

Oppdragsgiver

SQM

Rapporttype

Konsekvensutredning Overvann

Dato

06.01.2023

Temarapport

Overvann og flomveg – konsekvensutredning

Hafjell 950



NORDIC - Office of Architecture

Dokumentinformasjon Structor:

B	Oppgradert til status konsekvensutredning	06.01.23	TNHLIL	GSALIL	TNHLIL
A	Suppleringer m bl.a. flomveg	21.10.22	TNHLIL	GSALIL	TNHLIL
0	Første gangs oversendelse	05.10.22	TNHLIL	GSALIL	TNHLIL
Revisjon	Revisjon gjelder	Utarb. dato	Utarb.	Kontrollert	Godkjent

Innhold

1	BAKGRUNN	3
2	FØRINGER I REGULERING OG KOMMUNEN	3
2.1	Reguleringsforhold	3
2.2	Kommunens VA-norm	4
3	DAGENS SITUASJON	5
3.1	Grunnforhold	7
3.2	Bekkene Stubberudbekken og Kleivbekken	9
4	PLANLAGT UTBYGGING	10
5	OVERVANNSHÅNDTERING	11
5.1	Avrenning før og etter	12
5.1.1	Avrenning basert på kritisk punkt i vassdrag	12
5.1.2	Avrenning basert på avrenningskoeffisienter og den rasjonelle formel	13
5.1.3	Valg av akseptabel videreført vannmengde	14
5.2	Dimensjoneringskriterier	15
5.3	Beregninger.....	15
5.4	Prinsippforslag for håndtering av overvann	16
6	OVERVANNSBEREGNINGER – UTDRAG	17
6.1	Avrenning fra samlet nedbørfelt – 0,402 km ²	17
6.2	Vurdering av maks videreført vannmengde.....	17
6.3	Avrenningsarealer og avrenningskoeffisienter	18
6.4	Nødvendig fordrøyningsvolumer etter utbygging	18
7	FLOMVEG	20
8	VURDERINGER – VIRKNINGEN AV UTBYGGINGEN/PLANEN ..	22
8.1	0-alternativet	22
8.2	Alternativ 1 – reguleringsplanforslaget.....	24
8.3	Vurdering av konsekvenser	25
9	VEDLEGG:	26

1 Bakgrunn

Denne konsekvensutredningen omhandler en vurdering av overvannsmengder, nødvendig fordrøyningsvolumer og flomveier i tidlig fase av prosjektet.

I det vedtatte planprogrammet skal temaet overvannshåndtering konsekvensutredes.

Utdrag fra planprogrammet vedørende overvannshåndtering:

Eksisterende og framtidig situasjon redegjøres for. Ev. flomforebyggende tiltak skal beskrives. Behovet for utbedring av eksisterende situasjon skal vurderes.

Det vil bli utarbeidet en overordnet overvannsplan i forbindelse med planarbeidet, og denne vil ta utgangspunkt i den pågående kommunedelplan-arbeidet for Øyer Sør. Avbøtende tiltak vil bli vurdert og ivaretatt i prosessen og i bestemmelsene.

2 Føringer i regulering og kommunen

2.1 Reguleringsforhold

Gjeldende reguleringsplan – Hafjelltoppen hyttegrend – vedtatt 27.3. 2014

- Denne legger ingen føringer for overvannshåndtering.

Det må likevel forventes at kommunen vil legge VA-normen til grunn, samt at de videre vil sette krav til at det blir utarbeidet egen overvannplan og at det vil bli stilt krav om å fordrøye og forsinke overvann på egen tomt.

Dette underbygges også av Øyer sin kommunedelplan, som er under revisjon. Dagens kommunedelplan for Øyer Sør er fra 2007. Til den nye planen er det utarbeidet et notat vedrørende håndtering av overvann, «Håndtering av overvann i Øyer kommune», datert 2022-01-13. Notatet er utarbeidet av Norconsult og det må forventes at kommunen vil basere sine framtidige krav og føringer mht overvannshåndteringen for utbygginger basert på dette.

