveilederen anses disse hendelsene som 2-årsregn og det utgjør ofte 90 % av årsnedbøren. Basert på IVF-kurven for Halden kommune er nedbørsmengden for en 2-årshendelse 14,3 mm/time og dette skal infiltreres som trinn 1 i tretrinnsstrategien.

3.3.2. TRINN 2 – FORDRØYNING

I trinn 2 skal avrenning fra 25-årsregn forsinkes og fordrøyes lokalt der nedbøren faller. Nødvendig fordrøyningsvolum beregnes ved bruk av regnenvelopmetoden. Overvannstiltak er prosjektert for å

håndtere største differanse mellom nedbørsvolum i eksisterende og fremtidige situasjon, inkludert et klimapåslag på 40%. Samlet volum regnbedene er dimensjonert for å håndtere er ca. 30 m³. Tiltakene som skal bygges for å håndtere dimensjonerende volum vil være regnbed, prefabrikkerte regnbed samt en type forseking/avledning i terrenget nord-vest bak bygget. Regnbedene bør ha minimum et samlet areal på 120 m². Plassering av tiltakene er vist på overvannsplanen i figur 18.

3.3.3. TRINN 3 – SIKRE TRYGGE FLOMVEIER

Avrenning fra nedbørhendelser med større gjentaksintervall enn 25 år vil gå i overløp fra prosjektert overvannstiltak, følge eksisterende avrenningsmønster og ledes mot eksisterende flomvei. Dagens flomvei har trolig utløp i Tista og vannet vil renne via Asakveien. For å undersøke effekten utbyggingen har på fremtidig flomavrenning er eksisterende og fremtidig avrenning sammenlignet med klimapåslag 50% i begge tilfeller, vist i tabell 4. For flom benyttes et gjentaksintervall på 200 år. Tabellen viser at fremtidige flater gir en lavere vannføring enn de eksisterende flatene. Flomavrenningen skal ledes til trygge flomveier og vil dermed ikke være til skade for omkringliggende eiendommer og infrastruktur. Flomveien vil ikke endres som følge av utbygging.

Tabell 4 - Avrenning ved flom før og etter utbygging (med 50% klimapåslag i begge tilfeller).

	Eksisterende flater	Fremtidige flater	Differanse
Avrenning	177 l/s	163 l/s	-14 l/s

3.4. DRIFT OG VEDLIKEHOLD

Vedlikehold av vegetasjon er viktig for regnbedenes evne til å fordrøye og redusere avrenning. Ved behov bør innløpsarrangement renses eller rengjøres slik at løv, sand og søppel ikke reduserer regnbedets funksjon og estetikk. Det kan også være nødvendig å luke, erstatte utgåtte planter og plukke løv ut fra bedet. For å tilpasse regnbedet til det norske klimaet, kan det være nyttig å velge vegetasjonsarter med robust stengel. Dette kan fremme infiltrasjon gjennom et eventuelt islag ved at stengelen vil lage smeltehull i isdekket. Disse stenglene bør ikke kuttes lavere enn 5-10 cm dersom bladmasse fjernes om høsten (Paus & Braskerud, 2013).

Belegningsstein er ikke avhengig av mye vedlikehold og det meste kan gjøres ved spyling eller feiing. Dersom alger eller mose fremkommer kan dette enkelt fjernes ved bruk av vann. (Vei og anlegg AS, 2022).

3.5. VANNKVALITET OG FORURENSNING

Avrenning som følge av utbygging vil komme fra nedbør på tak, gressflater og parkeringsplasser. De to førstnevnte overflatetyper (forutsatt at tak er av inert materiale og lavt metallinnhold) kategoriseres som å ha lavt potensiale for forurensning (tabell 5). Klassifisering av forurensning for parkeringsplasser avhenger av trafikk. All avrenning føres til infiltrasjon i regnbed og dette vil ha en renseseffekt på overvannet dersom det skulle være forurenset. Kommunekart sine tjenester viser at området ikke skal ha forurenset grunn (figur 19). Det er derfor antatt at overvannet ikke vil bli forurenset som et resultat av infiltrasjon.



Figur 19 – Kart som viser at området ikke er bestått av forurenset grunn, fra kommune kart sine forurenset grunn tjenester (kommunekart, 2023)

Under utbygging vil planområdet være preget av anleggsvirksomhet, og dette må det tas hensyn til i byggefasen. I utbyggingsfasen bør det legges til rette for at overvann kan sedimentere og eventuelt filtreres før utslipp, slik at partikler og mulige miljøgifter ikke forurenser resipienten.

