

OVERVANNSHÅNDTERING FELT A

Områderegulering Ballerud

Ferd AS



VA Visjon

Prosjekt

Prosjekttittel	Områderegulering Ballerud
Oppdragsnummer	320026
Dokumentnummer	R-GH-20
Utarbeidet av	Hans Martin Eikerol
Fagkontroll	Gunnar Olsson
Oppdragsleder	Gunnar Olsson

Oppdragsgiver

Bestiller	Ferd AS
Kontaktperson	Thao Nguyen, plankonsulent v/Rodeo Arkitekter AS

Rådgiver

Rapport utarbeidet av	VA Visjon AS
Org. Nr.	922 224 463
Adresse	Rådhusgata 1, 0151 Oslo
Tel	+47 407 08 932 / +47 920 51 030
Website	www.vavisjon.no

C04	2022-02-11	Alternativ 4 tatt med	GuOls	HaMEi	GuOls
C04	2021-10-22	Alternativ 3 tatt med	GuOls	HaMEi	GuOls
C03	2021-04-23	For bruk	HaMEi	GuOls	GuOls
A02	2021-04-21	For kommentar	HaMEi	GuOls	GuOls
A01	2021-04-19	Intern gjennomgang	HaMEi	GuOls	GuOls
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Sammendrag

For Felt A vil overvann håndteres på tomta i tråd med krav til Bærum kommune. Løsninger utformes etter tretrinnsstrategien.

Trinn 1 i tretrinnsstrategien (den lille nedbøren) vil håndteres åpent og lokalt ved bruk av nedsenkede grøntarealer og regnbed.

Trinn 2 i tretrinnsstrategien (dimensjonerende nedbør) vil kunne håndteres som kombinasjon av åpne og lukkede løsninger. Ved å tillate en høyere vannmengde ledet videre nedstrøms på terreng kan trinn 2 muligens også håndteres utelukkende ved bruk av åpne fordrøyningsløsninger.

Det kan være hensiktsmessig å tillate mer vann ført ut fra felt A til grøntdrag i felt B for å sørge for at grøntdrag/bekkedrag med tilhørende beplantning får tilstrekkelig vanning. Det er lagt til grunn 25 års gjentaksintervall og en klimafaktor på 1,4 for trinn 2, i tråd med kommunens overvannsveileder.

Trinn 3 (sikre flomveier) vil ivaretas for tomten. Nye veier, fremst i nordre delen av området, vil sørge for at overvann fra eksterne arealer ledes videre på en trygg måte nedstrøms uten å risikere å ledes inn på området. Det skal være tilstrekkelig fall bort fra bygninger, og krav i TEK 17 skal ivaretas. Flom og flomveier og beskrives i egen flomrapport.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	5
1.1	Kort om tiltaket	5
1.2	Overordnet - kort om pågående områderegulering	5
1.3	Planområdet Ballerud.....	6
1.4	Topografi	7
2	Eksisterende situasjon.....	8
2.1	Grunnforhold.....	8
2.2	Grunnvann.....	8
2.3	Infiltrasjon	10
2.4	Overvannssystem	10
3	Strategi for overvannshåndtering	11
4	Beregningsgrunnlag.....	12
4.1	Beregningsforutsetninger.....	12
4.1.1	Nedbørsdata og klimafaktor.....	12
4.1.2	Avrenningskoeffisienter	12
4.1.3	Infiltrasjonsevne	13
4.2	Arealer	13
4.2.1	Alternativ 1	13
4.2.2	Alternativ 2	14
5	Overvannshåndtering etter tretrinnsstrategien.....	14
5.1	Ivaretagelse av den lille nedbøren (Trinn 1).....	14
5.2	Fordrøyningsbehov ved dimensjonerende nedbør (trinn 2).....	15
5.2.1	Alternativ 1	16
5.2.2	Alternativ 2	18
5.3	Løsningsalternativ 3.....	20
5.4	Løsningsalternativ 4.....	22
5.5	Sikre flomveier (Trinn 3).....	22
6	Overvannskvalitet og forurensning	23
7	Vedlegg	23

1 Innledning

1.1 Kort om tiltaket

Denne delrapporten omhandler overvann for det som omtales som Felt A (se Figur 3) i forbindelse med områdereguleringen for Ballerud. Felt A, vist på Figur 1 er ca. 13400 m² stort og er lokalisert i nordre ende av planområdet (Kleven gård).

Det er utarbeidet fire alternativer for tiltaket. Alternativ 3 og 4 har blitt utarbeidet i en seinere fase, og beskrives mot slutten av dette dokumentet.

For utdypende beskrivelser innen temaene kommunal VA og flom henvises det til separate temarapporter, se R-GH-11 Rapport VA, og R-GH-10 Rapport Flom.



Figur 1: Dronninga Landskap sin utomhusplan for felt A, her vises løsningsalternativ 1. Overvann vil samles i lavbrekk gjennom midten av området, som illustrert på bilde. Løsningsalternativ 2 vises Figur 9.

1.2 Overordnet - kort om pågående områderegulering

Det utarbeides en områderegulering for området rundt tidligere Ballerud Hagesenter i Bærum. I forbindelse med dette arbeidet skal VA Visjon bistå med arbeider rundt overvannshåndtering.

Området på Ballerud er i dag regulert til LNF-område, bolig, erverv (kontorer), trafikkområde og friområde (turvei). Kleven-området (felt A, se Figur 3) er uregulert. Det er gitt midlertidig

dispensasjon for golftreningssenter på deler av kontor- og veiarealet. I kommuneplanens arealdel er området avsatt til bolig, offentlig eller privat tjenesteyting, grønnstruktur og LNF-område.

1.3 Planområdet Ballerud

Planområdet som helhet omfatter et område som er ca. 14 ha stort. Området ligger rundt det som tidligere var Ballerud hagesenter og strekker seg nordover mot Kleven gård.



Figur 2: Tiltakets plassering og relevante stedsnavn. Utklipp fra AutoCAD med Bing Maps./

Områdereguleringen for Ballerud er delt inn i ulike feltinndelinger med ulike tiltakshavere. Feltinndelingen er vist på Figur 3.



Figur 3: Feltinndelinger på området. Illustrasjon fra Rodeo arkitekter.