Nedenfor er det gjort en oppsummering og utdrag av foreslåtte krav i notat «Håndtering av overvann i Øyer kommune».

Reguleringsplan	Detaljplan / Byggesak
<ul style="list-style-type: none">• Valg av tekniske løsninger og dimensjonering av dreneringstiltak• Helhetlig vannhåndtering• Sette av tilstrekkelig areal til flom- og overvannstiltakene	<ul style="list-style-type: none">• Tekniske detaljer for de ulike typer løsninger

- Overvann skal håndteres lokalt, og naturbaserte løsninger skal benyttes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.
- I alle nye reguleringsplaner skal det foreligge godkjent overvannsplan i hht gjeldende bestemmelser, retningslinjer og veiledning nedenfor. Denne skal inneholde redegjørelse for hvordan overvann skal håndteres. Det skal vurderes om overvann kan benyttes til bruks- og opplevelseselementer i uteområder.

- Ved søknad om tiltak skal det konkretiseres hvordan overvann skal håndteres. Det er krav til overvannsplan ved større tiltak.
- Når nye reguleringsplaner eller tiltak berører kartlagte/kjente flomveger eller lager nye flomveger skal konsekvenser av dette utredes. Der det er behov skal det avsettes og sikres areal for nye flomveger.
- Utomhusplan skal, sammen med overvannsplan, vise hvordan disponering og drenering av overvann skal løses.
- Overvann skal ikke kobles direkte på kommunalt ledningsnett eller føres direkte til bekker og mindre vassdrag. Kobling til kommunalt ledningsnett skal omsøkes.
- Overvann skal ikke ledes til dreneringssystem for offentlig veg uten godkjenning fra vegeier.
- Naturlige flomveger skal bevares, slik at risikoen for overvannsflom reduseres.
- Ved beregning av overvann skal min. 40 % klimafaktor eller siste anbefalte klimafaktor for Innlandet fra Norsk Klimaservicesenter legges til grunn.
- Taknedløp skal ikke føres til overvannsledning eller spillvannsledning.
- Utendørs parkeringsplasser skal kombineres med overvannstiltak, som permeabelt dekke.
- Felles uteoppholdsareal skal framstå grønt og ha tilstrekkelig jorddekke for vegetasjon og trær.
- Uteoppholdsareal skal kombineres med overvannstiltak, eksempelvis regnbed, grønnstruktur og/eller permeabelt dekke.
- Leke- og aktivitetsplasser på parkeringskjeller eller lignende skal ha tilstrekkelig jorddekke for vegetasjon og trær.
- Leke- og aktivitetsplasser skal kombineres med overvannstiltak, eksempelvis regnbed, grønnstruktur og/eller permeabelt dekke.
- I reguleringsplaner med mer enn 15 boenheter og enkeltbygg større enn 500 m² BRA skal bærekraftige løsninger redegjøres for med hensyn til bl.a. overvannsløsninger (bl.a. blå-/grønne tak).
- I byggesak med mer enn 15 boenheter og enkeltbygg større enn 500 m² BRA skal valg av bærekraftige løsninger redegjøres for og begrunnes gjennom et klimaregnskap for bl.a. overvannsløsninger.
- Vassdrag skal ikke lukkes eller utsettes for andre inngrep.
- Langs vassdrag skal det være minimum 6 meter bredt vegetasjonsbelte til hver side, hvor det ikke tillates snauhogst eller andre inngrep som kjøring av hogst-/anleggsmaskiner ol.

Disse punktene er lagt til grunn og bør være retningsgivende i overvannshåndtering ved utbygging av Hafjell 950.