Tabell 5 – Klassifisering av urbane flater i henhold til deres forurensningspotensial (Ødegaard, 2014).

Overflatetype	Forurensningspotensiale i overvannet	Klassifiseringen av forurensning	Kommentar
Takflater og grønne arealer			
Grønne arealer og grønne tak uten pesticid-holdig belegg	God og effektiv retensjon av vann og forurensninger på taket	Lav	Dersom det er brukt pesticidholdig belegg, bør overvannet til avløp
Tak av inert materiale og lavt metallinnhold	Forurensning tilsvarende den i regnvann. Langsom akkumulering av forurensninger i infiltrasjonsområdet	Lav	
Tak av inert materiale og normal bruk av metallinstallasjoner (Cu, Sn, Zn, Pb etc)	Hurtig akkumulering av tungmetaller i infiltrasjonsområdene. Den totale metalloverflate er avgjørende for å kunne bestemme tiltak	Middels	Vanligvis utgjør metalloverflaten på et tak 5-10 % av takoverflaten.
Tak med høy bruk av metallinstallasjoner (Cu, Sn, Zn, Pb etc)	Skal man beskytte grun og vann som resipient for overvannet, bør overvannet renses	Høy	Bygninger med store metallfasader hører også inn under denne kategorien
Parkeringsplasser, oppkjørsler, gater og veger			
Oppkjørsler, privat og offentlig parkering i bo-områder	Lavt forurensningspotensial ved normal bruk. Retensjon av forurensninger i grunnen dersom flatene gjøres permeable	Lav	

Transport og lagerplasser som håndterer farlig avfall	Tap av drivstoff, olje etc. og andre lagrede forurensende stoffer kan infiltreres i grunnen og forurense denne	Middels	Her må man være spesielt observant. Ledes til avløp.
Offentlig parkering med høy trafikketetthet (shoppingsentra etc.)	Økt potensiale for forurensning. Dersom overflaten gjøres permeabel, kan det skje en biodegradering i topplaget i grunnen.	Middels til høy	Forlanger grundig analyse
Veger og gater	Forurensningen er avhengig av trafikken. Vinkelrett på veggen vil man få en akkumulering av miljøgifter i grunnen. Overvannet bør ikke føres til grunnen utover vegskulder, og behandles før infiltrasjon eller til avløpsrenseseanlegg	Avhengig av trafikken – ofte høy	Mesteparten av forurensningene (både metaller og PAH) er knyttet til partikulært materiale – det meste til kolloidale partikler.

4. ROS-ANALYSE

Det er utarbeidet en forenklet risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for overvannshåndtering og urban flom i forbindelse med planlagt tiltak for eiendommen Asakveien 27-29. Analysen er basert på metode gitt i Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB, 2017).

4.1. TABELL – SANNSYNLIGHETSKATEGORIER

Begrep	Frekvens	Vekt
Lite sannsynlig	Sjeldnere enn hvert 50. år	1
Mindre sannsynlig	Hendelsen kan skje, mellom én gang hvert 10. år og én gang hvert 50. år	2
Sannsynlig	Hendelsen kan skje av og til, mulig periodisk hendelse, mellom én gang hvert år og én gang hvert 10. år	3
Meget sannsynlig	Mer enn én gang hvert år	4

4.2. TABELL – KONSEKVENSKATEGORIER

Begrep	Vekt	Konsekvens
Ufarlig	1	Ingen personskader eller miljøskader. Systemer settes midlertidig ut av drift. Ingen direkte skader, kun mindre forsinkelser, ikke behov for reservesystemer.

Mindre alvorlig	2	Få eller små personskader. Mindre, ikke varige miljøskader. Systemer settes midlertidig ut av drift. Kan føre til skader dersom det ikke finnes reservesystemer/ alternativer.
Alvorlig	3	Få, men alvorlige personskader. Omfattende miljøskader. Driftsstans i flere døgn, f.eks. ledningsbrudd i grunn og luft.
Svært alvorlig	4	Døde personer eller mange alvorlig skadde. Alvorlige og langvarige miljøskader. System settes ut av drift for lengre tid. Andre avhengige systemer rammes midlertidig. Kombinasjon av flere viktige funksjoner ute av drift.

