

BOKVALITET AS

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
Norway
TLF +47 02694
WWW cowi.com

OVERVANNSNOTAT

NOREFJELL ALPINLANDSBY

GBNR. 210/41

INNHold

1	Innledning	2
2	Forutsetninger	4
3	Flomveier	7
4	Endring i overvannsavrenning	10
4.1	Vannmengder og magasineringsvolum	10
4.2	Tiltak	12
5	Konklusjon	13
6	Referanser	14
	Vedlegg 1 Avrenning før utbygging	15
	Vedlegg 2 Avrenning og magasineringsvolum etter utbygging	16

PROJEKTNR.

A120037

DOKUMENTNR.

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

21.01.2019

BESKRIVELSE

Overvannsnotat, Norefjell

UDARBEJDET

AKTV

KONTROLLERET

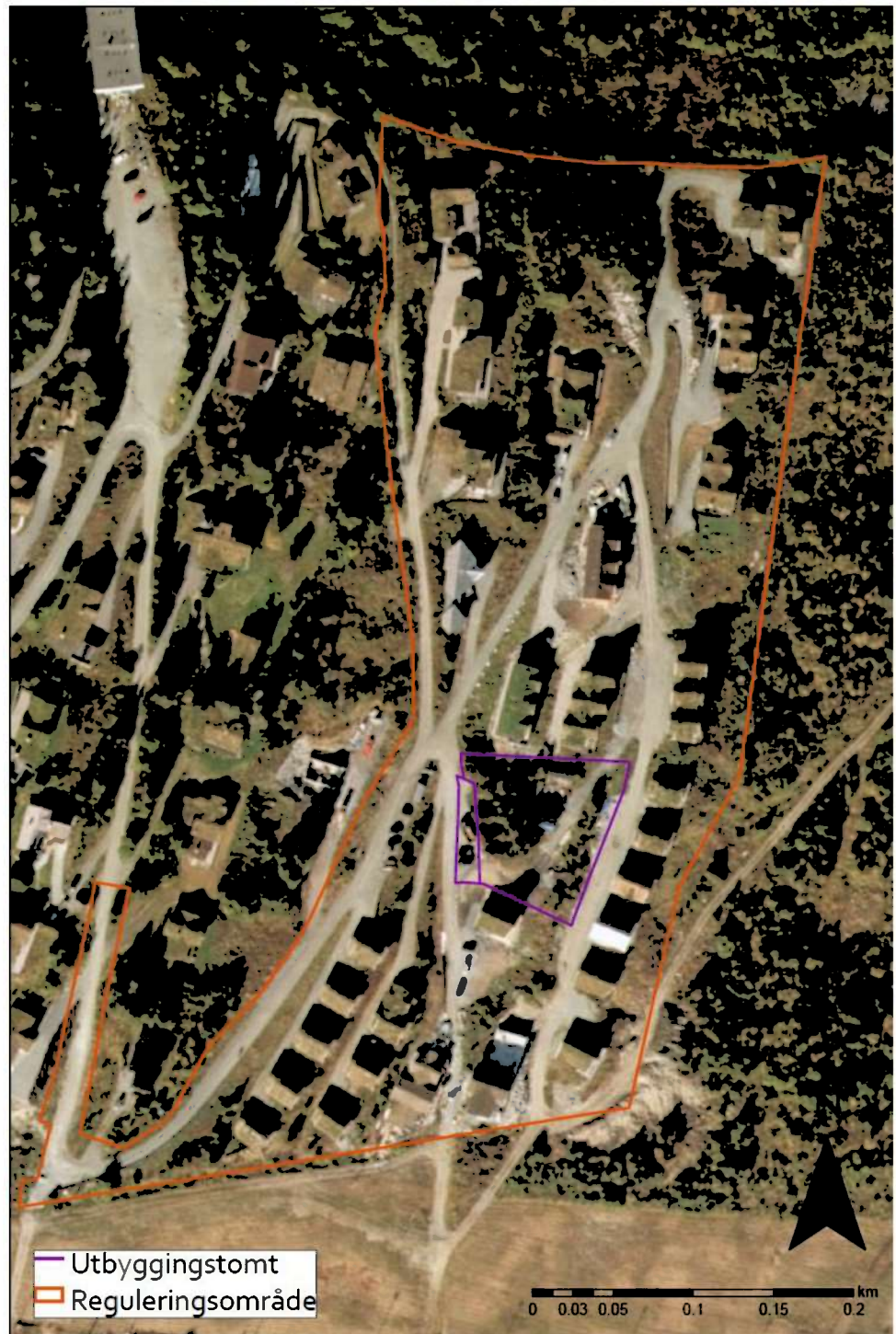
GUBE

GODKENDT

21.02.2019

1 Innledning

Dette overvannsnotatet er et innspill til utarbeidelsen av ny reguleringsplan for Høgli-Ødegaard i Norefjell alpinlandsby, Krødsherad