1.4 Topografi

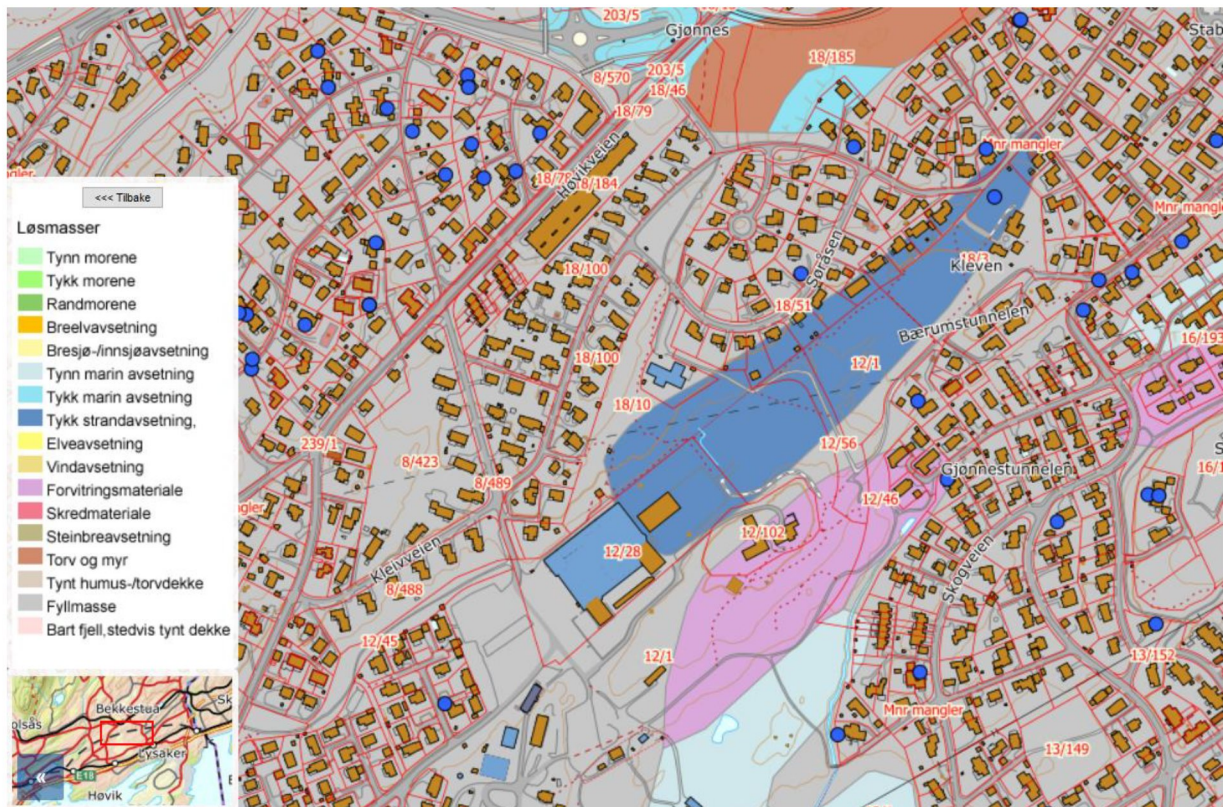
Karakteristisk for topografien i Bærum er foldingene i nordøst-sørvestlig retning. Dette er også lengderetningen på planområdet på Ballerud, som ligger som en langstrakt flate mellom to åsdrag. Dette er et relativt flatt område med helning fra Kleven gård mot Ballerud Hagesenter og sørover mot golfbanen. Området er preget av tidligere dyrket mark, eng og parkeringsplass.

Topografien i felt A ligger i en terrengforsenkning med godt fall fra nord-øst mot sør-vest, mellom to berg-koller mot både nord-vest og sør-øst.

2 Eksisterende situasjon

2.1 Grunnforhold

Ifølge NGUs karttjeneste «Granada» består grunnen i felt A av tykk strandavsetning og løsmasser, se Figur 4. Rundt dette området består massene av fyllmasser, marine avsetninger og forvittringsmateriale.



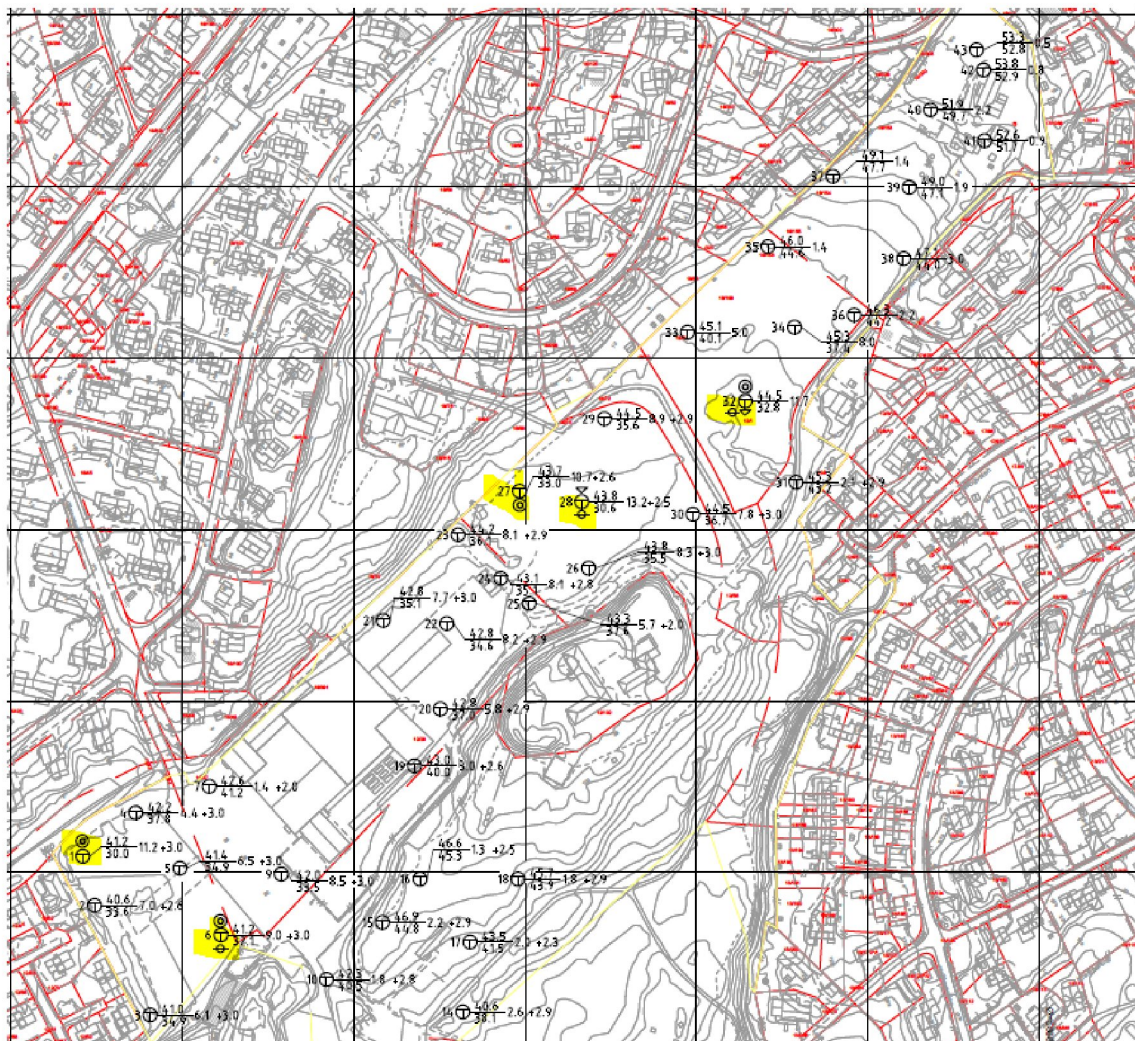
Figur 4: Løsmassekart fra NGU granada.