4.3. RISIKOMATRISE

Beregnet risiko er gitt av risikomatrix som funksjon av sannsynlighet og konsekvens:

Konsekvens→ Sannsynlighet↓	Ufarlig	Mindre alvorlig	Alvorlig	Svært alvorlig
Meget sannsynlig	4	8	12	16
Sannsynlig	3	6	9	12
Mindre sannsynlig	2	4	6	8
Lite sannsynlig	1	2	3	4

Hendelser i røde felt – Uakseptabel risiko – Tiltak nødvendig

Hendelser i gule felt – Akseptabel risiko – Tiltak bør vurderes ifht nytte

Hendelser i grønne felt – Akseptabel risiko – Rimelige tiltak gjennomføres

4.4. VURDERT RISIKO

Hendelse/situasjon	Aktuelt ja/nei	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Kommentar/tiltak
25-årsregn	Ja	2	2	4	Fordrøyning og infiltrasjon gjennom regnbred skal forhindre avrenning til nabotomt.
200-årsregn/-flom	Ja	1	2	2	Trygg flomvei hvor vann ledes til Asakveien og følger eksisterende, naturlige flomvei.
Forverret klima, mer ekstremvær	Ja	4	1	4	Overvannshåndteringen tar høyde for en klimafaktor på 1,4.
Skader på OV-nettet	Nei				Det føres ikke overvann til kommunalt nett, og eventuell skade på OV-nettet vil ikke påvirke eiendommen.
Skader på tilliggende infrastruktur pga. økt avrenning	Ja	1	2	2	Vanlige og prefabrikkerte regnbred hindrer økt avrenning til nabotomter.
Skader på boligen/eiendommen	Ja	2	2	4	Det må være fall bort fra bygg. Terrenget har allerede fall mot planlagt plassering av tiltak.
Flomutsatt	Ja	1	2	2	En trygg flomvei leder vann ut av tomten.
Overflateendring som medfører økt avrenning	Ja	2	2	4	Overvannshåndteringen tar høyde for økt avrenning som følge av klimafaktor.

Terrengendring som medfører økt avrenning	Ja	2	2	4	Overvann ledes til regnbed.
Uegnet grunn for infiltrering	Ja	3	2	6	Infiltrasjonstester er ikke utført, men bør utføres i en senere fase.

4.5. KONKLUSJON ROS-ANALYSE

Som det fremgår i analysen er det gjort tiltak for alle aktuelle hendelser og situasjoner som vil kunne oppstå, også for punkter med akseptabel risiko. Risikoen ved endret avrenning som følge av utbyggingen er vurdert og det er prosjektert tiltak som gjør at økt avrenning og avrenningshastighet ikke skader tomten. Dersom det søkes om påslipp må punkt 4 revurderes.

5. REFERANSER

Braskerud, B. C. & Paus, K. H. (2016). *Regnbed for lokal flomdemping*. Oslo: Oslo kommune.

DSB. (2017). DSM Veileder: Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. (ISBN: 978-82-7768-451-5) Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. ROS

Halden kommune. (2019). *Overvannsveileder for Halden kommune*. Hentet fra: <https://www.halden.kommune.no/f/p1/if4963f0a-e27d-4d49-9861-889c91d4000c/overvannsveileder-for-halden-kommune.pdf>

IBF (2020). *Modulserien / Klosterstein / Hollenderstein Gressarmering*. Henter fra: <https://www.ibf.dk/nb/products/belaegningssten/modulserien-klostersten-hollaendersten-graesarmering>

Norsk klimaservicesenter (2023). IVF kurve: Fredrikstad (SN3030). Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb&locationId=SN3030>

Kommunekart (2023). Henter fra: <https://kommunekart.com/>

Myhr, Kjell & Skogseth, Kirsti (2013, oktober). *Dimensjonering og bruk av permeable dekker med belegningsstein*. Byggutengrensner.no

Norges geologiske undersøkelse. (2023, 22. mars). Løsmassekart. Hentet fra url: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse mobil/>

Paus, K. H. & Braskerud, B. C. (2013). Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold. *VANN*: 2013(1), s. 54-67.