kommune. Området Høgli-Ødegaard er i dag stort sett et utbygd hytteområde (markert i rødt i Figur 1). Deler av gårds- og bruksnummer (gbnr.) 210/41 er i dag ikke utbygd, og Bokvalitet AS ønsker å etablere to nye leilighetsbygg i området (markert i lilla i Figur 1).



Figur 1 Reguleringsområde og utbyggingstomt.

Overvannsavrenningen før og etter utbygging er beregnet samt nødvendig magasineringsvolum etter utbygging. Flomveier er kartlagt. Anbefalingene følger tretrinnsstrategien. Forutsetninger, resultater og mulige tiltak er oppsummert under.

2 Forutsetninger

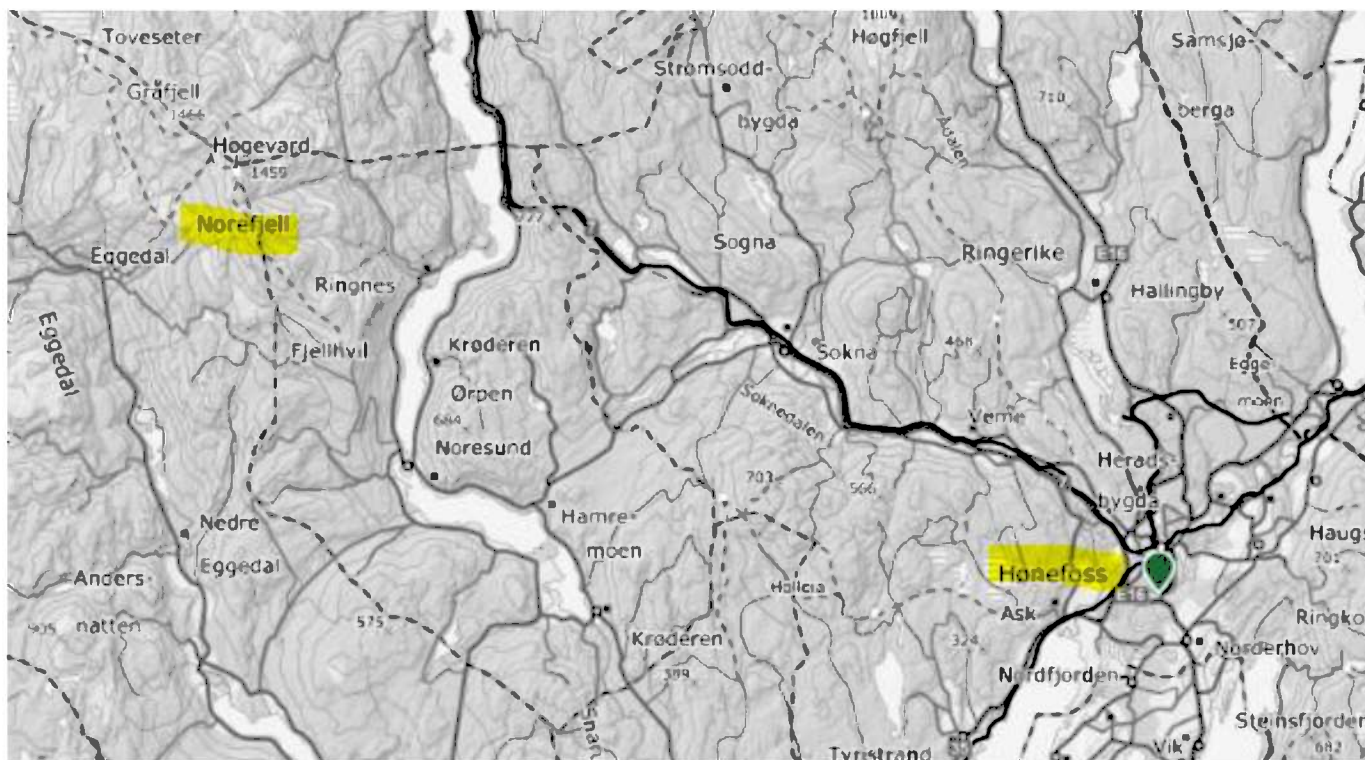
Krødsherad kommune har i dag ingen kommunale retningslinjer for håndtering av overvann, men skal innarbeide det i en kommende kommunedelplan for Norefjell. Det vises derfor til nasjonale anbefalinger og forskrifter i dette notatet.