Det er gjennomført geotekniske undersøkelser i området av Multiconsult, se egen geoteknisk rapport. Utførte totalsonderinger viser varierende dybde mellom ca. 0 og 2 m til antatt bergoverflate innenfor felt A, se også Figur 5.

2.2 Grunnvann

Multiconsult har gjennomført grunnvannsprøver med piezometer ved flere anledninger. Prøvene viser grunnvannstand på mellom 0,7 til 2,0 meters dyp lengre ned på Ballerudjordet, se Figur 5 og Tabell 1 for komplett oversikt.

Det er ikke gjennomført grunnvannsmålinger innenfor felt A, men det bør tas høyde for at det kan være ca. samme forhold for felt A som for Ballerudjordet for øvrig. Dette bør undersøkes videre for kommende faser.



Figur 5: Punkter med grunnboringer, der gulmarkerte punkter har gjennomført registreringer med Piezometer.

Geoteknisk datarapport har en sammenstilling av registreringer fra poretryksmålinger, som alle sammen angir ca. 1m ned til grunnvannstand. Sammenstillingen hentet fra geoteknisk datarapport er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Resultater fra grunnvannsmålinger pr 08.04.2021. Nummer for prøveboringer i tabellen henviser til Figur 5.

Poretryksmåler	Antatt grunnvannstand under terreng		
	01.02.2018	27.01.2021	08.04.2021
BP 6	2,0 m (kt. +39,1)	-	-
BP 28	1,3 m (kt. +42,5)	-	-
BP 32	1,0 m (kt. +43,5)	0,7 m (kt. +43,8)	0,9 m (kt. +43,6)
BP 1.1 (til berg)	-	-	1,2 m (kt. +40,0)
BP 1.2 (i løsmasser)	-	-	1,0 m (kt. +40,2)
BP 27.1 (til berg)	-	-	1,1 m (kt. +42,2)
BP 27.2 (i løsmasser)	-	-	1,0 m (kt. +42,3)

Det er av RIG anbefalt i sin rapport for området at man ikke etablerer permanente grøfter/åpne vannveier som er dypere enn grunnvannsnivået. Dette må man se videre på for kommende faser.

Ettersom grunnvannet sannsynligvis står høyt bør det forutsettes tette løsninger ved etablering av kjellere, f.eks bruk av tett betong. Bygg og anlegg må også ev. sikres mot oppdrift.

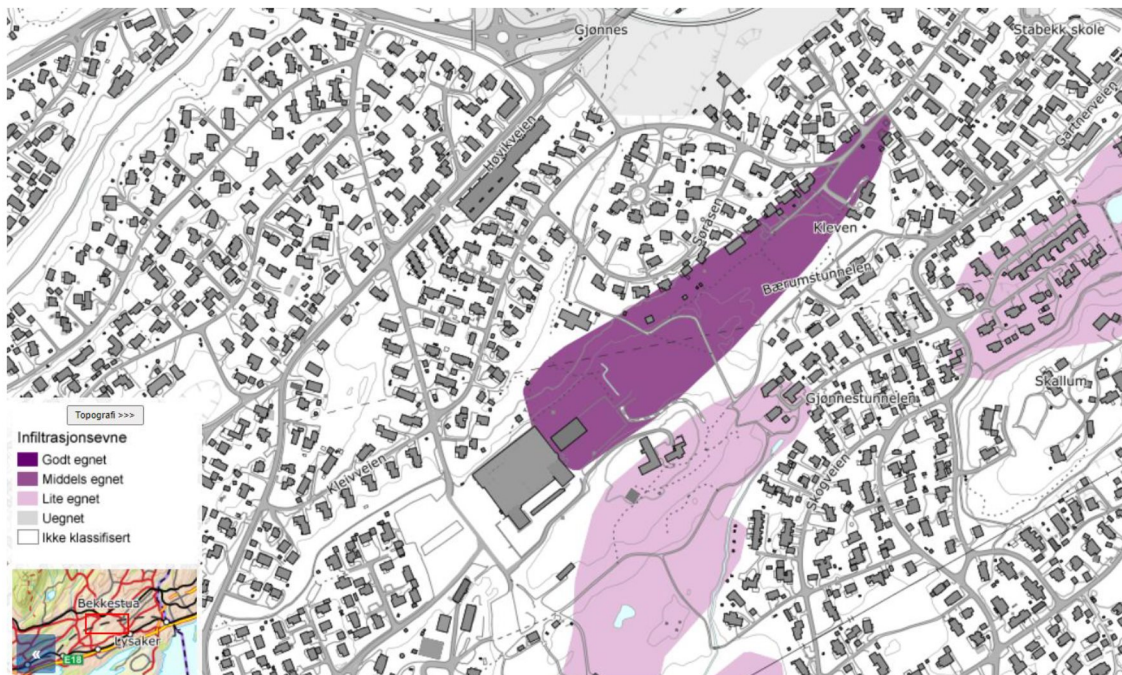
2.3 Infiltrasjon

I geoteknisk rapport omtales infiltrasjonsevnen for Ballerud som følger:

"Infiltrasjonsevne i øvre lag hvor det er friksjonsmasser/fyllmasser vil kunne ha noe infiltrasjon, men for dypereliggende leirlag vil infiltrasjonsevnen trolig være begrenset. Miljøgeologisk rapport fra 2018, ref. /10/, omtaler også grunnens infiltrasjonsevne."

Undersøkelsene er fremst for deler sørvest for felt A, men karakteren på jordforholdene kan også være gjeldende for dette feltet.

Karttjenesten Granada viser at området med strandavsetning er middels egnet for infiltrasjon, mens området sørover mot golfbanen er lite egnet, ev. ikke klassifisert mht infiltrasjonsevne. Se Figur 6.



Figur 6: Kart som viser infiltrasjonsevne fra NGU Granada.

Med utgangspunkt underlaget som foreligger vil beregningene som utføres for prosjektet forutsette middels til lav infiltrasjonsevne i grunnen.