2.2 Kommunens VA-norm

Øyer kommune har i sin VA-norm en del krav mht. overvann, (jfr. utdrag fra kap. 7 i deres VA-norm):

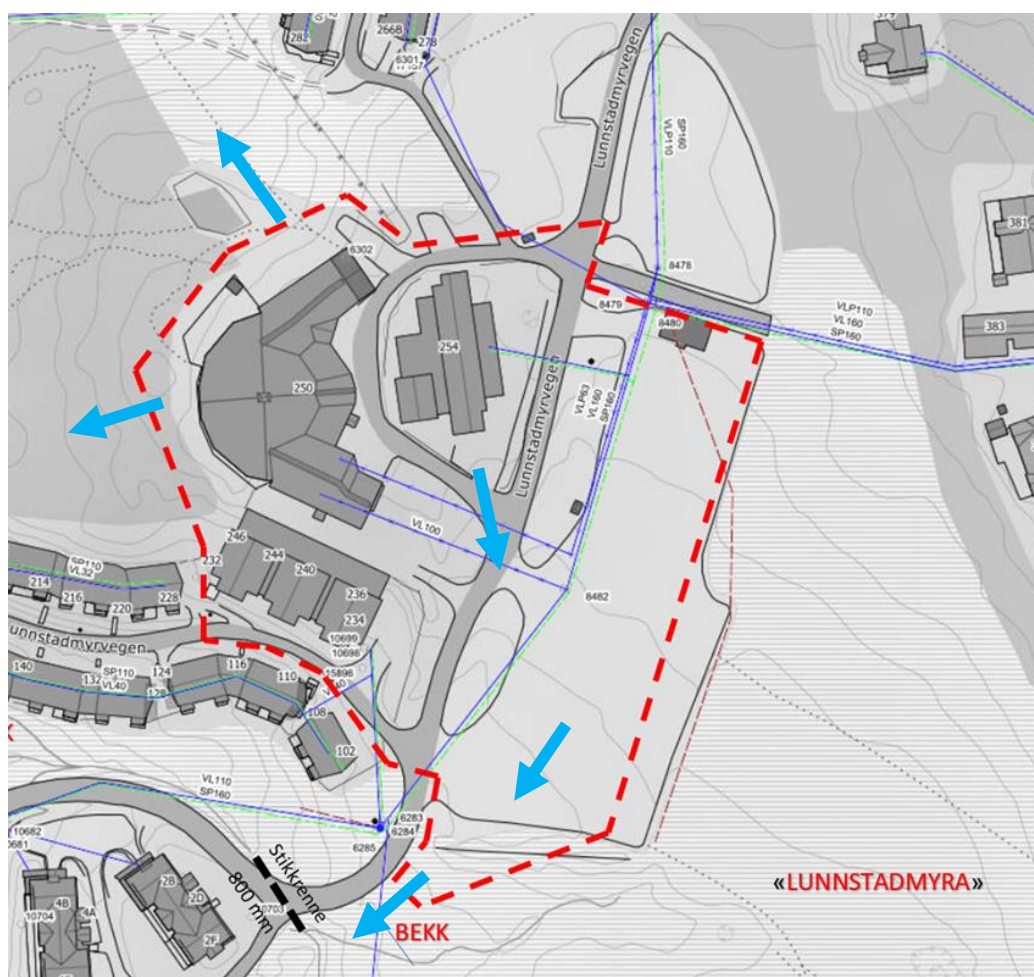
- Overvann skal i størst mulig grad håndteres lokalt med kun begrenset tilførsel til overvannssystem.
- Norsk Vann sin veiledning i overvann (rapport 144-2005) skal legges til grunn ved utforming/dimensjonering av overvannssystemet.
- Ved beregning av overvannsmengder skal det benyttes gjentaksintervall ut fra TEK17s sikkerhetsklasser, og de fleste tilfeller gjelder et gjentaksintervall på 200 år.
- IVF-kurve for Lillehammer med et klimapåslag på 40% skal brukes.