Scalgo Live. (2023, 22. mars) Kart over avrenning (depression-free flow). Hentet fra: https://scalgo.com/live/norway?res=0.25&ll=11.360155%2C59.131673&lrs=geonorge_norgeskart%2Cnorway%2Fnorway%3A3006%3Arain%3Afloded-edgeflow%3Adtm1&FlowDetail=500

Skjæveland Cementstøperi (2022). 4. Overvannshåndtering: Alma Regnbed 200. Henter fra: <https://skjaveland.no/skjaeveland/4-overvannshaandtering/regnbed>

Storm Aqua (2022). Håndtering: Alma Regnbed. Hentet fra: <https://stormaqua.no/produkter/handtering/alma-regnbed/>

SVV: Statens vegvesen. (2018) Håndbok N200: Vegbygging. Kapittel 4 – Vannhåndtering. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>

Svein Endresen (2009, november). VA-miljøblad 92: Overflateinfiltrasjon.

VAnytt.no (2018, 11. desember). *Lærer stadig mer om hvordan håndtere store vannmengder*. Hentet fra: <https://www.vanytt.no/?p=12754>

Vei og anlegg A (2022). *Slik rengjør du belegningsstein*. Hentet fra: <https://voa.no/steinlegging/slik-rengjor-du-belegningsstein/>

Ødegaard, H. (Red.). (2014). Vann- og avløpsteknikk. Hamar: Norsk Vann.

6. VEDLEGG

6.1. VEDLEGG 1 – BEREGNINGSMETODER

6.1.1. KONSENTRASJONSTID

I Halden kommunes overvannsveileder anbefales det å benytte konsentrasjonstid på 10 min i beregninger for tett bebyggelse. For små felt regnes regnvarighet lik konsentrasjonstid, derfor er regnvarighet (t_d) i IVF-kurven på 10 minutter benyttet i beregninger.

6.1.2. DEN RASJONALE METODE

For små felt der avrenning er direkte knyttet til nedbør benyttes den rasjonale metode til beregning av overflateavrenning. Statens Vegvesen anbefaler å benytte metoden for nedbørfelt mindre enn 20 – 50 ha (SVV, 2018).

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

Q: Avrent vannføring fra feltet [l/s]

φ : Avrenningskoeffisient [-]

A: Nedslagsfeltets areal [ha]

I: Dimensjonerende nedbørintensitet [l/s·ha]

K_f : Klimafaktor [-]

6.1.3. REGNENVELOPMETODEN

Regnvelopmetoden kan benyttes ved beregning av vannmengder som skal fordrøyes. Dersom det ikke er påslipp til kommunalt nett eller resipient, vil $V_{\text{fordrøyning}}$ være lik V_{inn} :

$$V_{\text{fordrøyning}} = V_{\text{inn}} - V_{\text{ut}}$$

$$V_{\text{inn}} = \varphi_{\text{mid}} \cdot A \cdot I \cdot t_r \cdot K_f$$

$V_{\text{fordrøyning}}$: Vannmengde som skal fordrøyes [m³]

V_{inn} : Vannmengde tilsvarende avrenning [m³]

V_{ut} : Vannmengde som drenerer ut av feltet [m³]

φ_{mid} : Midlere avrenningskoeffisient [-]

A: Nedslagsfeltets areal [ha]

I: Dimensjonerende nedbørintensitet [l/s·ha]

t_r : Dimensjonerende regnvarighet [min]

K_f : Klimafaktor [-]

For nedbørhendelser med 25-års gjentaksintervall finner en største differanse i fordrøyningsvolum ved regnvarighet 60 minutter (se tabell 6). Nødvendig fordrøyningsvolum for å sikre at avrenning

ikke øker som følge av utbyggingen blir dermed 29,28 m³. Volum ut er beregnet ved å anta en videreført vannmengde på 1,5 l/s.

Tabell 6 - Resultater med regnvelopmetoden for en nedbørhendelse med 25-års gjentakintervall.

Regnvelopmetoden										
Varighet	Intensitet	Volum inn	Volum ut	Volum fordrøyning	Varighet	Intensitet	Volum inn	Volum ut	Volum fordrøyning	Differanse
[min]	[l/s·ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[min]	[l/s·ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
1	489,3	9,96	-	9,96	1	489,3	14,01	0,09	13,92	3,96
2	420,2	17,10	-	17,10	2	420,2	24,06	0,18	23,88	6,78
3	377,2	23,02	-	23,02	3	377,2	32,39	0,27	32,12	9,10
5	320,4	32,59	-	32,59	5	320,4	45,86	0,45	45,41	12,82
10	226,9	46,17	-	46,17	10	226,9	64,96	0,90	64,06	17,89
15	183,1	55,88	-	55,88	15	183,1	78,62	1,35	77,27	21,39
20	152,1	61,89	-	61,89	20	152,1	87,08	1,80	85,28	23,39
30	116,1	70,87	-	70,87	30	116,1	99,71	2,70	97,01	26,14
45	88,3	80,84	-	80,84	45	88,3	113,75	4,05	109,70	28,86
60	69,8	85,21	-	85,21	60	69,8	119,89	5,40	114,49	29,28
90	49,0	89,73	-	89,73	90	49,0	126,25	8,10	118,15	28,42
120	38,9	94,98	-	94,98	120	38,9	133,63	10,80	122,83	27,86
180	30,1	110,23	-	110,23	180	30,1	155,10	16,20	138,90	28,67
360	19,1	139,90	-	139,90	360	19,1	196,84	32,40	164,44	24,54
720	11,4	167,00	-	167,00	720	11,4	234,97	64,80	170,17	3,17
1440	7,1	208,02	-	208,02	1440	7,1	292,68	129,60	163,08	-