2.4 Overvannssystem

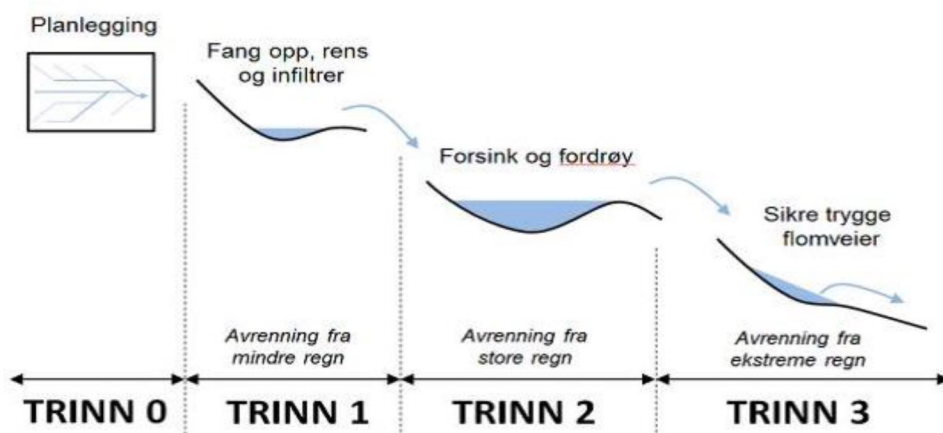
Per i dag finnes det ikke et eget overvannssystem i Felt A. Mer utdypende beskrivelse av øvrig eksisterende VA-anlegg finnes i «R-GH-11 Rapport VA».

3 Strategi for overvannshåndtering

Løsninger for håndtering av overvann utformes etter tretrinnsprinsippet, i tråd med kommunale krav og retningslinjer.

Hovedprinsippene til Bærum kommune for overvannshåndtering er som følger:

- Tilførselen av overvann til offentlig avløpsnett skal minimeres
- Alt overvann skal i utgangspunktet tas hånd om åpent og lokalt
- Tre-trinnsstrategien skal legges til grunn ved større utbygginger og omfatter følgende steg:
 1. Infiltrere små nedbørsmengder.
 2. Fordrøye og forsinke større nedbørsmengder.
 3. Lede overvannet trygt i åpne flomveier ved ekstreme nedbørshendelser



Figur 7: Tre-trinns-strategien, inkludert trinn 0. Figuren er hentet fra artikkel i Vann 01/2018, Kim Paus: "Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann".

Det skal i prosjektet etterstrebes å bruke grønne og åpne løsninger for håndtering av overvann. Dersom åpne og lokale løsninger ikke lar seg etablere i tilstrekkelig omfang for å håndtere dimensjonerende vannmengder kan det bli behov for å søke om påslipp av overvann til kommunal ledning.

Bærum kommune VA stiller i kommunens overvannsveileder krav til at alle tilkoblinger av overvann til kommunalt nett skal dokumenteres gjennom beregninger av dimensjonerende nedbørsmengde. Veilederen setter begrensning til maksimalt påslipp til offentlig overvannsledning på 2-3l/s per dekar.

Krav i overvannsveileder og VA-norm kan oppdateres. Det er viktig at man ved utbyggingen kontrollerer og er sikker på at man følger gjeldende versjon av veilederen, og at man har en god dialog med kommunen.

Det bør etterstrebes å redusere eksisterende avrenning. Videre bør det etterstrebes å bruke overvann som en ressurs, og lage blågrønne løsninger som både løser oppgaven med håndtering av overvann og samtidig lager en estetisk tiltalende løsning for rekreasjon. Noen eksempler på løsninger vises på i egen rapport, «R-GH-25 Overvannshåndtering - eksempler», se vedlegg 2. Fordi området i

stor grad skal bygges opp fra grunnen må man se på en helhetlig løsning for overvann som ivaretar dagens og fremtidens krav og utfordringer med overvannshåndtering på en sikker måte.

Det skal være fall bort fra bygninger slik at man ikke risikerer at overvann ledes mot fasader og / eller innganger, og krav i TEK 17 for overvann skal ivaretas.

4 Beregningsgrunnlag

Avrenning fra delfelter og området i sin helhet beregnes med den rasjonelle formel:

$$Q = C \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

Q = dimensjonerende vannføring (l/s)

C = avrenningskoeffisient

i = midlere nedbørintensitet (l/(s*ha))

A = nedslagsfeltets areal

Kf = Klimafaktor

4.1 Beregningsforutsetninger

4.1.1 Nedbørsdata og klimafaktor

Følgende faktorer har blitt brukt for beregning av dimensjonerende nedbør:

- Nedbørsdata: Målestasjon 18701 Blindern, Oslo
- Dimensjonerende regnskylhyppighet: 25 år
- Klimafaktor (Kf) er satt til 1,4

Disse faktorer er i tråd med krav fra Bærum kommune.

4.1.2 Avrenningskoeffisienter

Avrenningskoeffisienter angir avrenningen fra en arealtype, og kan angis kombinert med utgangspunkt i arealtypesammensetningene i området.

Avrenningskoeffisientene som er brukt for de forskjellige delarealene er beregnet med bakgrunn i planlagte dekketyper i prosjektet. Avrenningskoeffisienter som brukes tar utgangspunkt i anbefalte verdier fra faglitteratur. Eksempler på avrenningsfaktorer vises i Tabell 2.

Tabell 2: Eksempel på avrenningskoeffisienter fra Trondheim og Bergen kommune. Kilde: Trondheim og Bergen kommune.

Arealtype	Avrenningskoeffisient (ϕ)
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger og lignende)	0,85- 0,95
Bykjerne	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområder	0,60 - 0,80
Eneboligområder	0,50 - 0,70
Grusveier/-plasser	0,50 - 0,80
Industriområder	0,50 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark	0,30 - 0,50

Avrenningskoeffisientene for beregning av Trinn 1 (den lille nedbøren) og Trinn 2 (dimensjonerende nedbør) er satt til verdiene som angitt i Tabell 3.

Tabell 3: Anvendte avrenningsfaktorer for beregningene i prosjektet.

Arealtype	Avrenningskoeffisient (C)
Åpen grøft/terrengforsenking	0,3
Plen og plantefelt	0,3
Takhage m/sedum	0,6
Armert gress	0,5
Hardt dekke	0,9
Takflater og terrasser	0,9
Terrasser	0,9

4.1.3 Infiltrasjonsevne

For beregningene regnes infiltrasjon kun i nedsenkede arealer og regnbed. Infiltrasjonsevnen settes til verdier vist i Tabell 4 for videre beregninger. Det kan eventuelt bli behov for å oppdatere disse verdier i kommende faser når man får mer informasjon om grunnforholdene i området.

Tabell 4: Infiltrasjonsevne, estimerte verdier

Infiltrasjonsevne	Tall [m/time]
Regnbed på terreng	0,07
Nedsenket areal på terreng	0,04

4.2 Arealer

Tiltakets areal er ca. 13 400 m² innenfor felt A. Det foreligger tre ulike alternativer for løsningsvalg, og disse er inndelt i ulike areal typer. Som beskrevet i begynnelsen av dokumentet har alternativ 3 og 4 blitt utarbeidet i seinere faser, og beskrives mot slutten av dette dokumentet. Arealer er angitt med bakgrunn i utomhusplanen utformet av Dronninga landskap. Se Figur 1 for landskapsplan alternativ 1. Landskapsplan for alternativ 2 vises på Figur 9. Arealinndelinger for de to alternativene er gjengitt i etterfølgende delkapitler.