3 Dagens situasjon

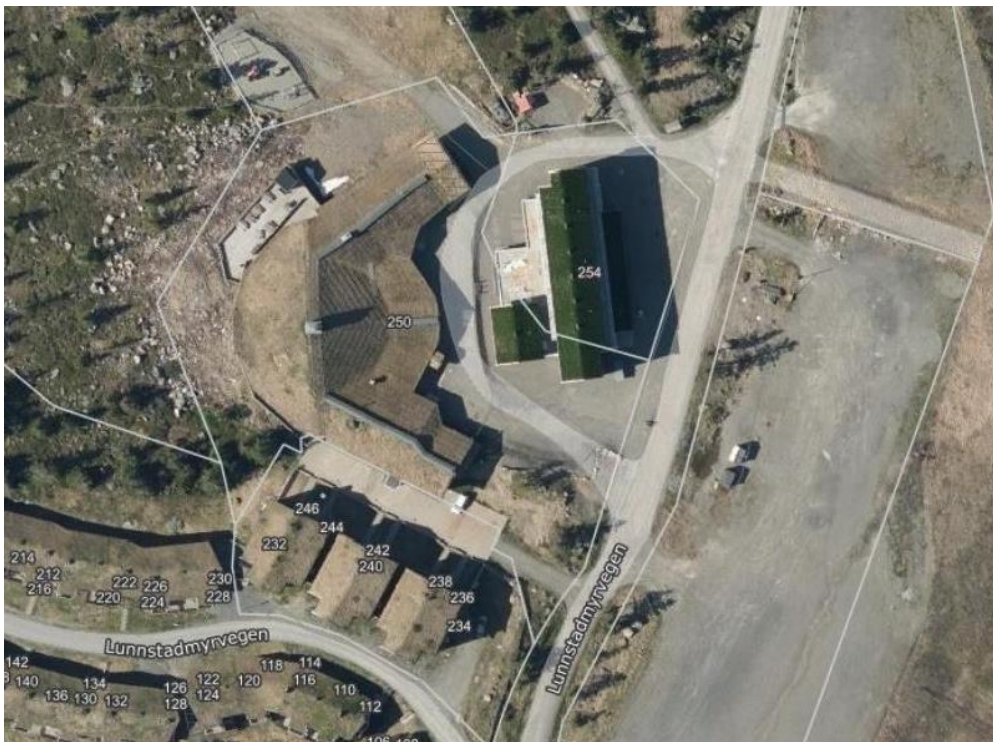
Det er i dag ingen overvannsledning som kan ivareta overvann fra aktuelt utbyggingsområde. Avrenning skjer til terreng med størstedelen av byggeområdet med helning mot sør og bekken som har sitt utløp fra Lunnstadmyra. Bekken er en av flere mindre vassdrag som lenger nede i lia danner Stubberudbekken. Denne bekken er klassifisert som sårbar i en nylig utarbeidet sårbarhetsanalyse for området Øyer Sør som del av arbeidet med KDP for Øyer sør. Bekken krysser Lunnstadmyrvegen i en 800 mm stikkrenne.

Det er ikke kjent i detalj hvordan avrenningen fra Gaiastova er løst, men i forbindelse med utbyggingen av «nybygget i 2019» ble det planlagt et fordrøyningsanlegg (steinmagasin med overløp til terreng) for å ivareta avrenning fra tak og omkringliggende arealer. Øvrige arealer har trolig avrenning på terreng og naturlig fordrøyning i forsenkninger og terreng.

Vestre del av byggeområdet har avrenning til terreng mot vest, som vesentlig består av naturlige områder av skog, utmark og alpintraser. Sørvestre del av dette området har avrenning tilsvarende som største delen av byggeområdet, mot bekken Stubberudbekken, men treffer denne lenger nedstrøms. Nordvestre del har avrenning mot alpintraseen og myrområdet Hestmyra og Kleivbekken.



Situasjonsplan - eksisterende situasjon. Blå piler viser avrenningsretning på terreng. Rødstipling angir utbyggingsområde på 18.200 m²



Situasjonsplan - eksisterende situasjon – Kilde: 1881.kart.no



Stor parkeringsplass (grus). Øst for Lunnstadmyrvegen. Foto: Structor



Utsyn mot vest og alpintrase og grøntområder. Foto Structor

3.1 Grunnforhold

Grunnene innenfor planområdet består av morene, stedvis av stor mektighet. Lunnstadmyra grenser inntil opparbeidet parkeringsplass øst for Lunnstadmyrvegen og er klassifisert myr med stor mektighet. Det er utført grunnundersøkelser av Løvlien Georåd i aktuelt utbyggingsområdet, ref. rapport 22100 Rapport nr. 1. Det er utført 26 totalsonderinger Det er boret i 25 av disse punktene og dybden til berg (fjell) er tolket til mellom ca. 1 til 12 m.