I tilknytning til reguleringsområdet og den aktuelle tomte finnes det i dag ingen kommunale overvannsledninger, basert på kommunens ledningsnettdatabase som COWI har fått oversendt fra Krødsherad kommune. Kommunal overvannshåndtering i området baserer seg derfor på åpne grøfter og bekker. COWI har fått opplyst at Krødsherad kommune ikke ønsker at det føres mer vann ut av planområdet til en tilgrensende bekk, fordi bekken i dag er overbelastet. Overvann må derfor håndteres innenfor planområdet.

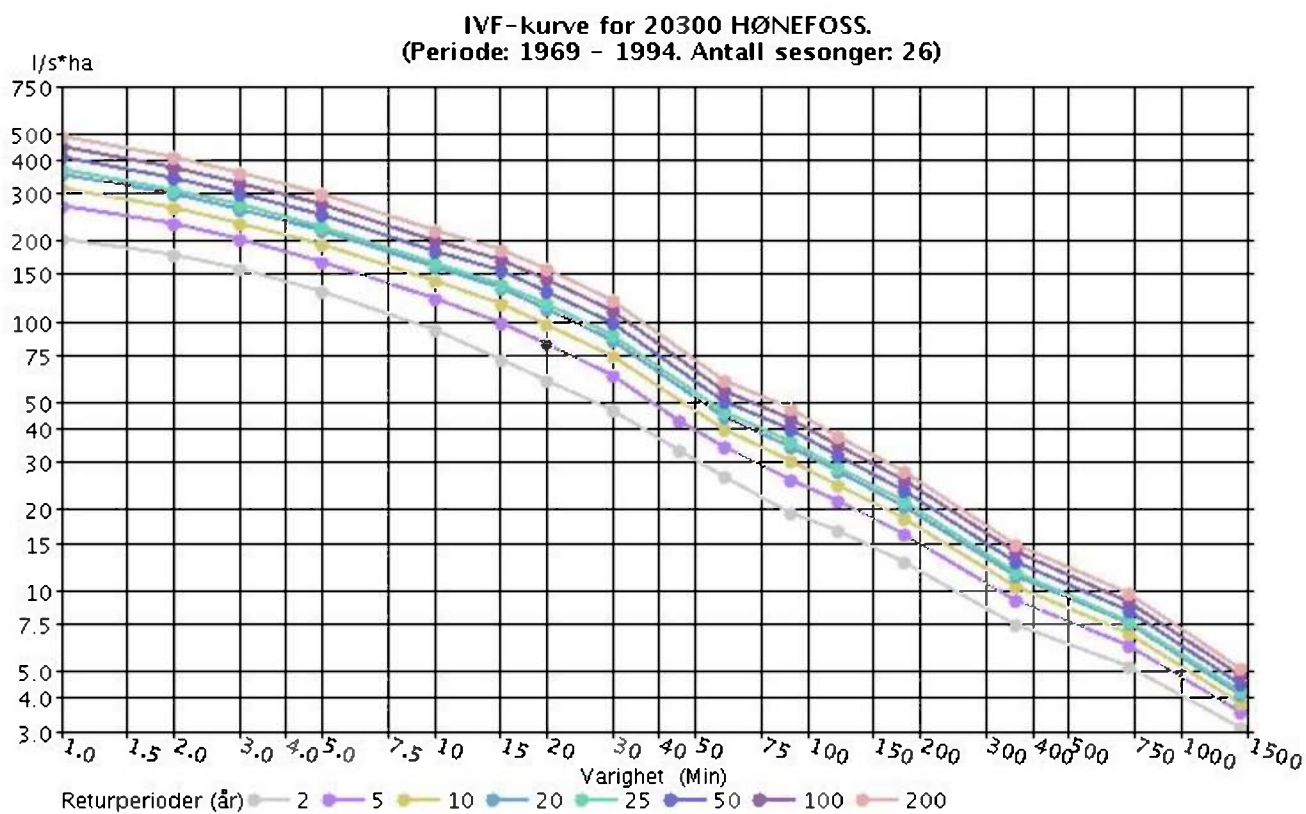
Norges Geotekniske Institutt (NGI) utarbeidet et teknisk notat over stabilitet av masser i det samme hytteområde på Norefjell (NGI 2005). Ifølge NGI eger massene i området seg til infiltrasjon. NGI anbefaler likevel ikke infiltrasjon som en mulig løsning for overvannshåndtering på grunn av at området ligger i et svært bratt terreng.