4.2.1 Alternativ 1

Angitte størrelser for ulike arealer i forbindelse med felt A, alternativ 1, er angitt i Tabell 5.

Tabell 5: Størrelse på ulike areal typer for alternativ 1.

Areal typer	Areal [m ²]	Avrenningsfaktor [C]	Redusert areal [m ²]
Grøft/terrengforsenking	610	0.3	183
Plen og plantefelt u/p-kjeller	5405	0.3	1622
Plen og plantefelt over p-kjeller	920	0.3	276
Armert gress u/p-kjeller	160	0.5	80

Armert gress over p-kjeller	70	0.5	35
Hardt dekke	2550	0.9	2295
Takflater og terrasser	3695	0.9	3326
Totalt	13410	0.58	7816

4.2.2 Alternativ 2

Angitte størrelser for ulike arealer i forbindelse med felt A, alternativ 2, er angitt i Tabell 6.

Tabell 6: Størrelse på ulike arealtyper for alternativ 2.

Arealtyper	Areal [m ²]	Avrenningsfaktor [C]	Redusert areal [m ²]
Grøft/terrengforsenking	740	0.3	222
Plen og plantefelt u/p-kjeller	5261	0.3	1578
Plen og plantefelt over p-kjeller	849	0.3	255
Armert gress u/p-kjeller	89	0.5	45
Hardt dekke	2773	0.9	2496
Takflater og terrasser	3698	0.9	3328
Totalt	13410	0.59	7923

5 Overvannshåndtering etter tretrinnsstrategien

I kommende kapittel beskrives overvannsberegninger under tretrinnsstrategien.

Løsningsalternativ for alternativ 1 og 2 beskrives i de kommende kapitlene. I forhold til overvannshåndtering for trinn 1 og 2 er det lite i beregningsgrunnlaget for denne fasen som skiller de to løsningsalternativene.

5.1 Ivaretagelse av den lille nedbøren (Trinn 1)

For ivaretagelse av trinn 1 i overvannsstrategien er det tatt utgangspunkt i statistikk fra "Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinns strategi for håndtering av overvann" (Paus, 2018). Ivaretagelse av 95% av årsnedbøren tilsvarer ifølge artikkelen ca. 35% av nedbørmengden fra et 2 års regn.

Trinn 1 ivaretas gjennom at overvann håndteres åpent og lokalt til regnbed og nedsenkede grøntarealer.

Tabell 7: Sammenstilling av nødvendig volum og tilgjengelig kapasitet på åpne løsninger for ivaretagelse av Trinn 1. Verdier vil være de samme for begge løsningsalternativene. Arealer som er benyttet for tilgjengelig volum vises på Tabell 5 og Tabell 6.

Område	Areal (m ³)	Nødvendig volum for håndtering av Trinn 1 (m ³)	Total kapasitet for infiltrasjon og fordrøyning i regnbed og nedsenkede grøntarealer (m ³)
Felt A	13410	23.8	155.2

Tabell 7 viser at det er god kapasitet for å ivareta Trinn 1 i tretrinsstrategien for dette området.

5.2 Fordrøyningsbehov ved dimensjonerende nedbør (trinn 2)

For trinn 2 vil det innenfor planområdet legges opp til at det vil etableres muligheter for magasinering av overvann på terreng, samt ved behov ev. å etablere et underjordisk magasin. Tilpassing i senere faser vil synliggjøre hvorvidt det vil være behov for et underjordisk magasin i tillegg til overflatefordrøynings, eller om alt kan håndteres åpent og lokalt. Dersom det blir nødvendig å etablere et underjordisk magasin med tilkobling til kommunalt nett skal dette ha regulert videreføring av utløpet. Det bør ettersterbes å unngå magasiner under terreng om det er mulig.

Overvann fra feltet vil ledes videre på terreng til nedstrøms grøntarealer i felt B der det blant annet skal etableres et åpent grøntdrag som kan håndtere overvann. I den sammenheng kan det være hensiktsmessig å tillate mer vann (enn forutsatt i beregninger i kommende kapittel i denne rapporten) ført ut til grøntdrag.

I henhold til Bærum kommunes overvannsveileder kan det maksimalt tillates videreført overvannsmengde tilsvarende 2-3 l/s og dekar. Samlet for tiltaket i felt A utgjør dette ca. 35 l/s. Det legges til grunn videreført vannmengde 35 l/s for beregning av nødvendig fordrøyningsbehov ved regnvelopmetoden for den dimensjonerende nedbøren for tiltaket. Det er godt fall på området, og det planlegges å etableres en åpen grøft sørvest for området for å lede overvann videre åpent nedstrøms, som vist på Figur 1. I kommende faser bør det ses mer detaljert på hvordan man kan lede overvannet videre åpent i denne grøften, uten å lede vannet til kommunalt nett.

Videreføring på 35 l/s trenger altså ikke å bli til kommunalt nett, men verdien er brukt for å illustrere behovet for fordrøynings av overvann på tomten. Man må i videre arbeider avklare med kommunen hvor store overvannsmengder man kan lede på terreng videre nedstrøms, og eventuelle behov for tilkobling til kommunalt nett.

Det finnes i dag ikke noen overvannsledninger i nedstrøms del av området. Rapport for VA beskriver hvordan det planlegges nye overvannsledninger, og viser hvor man eventuelt kan koble seg på kommunalt nett.

I tillegg til nevnte 35 l/s videreført vannmengde vil det etableres åpne fordrøyningsløsninger med infiltrasjon til grunnen. Beregning av infiltrasjon regnes kun i nedsenkede arealer. Samlet videreført vannmengde er dermed større enn 35 l/s i de etterfølgende beregningene, og består av infiltrert vannmengde og videreført vannmengde.

I landskapsplanen er det ikke detaljert hvor det skal etableres regnbed, men LARK har formidlet at det vil være anledning å etablere regnbed med ca. 20 cm nedsenk innenfor områder som er definert som plantefelt.

Tabell 8: Forutsatte tiltak for beregning av infiltrasjon og fordrøyningsbehov.

Åpent tiltak	Areal [m ²]	Gj.snitt dyp [m]	Tilgjengelig volum [m ³]	Infiltrasjon (l/s)
Tilgjengelige grøfter og nedsenkede arealer for magasinering og infiltrasjon	250	0,25	62,5	2,8
Regnbed	400	0,20	80	7,78

Infiltrert vannmengde i alle nedsenkede arealer (inkl. regnbed) utgjør dermed ca. 10,5l/s. Nedsenkede arealer for overvannshåndtering vil være tilsvarende for begge løsningsalternativene.

Overvann vil fordrøyes på terreng, og eventuelt også under terreng.