6.1.4. DIMENSJONERING AV REGNBED

Ved å forutsette at nedbøren faller med en konstant intensitet kan man anta at det totale vannvolumet et regnbed eller grøft kan håndtere tilsvarer summen av vannvolumene som kan lagres på overflaten og som infiltrerer i løpet av nedbørhendelsens varighet. For en nedbørmengde som faller med en konstant intensitet over en gitt varighet, kan man beregne nødvendig størrelse på overflateareal ved å benytte denne sammenhengen. For Asakveien 27 & 29 blir det nødvendige totale arealet av regnbed ca. 120 m² for hele tomten. Resultater fra beregningene er vist i tabell 7. Regnbedets areal er beregnet etter formel fra Oslo kommunes faktaark «Regnbed for lokal flomdemping» (Braskerud & Paus, 2016):

$$A_{\text{regnbed}} = \frac{A_{\text{felt}} \cdot c \cdot P}{h_{\text{maks}} + K_h \cdot t_r} \cdot K_f$$

A_{regnbed}: Regnbedets overflateareal [m²]

A_{felt}: Nedbørfeltets størrelse [m²]

c: Nedbørfeltets gjennomsnittlige avrenningskoeffisient [-]

P: Dimensjonerende nedbørmengde [m]

h_{maks}: Den maksimale vannstanden på overflaten før vannet går i overløp [m]

K_h: Filtermediets mettede hydrauliske konduktivitet [m/t]

t_r: Dimensjonerende varighet på tilrenningen til regnbedet [t]

K_f: Klimafaktor

Tabell 7 - Resultater med regnbed beregninger

Førsituasjon:				
			Returperiode	25
Afelt	4 410,00	m ²		
C	0,769	-		
P	0,035	m		
hmaks	0,3	m		
Kh	0,1	m/t		
tr	60	min		
Kf	1			
Aregnbed	293,32	m ²		
	6,65	% av nedbørsfeltets størrelse		
Ettersituasjon:				
			Returperiode	25
Afelt	4 410,00	m ²		
C	0,773	0		
P	0,035	m		
hmaks	0,3	m		
Kh	0,1	m/t		
tr	60	min		
Kf	1,4	-		
Aregnbed	412,71	m ²		
	9,36	% av nedbørsfeltets størrelse		
Areal regnbed:				
Differanse	119,39	m ²		
Areal regnbed	120	m ²		

6.2. VEDLEGG 2 – NEDBØRDATA

Nedbørdata benyttet i overvannsberegninger er hentet fra IVF-kurve for Fredrikstad SN 3030 (figur 20). Avrenning ved dimensjonerende nedbørhendelse (25-års gjentakintervall og varighet lik konsentrasjonstid, 10 minutter) er 226,9 l/s-ha. Avrenning i flomsituasjon (200-års gjentakintervall og varighet lik 10 minutter) er 340,3 l/s-ha.

IVF-verdier for Fredrikstad (SN3030), 30 moh.
Data fra 1970 - 2016, 31 ses. Oppdatert 31.12.2021.