Krødsherad kommune har ikke vedtatt et klimapåslag ved overvannsberegninger, og offentlige anbefalinger fra Norsk klimaservicesenter er derfor benyttet. Anbefalt klimapåslag for Buskerud er minst 40 % på korte og intense regn til bruk i overvannsplanlegging (Norsk klimaservicesenter 2017). I beregningene er det benyttet et klimapåslag på 40 %. Klimafaktor er kun inkludert i beregning av overvann etter utbygging. Ettersom dagens felles system har liten kapasitet, har vi valgt en konservativ tilnærming med klimapåslag kun etter utbygging.

Krødsherad har ikke vedtatt å benytte nedbørdata fra én bestemt stasjon i overvannsberegninger. Meteorologisk institutt (MET) har ingen stasjoner i nærheten av Norefjell. COWI har til dette notatet valgt å bruke Intensitet-Varighet-Frekvens-kurve (IVF-kurve) fra MET sin stasjon på Hønefoss (SN20300) i beregninger av dimensjonerende avrenning (Figur 2 og Figur 3). Stasjonen har 26 sesonger med data (1969-1994), og har dermed mer enn minste anbefalt serie-lengde på ti år. Data fra stasjonen er lastet ned fra eklima.no.



Figur 2 IVF-kurven er hentet fra MET sin stasjon på Hønefoss (SN20300). Norefjell og Hønefoss markert i gult.



Figur 3 IVF-kurve for Hønefoss SN203000.

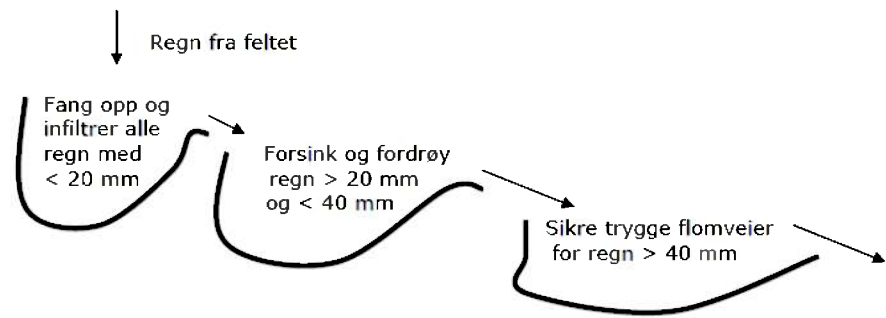
Som dimensjonerende regn anbefaler Norsk Vann minimum et 5-årsregn for utkantområder og et 10-årsregn for boligområder for separat- og fellessystemer (Figur 4). 20-års regn er anbefalt for bysentra og er satt som krav i reguleringsbestemmelser for overvann i blant annet Oslo. I dette notatet har vi valgt 20-årsregn som dimensjonerende for overvannshåndteringen for den aktuelle utbyggingstomta på Norefjell, ettersom området felles overvannssystem (grøfter og bekker) i dag er overbelastet ved regnskyll.

Dimensjonerende regnskyllhyppighet * (1 i løpet av "n" år)	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet** (1 i løpet av "n" år)
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landbrukskommuner)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter/industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Uderganger/ områder med meget høyt skadepotensial	1 i løpet av 50

Figur 4 Norsk Vanns anbefalinger for dimensjonerende regn: minimum hyppighet for separat- og fellessystemer (Norsk Vann 2008).

Tretrinnsstrategien for overvannshåndtering er lagt til grunn i dette overvannsnotatet (se Norsk Vann (2008)). Strategien er en veletablert tilnærming innen lokal overvannshåndtering, og innebærer tre trinn som angitt under og illustrert i Figur 5.

- 1 Fange og infiltrere små nedbørmengder
- 2 Forsinke og fordrøye ved større nedbørmengder før vannet renner videre til et overvannssystem
- 3 Sikre trygge flomveier ved store nedbørmengder



Figur 5 Tretrinnsstrategien. Tallene er eksempeltall. (Norsk Vann 2008).

Det er beregnet hvor mye vann som må fanges opp (1), forsinkes og fordrøyes (2). Flomveier er kartlagt for å kunne angi trygge flomveier (3) for bortledning av vann og avrenning over et 20-årsregn.