Fordrøying på terreng tar utgangspunkt i arealer i Tabell 5 og Tabell 6. Gjennomsnittlig nedsenk i grøfter og vannveier beregnes å ha ca. 25 cm høyde tilgjengelig for fordrøying. Det forutsettes også at det etableres ca. 400m² regnbed med 20 cm oppstuvingspotensial (av totalt ca. 2000 m² tilgjengelig plantefelt). Plassering, størrelse og utforming av lokale åpne løsninger må for kommende faser detaljeres videre.

Det kan vurderes å tilpasse nedsenkede arealer og regnbed ytterligere slik at en større andel kan magasineres på terreng. Det bør også vurderes og koordineres med kommunen hvor store overvannsmengder som kan ledes videre nedstrøms i åpen grøft på terreng. Det er et åpent grøntområde i sørvest, nedstrøms området for utbygging. Da det skal etableres en åpen vannvei videre mor sørvest til et sammenhengende åpent overvannsystem vurderes det som mer hensiktsmessig å lede mer overvann videre nedstrøms, enn å etablere magasin under terreng. Behovet for magasinering for Trinn 2 for de to alternativene beskrives på 5.2.1 og 5.2.2.

For overvannshåndtering vil det i denne fasen ikke skille mye i beregningsgrunnlaget for begge alternativene. Under sammenstilles beregninger for Alternativ 1 og 2.

5.2.1 Alternativ 1

Ved beregning for nødvendig fordrøyningsvolum ved regnvelopmetoden er det funnet at **totalt fordrøyningsbehov vil være ca. 245m³** ved 45-minuttersnedbøren for dimensjonerende nedbør. Dette forutsetter at ca. 400m² av totalt 2120 m² tilgjengelig plantefelt blir benyttet til regnbed. Beregninger vises på Figur 8. Det forutsettes at det i tillegg til videreført vannmengde som beskrevet tidligere også infiltrerer vann i grøfter og øvrige nedsenkede arealer som vist på Figur 1.

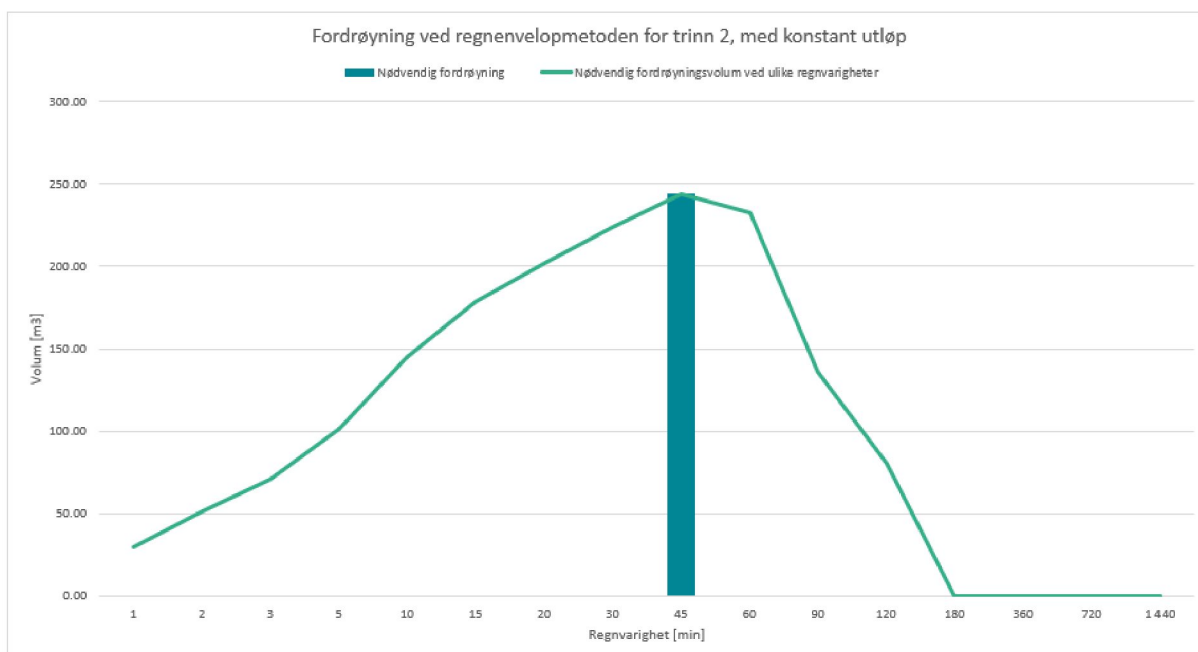
B1: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum og dimensjonerende nedbør for hele arealet for Trinn 2 i tretrinnsstrategien

Areal (m ²)	[T1]	13410
Gjennomsnittlig avrenningsfaktor	[T4]	0.58
Redusert areal (m ²)	[T3]	7816.0
Videreført og infiltrert vannmengde (l/s)	[T6]	45.6
Gjentaksintervall (år)		25
Klimafaktor		1.4

Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum

Nedbør-intensitet med					Nødvendig
Regn-varighet	Nedbør-intensitet	klimafaktor	Mengde inn	Mengde ut	fordrøynings-volum
min	l/s*ha	l/s*ha	m³	m³	m³
1	495.5	694	32.5	2.7	29.8
2	434.8	609	57.1	5.5	51.6
3	399.7	560	78.7	8.2	70.5
5	350.4	491	115.0	13.7	101.4
10	262.1	367	172.1	27.3	144.7
15	222.9	312	219.5	41.0	178.5
20	195.7	274	257.0	54.7	202.3
30	155.2	217	305.7	82.0	223.7
45	124.2	174	366.9	123.0	243.9
60	100.6	141	396.3	164.0	232.3
90	64.6	90	381.7	246.0	135.7
120	51.8	73	408.1	328.0	80.1
180	38.2	53	451.4	451.4	0.0
360	21.3	30	503.4	503.4	0.0
720	13.2	18	624.0	624.0	0.0
1440	7.5	11	709.1	709.1	0.0

Nødvendig fordrøyningsvolum (m ³)	243.9
---	-------



Figur 8: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum for alternativ 1 ved bruk av regnenvelopmetoden for ulike regnvarigheter.

5.2.2 Alternativ 2

Ved de samme beregningsforutsetningene, herunder 400m² regnbed (av tilgjengelig 1805m² plantefelt) samt infiltrasjon i grøfter og terrengforsenkinger **vil fordrøyningsbehovet være ca. 250m³** for alternativ 2. I forhold til overvannshåndtering og mulighetsrom for løsninger er det lite som skiller de to alternativene.