Gjentaksintervall (år)	Varigheter (minutter)															
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	213,0	182,4	160,1	132,3	93,9	74,8	63,4	50,2	38,5	31,4	23,6	19,9	15,7	10,5	6,5	3,8
5	319,5	274,9	243,4	204,1	144,7	115,9	97,5	75,8	57,4	45,8	33,0	27,2	21,2	13,9	8,5	5,1
10	393,0	338,5	302,1	254,3	180,3	144,9	120,8	93,1	70,7	55,9	39,8	32,3	25,0	16,2	9,8	6,0
20	465,2	400,5	358,7	303,5	215,0	173,8	144,0	110,6	84,0	66,4	46,6	37,3	28,9	18,4	11,0	6,8
25	489,3	420,2	377,2	320,4	226,9	183,1	152,1	116,1	88,3	69,8	49,0	38,9	30,1	19,1	11,4	7,1
50	565,1	482,5	438,2	372,5	263,1	211,8	176,4	133,7	102,3	80,5	56,3	44,2	33,9	21,2	12,6	8,0
100	642,0	547,7	502,1	423,4	300,7	243,4	201,9	151,2	117,2	91,7	64,0	49,6	37,8	23,4	13,7	8,8
200	727,8	612,5	566,9	478,6	340,3	274,9	227,8	169,5	132,3	103,4	72,2	55,2	41,8	25,5	14,9	9,7

Figur 20 - IVF-kurve for Fredrikstad målestasjon (klimaservicesenter, 2023)

6.3. VEDLEGG 3 – HENVISNINGER TIL OPPFYLLELSE AV KOMMUNALE KRAV

Tabell 8 – Henvisning til hvordan kommunale krav til overvannshåndtering i reguleringsfase oppfylles i notatet og overvannsplanen.

Tema	Beskrivelse	Henvisning i notat
Nedbørfelt og avrenning	Avgrensning av nedbørfelt (areal med tilrenning til planområdet), eksisterende overvannsløsning, avrenningsmønster og planlagte endringer redegjøres på kart.	Kap. 3.1 og 3.2.
Bekker	Registrere lukkede vannveier/bekker og mulighet for gjenåpning og hvilke konsekvenser dette har for nedenforliggende områder. Det skal være buffersoner med vegetasjon langs vassdrag og vannveier.	Kap. 2.4.
Areal til overvannshåndtering	Bestem lokalisering av areal for overvannstiltak, flomsone og flomveier. Vise punkt for utledning av flomvann fra eiendommen (v/ekstremnedbør). Konsekvenser for nedstrøms bebyggelse og aktiviteter belyses.	Se overvannsplanen (tegning G001).
Infiltrasjon	Mulighet for infiltrasjon i grunnen og i hvilken grad overvannsløsningen kan baseres på infiltrasjon. Ved mangelfull dokumentasjon utføres grunnundersøkelse og infiltrasjonstest.	Kap. 2.2.
Overvannsløsning	All overvannsrelatert arealbruk må fremgå av reguleringsplanen (markeres med bestemmelsesområder): bebyggelse, grøntstruktur, flerfunksjonsarealer, traseer/arealer for flomveier, lokale overvannsløsninger, vannveier/bekker, offentlig ledningsnett. Ledes overvann til annen privat/offentlig grunn må tillatelse fra grunneier innhentes og tinglyses på eiendommen. Prinsippet om 3-trinnsstrategi for infiltrasjon, fordrøyning og flomveier skal benyttes. Overvannshåndteringen skal primært baseres på åpne løsninger. Dimensjonering av løsninger skal gjøres iht. beregningsmetode i overvannsveilederen.	Se overvannsplanen (tegning G001) og kap. 6.1.
Lokal håndtering/-påslipp til kommunalt nett	Overvannet skal primært løses på egen tomt. Behov for påslipp til kommunalt nett må begrunnes. Kommunalteknisk avdeling kontaktes for godkjenning av påslippsmengde. Dersom det er behov for påslipp må fordrøyningsbehov beregnes (jfr. påslippskrav), og påslippspunkt til kommunal ledning vises.	Det søkes ikke om påslipp.
Forurensende aktiviteter på eiendommen	Beskriv type og omfang av aktiviteter på eiendommen som kan forurense overvannet før og etter utbygging. Er det behov for å rense overvannet? Tilsier tidligere bruk av tomten at grunnen kan være forurenset? Behov for å separere og lede overvann fra tak, vei- og parkeringsarealer til ulike overvannsløsninger skal vurderes. Ved forurenset overvann, er forurensningsmyndigheten informert?	Kap. 3.5.
Drift og vedlikehold	Redegjøre for fremtidig eierskap og ansvar for drift og vedlikehold av overvannsanlegget. Hjemles i planbestemmelser og ved spesifisert eierforhold i reguleringsformålene.	Kap. 3.4.
Kommunal overtakelse	Ønske om kommunal overtakelse av overvannsanlegg fremmes.	Ikke relevant.