3 Flomveier

Flomveier i det aktuelle området er kartlagt i GIS. Terrenggrunnlaget er en digital terrengmodell (DEM) og bygninger. DEMen stammer fra laserskanning utført i 2016 for Kartverket, lastet ned fra [hoydedata.no](https://www.hoydedata.no) i oppløsning 0,25 m x 0,25 m (prosjekt: NDH Krødsherad-Ringerike-Hole 5pkt 2016). Ettersom DEMen inneholder kun terreng, ble terrenget hevet 25 meter i områder som dekkes av bygninger. Bygningene ble oversendt COWI av Krødsherad kommune i SOSI-format.

GIS-analysen viser at det går en flomvei over den sørlige delen av utbyggings-
tomta, men den krysser ikke de planlagte leilighetsbygningene (Figur 6).



Figur 6 Flomvei gjennom utbyggingstomta.

Nedbørfeltet til flomveien oppstrøms tomta utgjør 7,5 ha (Figur 7). Endringer i nedbørfeltet oppstrøms utbyggingstomta kan påvirke vannføringen i flomveien som løper gjennom utbyggingstomta. Ettersom flomveien går inn mot en bygning nedenfor utbyggingstomta, er det en god grunn til å dimensjonere overvannshåndteringen på utbyggingstomta for et 20-årsregn.



Figur 7 Nedbørfelt oppstrøms utbyggingstomta. Areal: 7,5 ha.

4 Endring i overvannsavrenning

4.1 Vannmengder og magasineringsvolum

For tomta som ønskes utbygd er det beregnet hvor mye avrenningen ved en regnhendelse med returperiode 20 år endres som følge av utbyggingen. Forutsetninger og framgangsmåten er beskrevet under.

Utbyggingen medfører endring i tomtas arealbruk og dermed avrenningen. Arealfordelingen før og etter utbygging er målt opp i GIS (Tabell 1).

Tabell 1 Arealfordeling på tomta før og etter utbygging.

Situasjon	Bygninger (tak) [m ²]	Grus [m ²]	Skog [m ²]	Totalt areal [m ²]
Før utbygging	64	630	1161	1855
Etter utbygging	777	630	448	1855

Avrenningen før og etter utbygging er beregnet med den rasjonelle formel. Den rasjonelle formel er en velkjent metode for å beregne avrenning fra små nedbørfelt mindre enn 2-5 km² og er mye benyttet i overvannsberegninger. Oppsettet som er benyttet i dette notatet er fra Statens vegvesen (2014). Avrenningen, Q, og inngangsdata er oppgitt under.

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

der

C = avrenningsfaktor (C-verdi) [-]

i = dimensjonerende nedbørintensitet [l/(s × ha)],

A = feltareal [ha],

K_f = klimafaktor [-].

Avrenningsfaktoren, C, velges ut ifra sannsynlig bruk i framtida (se Statens vegvesen (2014) for anbefalte verdier). C-verdier benyttet for utbyggingstomta er oppgitt i Tabell 2. Den gjennomsnittlige C-verdi økte fra 0,5 før utbygging til 0,7 etter utbygging.

Tabell 2 Benyttet avrenningsfaktor, C , for utbyggingstomta.

Overflatetype	Benyttet C-verdi
Grus	0.6
Skog	0.5
Tak	0.9

Det er ikke tatt hensyn til materialet til taket. Eksisterende bygg i reguleringsområdet har stort sett torvtak. En C -verdi på 0,9 innebærer et tilnærmet glatt tak hvor 90 % av vannet renner av. Undersøkelser viser at grønne tak har en flomdempende effekt (Braskerud 2016). COWI kjenner imidlertid ikke til egenskapene til taket til de planlagte bygningene, og vi har derfor valgt en konservativ verdi.

Dimensjonerende regnintensitet velges ut ifra feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstiden, t_c , beregnes på bakgrunn av felttypen (naturlig/urbant):

Naturlig felt:

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

Urbant felt:

$$t_c = 0,02 \times L \times 1,15 \times H - 0,39,$$

der

t_c = konsentrasjonstid [min],

L = lengde av feltet [m],

H = høydeforskjellen i feltet [m],

A_{se} = andel innsjø i feltet [-].

For utbyggingstomta ble konsentrasjonstiden beregnet til ett minutt for et utbygd felt. Ettersom det ikke er anbefalt å bruke konsentrasjonstider kortere enn ti minutter, ble en konsentrasjonstid på ti minutter brukt videre i beregningen.

Avrenningen før utbygging ble beregnet uten klimafaktor, mens avrenningen etter utbygging ble beregnet med klimafaktor 1,4 (40 % klimapåslag). Utbyggingen innebærer at den maksimale avrenningen øker fra 16 l/s til 20 l/s, og at 10 m³ vann må fanges opp og fordrøyes på tomte (Tabell 3).