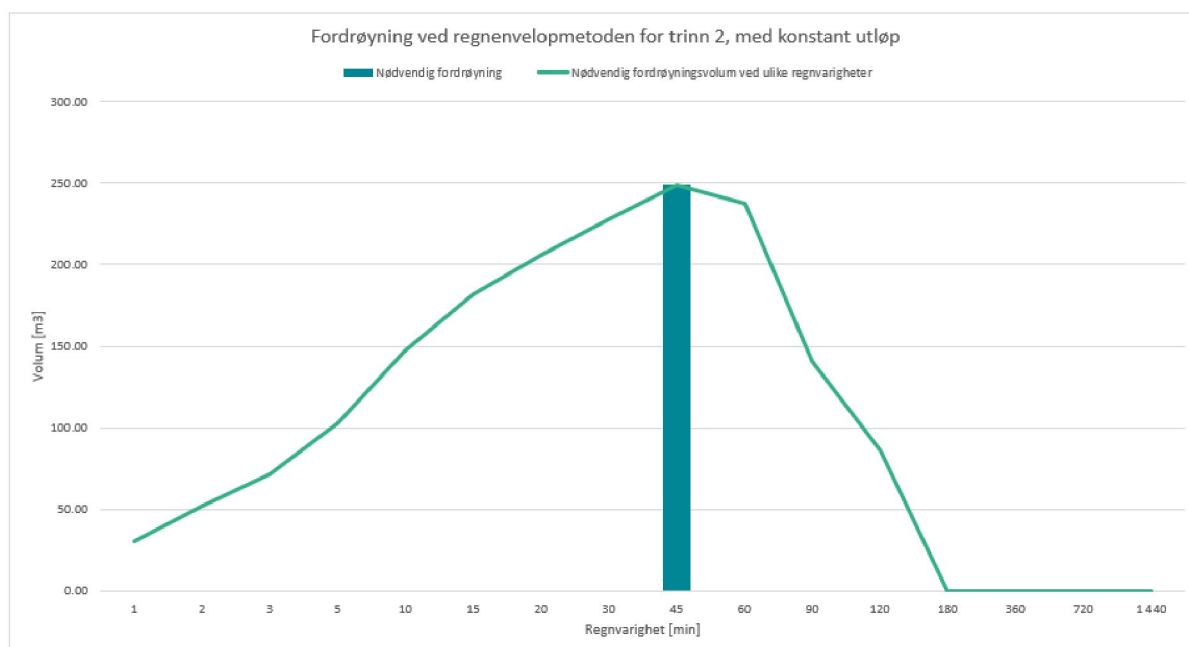
B1: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum og dimensjonerende nedbør for hele arealet for Trinn 2 i tretrinnstrategien

Areal (m ²)	[T1]	13410
Gjennomsnittlig avrenningsfaktor	[T4]	0.59
Redusert areal (m ²)	[T3]	7923.4
Videreført og infiltrert vannmengde (l/s)	[T6]	45.6
Gjentaksintervall (år)		25
Klimafaktor		1.4

Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum

Nedbør-intensitet med					Nødvendig
Regn-varighet	Nedbør-intensitet	klimafaktor	Mengde inn	Mengde ut	fordrøynings-volum
min	l/s*ha	l/s*ha	m ³	m ³	m ³
1	495.5	694	33.0	2.7	30.2
2	434.8	609	57.9	5.5	52.4
3	399.7	560	79.8	8.2	71.6
5	350.4	491	116.6	13.7	102.9
10	262.1	367	174.4	27.3	147.1
15	222.9	312	222.5	41.0	181.5
20	195.7	274	260.5	54.7	205.8
30	155.2	217	309.9	82.0	227.9
45	124.2	174	372.0	123.0	249.0
60	100.6	141	401.7	164.0	237.7
90	64.6	90	387.0	246.0	141.0
120	51.8	73	413.7	328.0	85.7
180	38.2	53	457.6	457.6	0.0
360	21.3	30	510.4	510.4	0.0
720	13.2	18	632.6	632.6	0.0
1440	7.5	11	718.8	718.8	0.0

Nødvendig fordrøyningsvolum (m ³)	249.0
---	-------



Figur 10: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum for alternativ 2 ved bruk av regnenvelopmetoden for ulike regnvarigheter.

Tilgjengelig fordrøyningsvolum på terreng ved de forutsetninger som er definert tidligere utgjør totalt ca. 145 m³. Samme situasjon gjør at det vil være behov for **ytteligere ca. 105 m³** fordrøyning av vann i f.eks magasiner for dette alternativet. Plassering av slik magasin under terreng kan tilpasses plassering av bygninger og annen infrastruktur i området. Eventuelle magasin under terreng må også koordineres mot grunnvannsnivået og nivå på berg, som begge sannsynligvis ligger grunt, se kapittel 2.1 og 2.2. Som beskrevet tidligere bør det etterstrebes åpne løsnigner, og vannføring for videreføring av overvann på terreng nedstrøms må koordineres i forhold til eventuelle behov for magasin for å ivareta krav i Trinn 2 i kommunens tretrinnstrategi.

5.3 Løsningsalternativ 3

Løsningsalternativ 3 vil ha en tilsvarende sammensetning og avrenning fra arealer som alternativ 1 og 2. Tiltak/avrenning og behov for fordrøyning for alternativ 3 vil være tilsvarende som for alternativ 1 og 2, hvilket betyr at innholdet knyttet til alternativ 1 og 2 i denne rapporten vil være gjeldende også for alternativ 3.

Arealfordeling for alternativ 3 vises på Tabell 9 under. Forutsatte tiltak for beregning av infiltrasjon og fordrøyningsbehov vises på Tabell 10.

Tabell 9: Størrelse på ulike arealtyper for alternativ 3.

Arealtyper	Areal [m2]	Avrenningsfaktor [C]	Redusert areal [m2]
Grøft/terrengforsenking	1207	0.3	362
Plen og plantefelt u/p-kjeller	5220	0.3	1566
Plen og plantefelt over p-kjeller	597	0.3	179
Grus	1260	0.5	630
Hardt dekke	1928	0.9	1735
Takflater og terrasser	3163	0.9	2847
Totalt	13375	0.55	7319

Åpne tiltak for alternativ 3 vises under på Tabell 10.

Tabell 10: Forutsatte tiltak for beregning av infiltrasjon og fordrøyningsbehov.

Åpent tiltak	Areal [m2]	Gj.snitt dyp [m]	Tilgjengelig volum [m3]	Infiltrasjon (l/s)
Tilgjengelige grøfter og nedsenkede arealer for magasinering og infiltrasjon	380	0,2	76	4,22
Regnbed	310	0,30	93	6,03

Med de forutsetningene som ligger til grunn for alternativ 3 blir det her et **totalt fordrøyningsbehov på ca. 221m³** for alternativ 3, se Figur 11.

DEL 3: BEREGNINGER TRINN 2

B1: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum og dimensjonerende nedbør for hele arealet for Trinn 2 i tretrinnstrategien

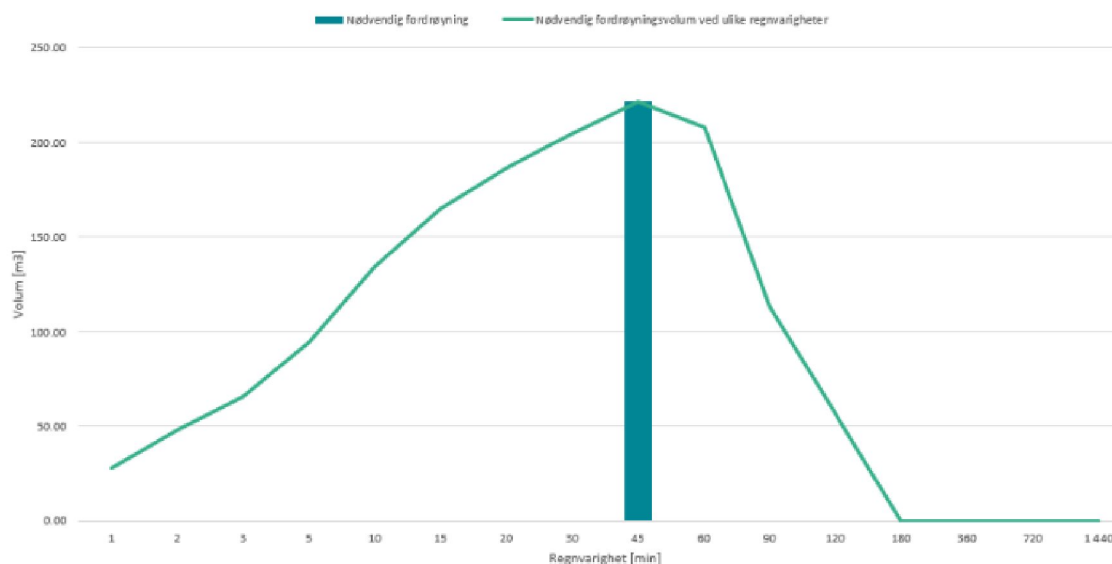
Areal (m ²)	[T1]	13375
Gjennomsnittlig avrenningsfaktor	[T4]	0.55
Redusert areal (m ²)	[T3]	7319.1
Videreført og infiltrert vannmengde (l/s)	[T6]	45.3
Gjentaksintervall (år)		25
Klimafaktor		1.4

Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum

Nedbør-intensitet med					Nødvendig
Regn-varighet	Nedbør-intensitet	klimafaktor	Mengde inn	Mengde ut	fordrøynings-volum
min	l/s*ha	l/s*ha	m³	m³	m³
1	495.5	694	30.5	2.7	27.7
2	434.8	609	53.5	5.4	48.0
3	399.7	560	73.7	8.1	65.6
5	350.4	491	107.7	13.6	94.1
10	262.1	367	161.1	27.2	134.0
15	222.9	312	205.6	40.7	164.8
20	195.7	274	240.6	54.3	186.3
30	155.2	217	286.3	81.5	204.8
45	124.2	174	343.6	122.2	221.4
60	100.6	141	371.1	162.9	208.2
90	64.6	90	357.4	244.4	113.1
120	51.8	73	382.2	325.8	56.4
180	38.2	53	422.7	422.7	0.0
360	21.3	30	471.4	471.4	0.0
720	13.2	18	584.3	584.3	0.0
1440	7.5	11	664.0	664.0	0.0

Nødvendig fordrøyningsvolum (m ³)	221.4
---	-------

Fordrøynig ved regnenvelopmetoden for trinn 2, med konstant utløp



Figur 11: Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum for alternativ 3 ved bruk av regnenvelopmetoden for ulike regnvarigheter.

Tilgjengelig fordrøyningsvolum på terreng ved de forutsetninger som er definert tidligere utgjør totalt ca. 169 m³. Her mangler det ca. 52 m³ for å håndtere alt på terrenget. Plassering av magasin under terreng kan eventuelt etableres for å sørge for en regulert videreføring til det kommunale nettet der det blir behov. Eventuelle magasin under terreng må også koordineres mot grunnvannsnivået og nivå på berg, se kapittel 2.1 og 2.2

5.4 Løsningsalternativ 4

Det har i februar 2022 blitt utarbeidet et alternativ 4 for området. Konseptet for overvannshåndteringen her er at det vil etableres starten av en bekkeåpning med permanent vannspeil der overvannet vil bidra til estetikken i området.

Vannkonseptet som er utarbeidet baseres på at regnvann samles sammen i åpne renner og skaper små vannveier i landskapets lavpunkt i traséen inn mot Bekkestubekken. Regnvannet holdes tilbake i åpne vannspeil gjennom små terskler.

Vannveiene som etableres vil utformes med grønne, beplantede bredder og med grunt vann for å hindre ulykker. Stående, grunne og varme vann vil kunne tiltrekke seg rødlisteartede amfibier og andre sjeldne dyr, og skape et fint rekreasjonsområde for beboerne i området.

Området vil ha en tilsvarende sammensetning som de andre tre alternativene.

Det er fra LARK, som har utarbeidet konseptet og løsningen, formidlet at dimensjonerende overvann for trinn 2 (rundt 200 til 250 m³) vil kunne fordrøyes i vannkulpene midt på tomten, der overvann ved store nedbørstilfeller vil samles og kunne ledes videre på en kontrollert måte. De har også formidlet at det skal etableres vegetasjon og flat skråning på sidene, som er standard for bekkeåpninger. Dette for å skape en trygg løsning der det blir enkelt å kunne ta seg opp fra vannet, også ved store nedbørstilfeller med høy oppstuvning av overvann i fordrøyningsløsningen.

Overvannskonseptet og utforming av området vises på landskapsplanen.

Det må for kommende faser arbeides videre med hvor mye overvann som det er ønskelig å lede videre nedstrøms i bekkesystemet, of å skape best mulig miljø for mennesker, dyr og vegetasjon i området. Utforming og omfang vil påvirke behovet for fordrøying på tomten for ivaretagelse av tretrinnsprinsippet.

Sikre flomveier, som beskrevet i denne rapporten og i flomnotat vil være gjeldende også for løsningsalternativ 4.

5.5 Sikre flomveier (Trinn 3)

Trinn 3 (sikre flomveier) vil ivaretas for tomten. Nye veier, fremst i nordre delen av området, vil sørge for at overvann fra eksterne arealer ledes videre på en trygg måte nedstrøms uten å risikere å ledes inn på området. Det skal være tilstrekkelig fall bort fra bygninger, og krav i TEK 17 skal ivaretas. Flom og flomveier og beskrives i egen flomrapport, R-GH-10 Rapport flom.

For felt A er det også etablert et eget notat som beskriver vann fra eksterne arealer, se vedlegg 1.

6 Overvannskvalitet og forurensning

Det vil ikke være noen aktivitet på tomten som forurensrer overvannet. Åpne, lokale overvannsløsninger vil bidra til å rense overvannet som håndteres på tomten.

7 Vedlegg

Vedlegg 1 – N-GH-03, Innledende overvannsberegninger for eksterne arealer, Felt A

Vedlegg 2 – R-GH-25 Overvannshåndtering - eksempler