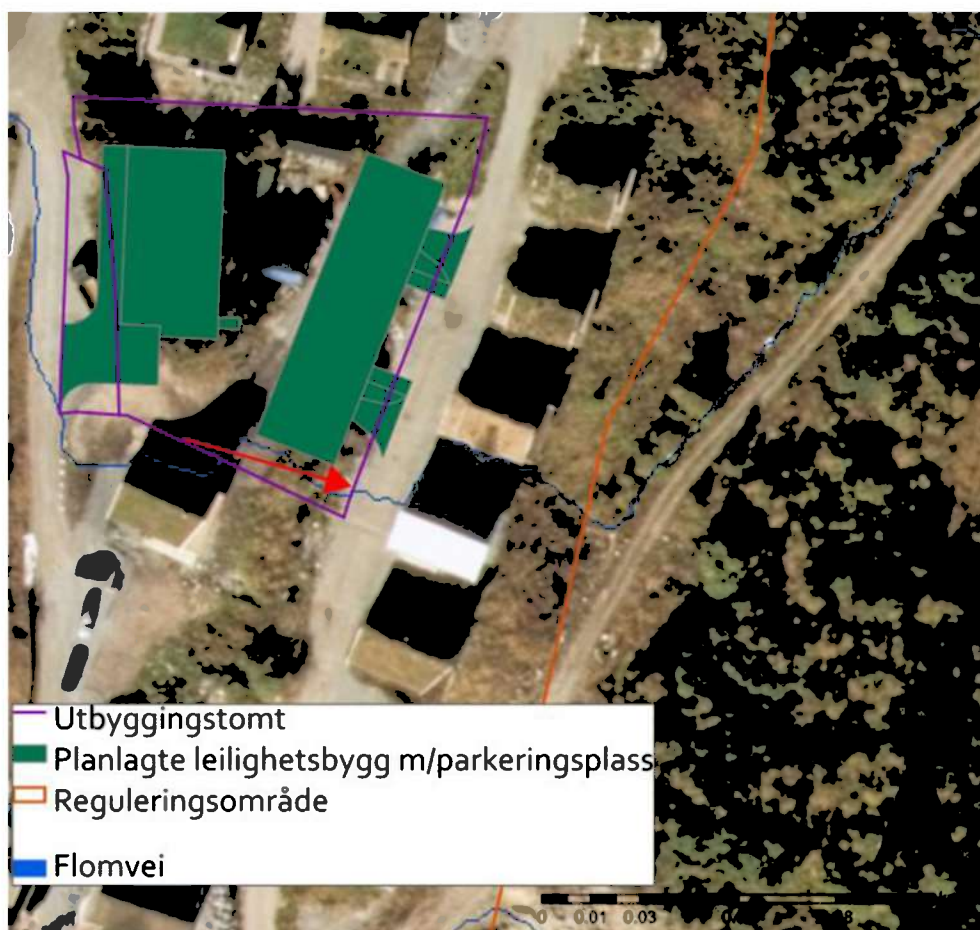
Tabell 3 Maksimal avrenning og magasiniseringsvolum ved et 20-årsregn.

Situasjon	Maksimal Q [l/s]	Nødvendig magasiniseringsvolum [m ³]
Før utbygging	16	0
Etter utbygging	20	10

4.2 Tiltak

De to leilighetsbyggene innebærer at 10 m³ må fanges opp og fordrøyes på egen tomt, når et 20-årsregn inkludert klimafaktor er lagt til grunn. Ettersom vannet ikke kan infiltrere naturlig på tomten, er COWIs anbefaling å samle opp vannet i en lukket beholder og eventuelt anlegge et regnbed for infiltrasjon. Vannet kan brukes som en ressurs til for eksempel plantevanning. Etter at regnskyellet er over og vannføringen i nærliggende bekker og overvannsgrøfter har sunket - og det er sikkert at et påslipp ikke fører til problemer nedstrøms, - kan vannet eventuelt føres dit via en trygg flomvei.

Avledning av overvannet til en trygg flomvei (trinn 3 i tretrinnsstrategien) kan skje ved å føre vann til flomveien som løper over tomten og videre til en grøft langs vegen nedstrøms (Figur 8).



Figur 8 Trygg flomvei ut av området (rød pil).

5 Konklusjon

Kartlegging av flomveier på den aktuelle utbyggingstomta viser at det går en flomvei gjennom den sørlige delen av tomta. De planlagte bygningene kommer ikke til å blokkere flomveien.

Økt bygningsareal på tomta fører til en økning i maksimal avrenning fra 16 l/s til 20 l/s ved et 20-årsregn inkludert 40 % klimapåslag etter utbygging. For at bekker og overvannsgrøfter i området ikke skal få økt belastning etter utbyggingen, må 10 m³ vann håndteres lokalt på tomta. Vannet bør samles opp i en lukket beholder og eventuelt infiltrere i et kunstig regnbed, ettersom naturlig infiltrasjon ikke er mulig grunnet stor terrenghelning. Det oppsamlede vannet kan brukes som en ressurs på tomta. Hvis det oppsamlede vannet skal ledes bort fra tomta via en flomvei, må påslippet ikke skape problemer for nedstrøms områder.

For nedbørhendelser med returperioder over 20 år ledes overvannet til nærmeste trygge flomvei – det vil si flomveien som løper over tomta.

6 Referanser

Braskerud, Bent (2016). Grønne tak for flomdemping. Blågrønne overvannsløsninger. Oslo kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/get-file.php/1398678/Innhold/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Overvann%20-%20Gr%C3%B8nne%20tak%20for%20flomdemping.pdf>).

NGI (2005). Hytteområde Norefjell AP2, Stabilitet av masser. Norges Geotekniske Institutt.

Norsk klimaservicesenter (2017). Klimaprofil Buskerud: Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning.

Norsk Vann (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Rapport nr. 162/2008. Norsk Vann BA.

Statens vegvesen (2014). Håndbok N200 Vegbygging. Vegdirektoratet.

Vedlegg 1 Avrenning før utbygging

Beregning av dimensjonerende nedbørsvarighet, uten utjevning

Vedlegg 1

20300 HA² NEFOSS

År	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	92.9	71.9	60.1	46.6	32.9	26.5	19.4	16.7	12.8	7.4	5.2	3.1
5	121	97.9	82.2	63.2	42.5	34.2	25.8	21.4	16.2	9.1	6.2	3.5
10	139.5	115.1	96.8	74.3	56.8	39.3	30	24.6	18.5	10.3	6.9	3.8
20	157.4	131.5	110.8	84.8	64.45	44.1	34.1	27.6	20.6	11.3	7.5	4.1
25	163	136.8	115.3	88.2	66.95	45.7	35.4	28.5	21.3	11.7	7.7	4.2
50	180.4	152.9	129	98.5	74.45	50.4	39.3	31.4	23.5	12.7	8.4	4.5
100	197.7	168.9	142.6	108.8	81.95	55.1	43.3	34.3	25.6	13.8	9	4.8
200	215	184.8	156.2	119	89.4	59.8	47.2	37.2	27.7	14.8	9.7	5.1

Dimensjonerende nedbørsvarighet, uten utjevning

GRUNNLAGSDATA

Areal nedslagsfelt $A = 0.1855$ ha

Midlere avrenningskoeffisient $\varphi = 0.5$

Nedslagsfeltets konsentrasjonstid $t_k = 10$ min

Dimensjonerende regnskylshyppighet 20 år

Klimafaktor 1.0

BEREGNET

Dimensjonerende nedbørsvarighet 10 min

Dimensjonerende nedbørsintensitet 157.4 l/s*ha

Maks innløpsmengde ved dim nedbørsvarighet 16 l/s

Innløpsvolum i løpet av konsentrasjonstiden 10 m³

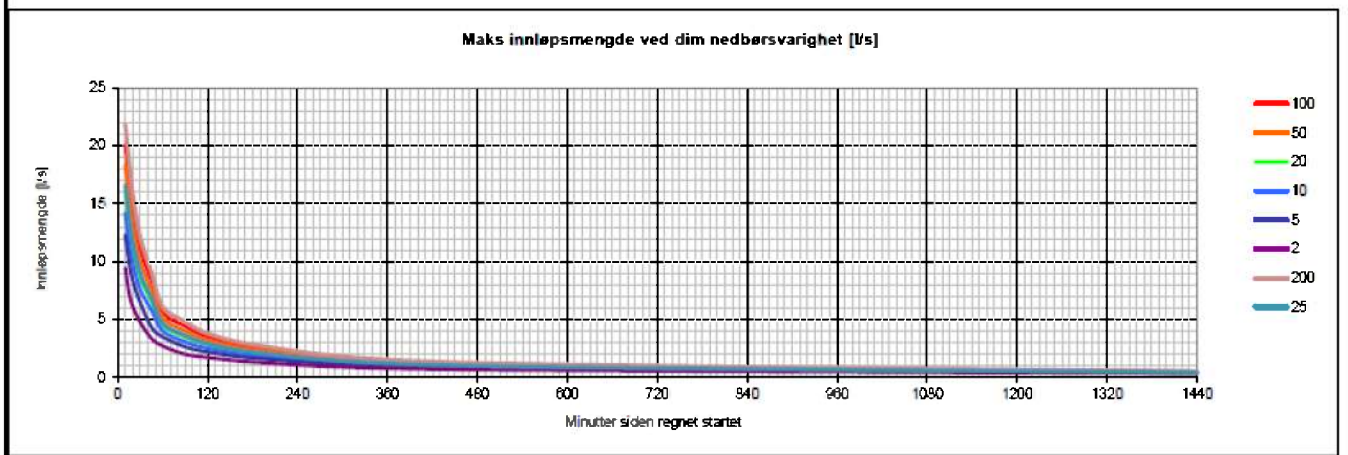
TABELL

Innløpshydrogram $Q = \varphi \cdot i \cdot A$ [med i for tr]

Maks innløpsmengde ved dim nedbørsvarighet [l/s]

ÅR / MIN	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	9	7	6	5	3	3	2	2	1	1	1	0
5	12	10	8	6	4	3	3	2	2	1	1	0
10	14	12	10	8	6	4	3	3	2	1	1	0
20	16	13	11	9	7	4	3	3	2	1	1	0
25	17	14	12	9	7	5	4	3	2	1	1	0
50	18	16	13	10	8	5	4	3	2	1	1	0
100	20	17	14	11	8	6	4	3	3	1	1	0
200	22	19	16	12	9	6	5	4	3	2	1	1

GRAF



Vedlegg 2 Avrenning og magasineringsvolum etter utbygging

Beregning av dimensjonerende nedbørsvarighet og nødvendig utjevningsvolum

Vedlegg 2

20300 HA² NEFOSS

År	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	92.9	71.9	60.1	46.6	32.9	26.5	19.4	16.7	12.8	7.4	5.2	3.1
5	121	97.9	82.2	63.2	42.5	34.2	25.8	21.4	16.2	9.1	6.2	3.5
10	139.5	115.1	96.8	74.3	56.8	39.3	30	24.6	18.5	10.3	6.9	3.8
20	157.4	131.5	110.8	84.8	64.45	44.1	34.1	27.6	20.6	11.3	7.5	4.1
25	163	136.8	115.3	88.2	66.95	45.7	35.4	28.5	21.3	11.7	7.7	4.2
50	180.4	152.9	129	98.5	74.45	50.4	39.3	31.4	23.5	12.7	8.4	4.5
100	197.7	168.9	142.6	108.8	81.95	55.1	43.3	34.3	25.6	13.8	9	4.8
200	215	184.8	156.2	119	89.4	59.8	47.2	37.2	27.7	14.8	9.7	5.1

Dimensjonerende nedbørsvarighet og nødvendig utjevningsvolum beregnes for anlegg hvor det er stilt krav til maksimal påslipp til kommunalt ledningsnett.

GRUNNLAGSDATA

BEREGNET

Areal nedslagsfelt
Midlere avrenningskoeffisient
Nedslagsfeltets konsentrasjonstid
Dimensjonerende regnskylshyppighet
Klimafaktor
Maksimalt påslipp til kommunalt ledningsnett

A = 0.1855 ha
 $\phi = 0.7$
 $t_k = 10$ min
20 år
1.4
16 l/s

Dimensjonerende nedbørsvarighet
Dimensjonerende nedbørsintensitet
Maks innløpsmengde ved dim nedbørsvarighet
Innløpsvolum i løpet av konsentrasjonstiden
Nødvendig utjevningsvolum
Fordrøyningsprosent
Krav til maksimalt påslipp tilsvarer nedbørsintensitet (for dette feltet med $\phi = 0.7$)

20 min
110.8 l/s*ha
20 l/s
24 m³
10 m³
41 %
123 l/s*ha

TABELL

Innløpshydrogram $Q = \phi \cdot i \cdot A$ [med i for tr]

Nødvendig utjevningsvolum m³

ÅR / MIN	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1											
5	4	4	4	2								
10	6	7	7	5	2							
20	8	10	10	9	5							
25	8	10	11	10	7							
50	10	13	14	13	10							
100	12	16	17	16	14	3						
200	14	18	20	20	18	6						

GRAF

Nødvendig utjevningsvolum