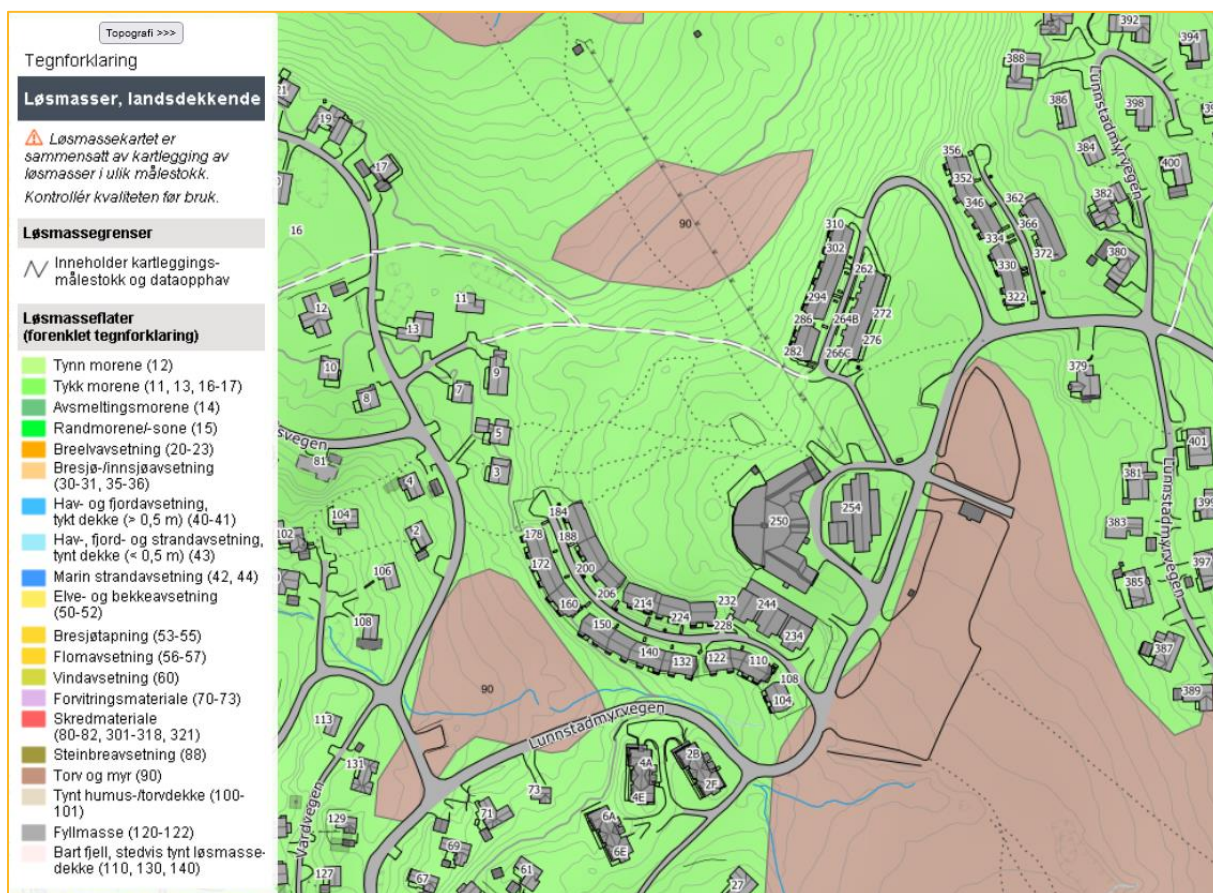
Utførte undersøkelser viser følgende:

- Øst for Lunnstadmyrvegen er det delvis faste masser og delvis grove masser over løse/finkornige masser. De løse finkornige massene er torv over morene i syd (jf. bilag R01C01 og R01C3) og velgradert løst lagret morene i nord
- Langs vestsiden av Lunnstadmyrvegen er det i stor grad løse morenemasser over fastere morene
- Lengre vest er det faste grove masser

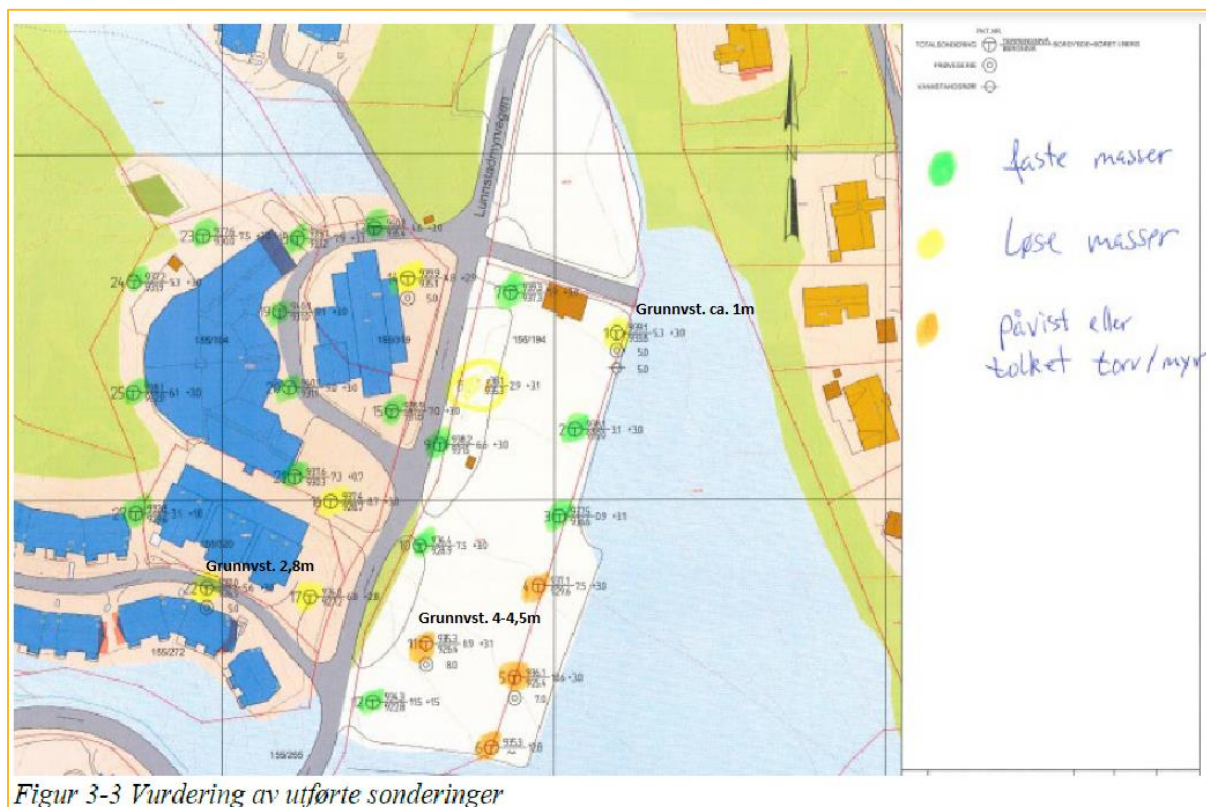
Utdrag fra geoteknisk datarapport - grunnundersøkelser 22100 Rapport nr. 1. Løvlien Georåd



Infiltrasjonskart, lille farge viser områder som antas godt egnet for infiltrasjon. Hentet fra NGU.no



Løsmassekart, brunt viser torv og myr. Hentet fra NGU.no

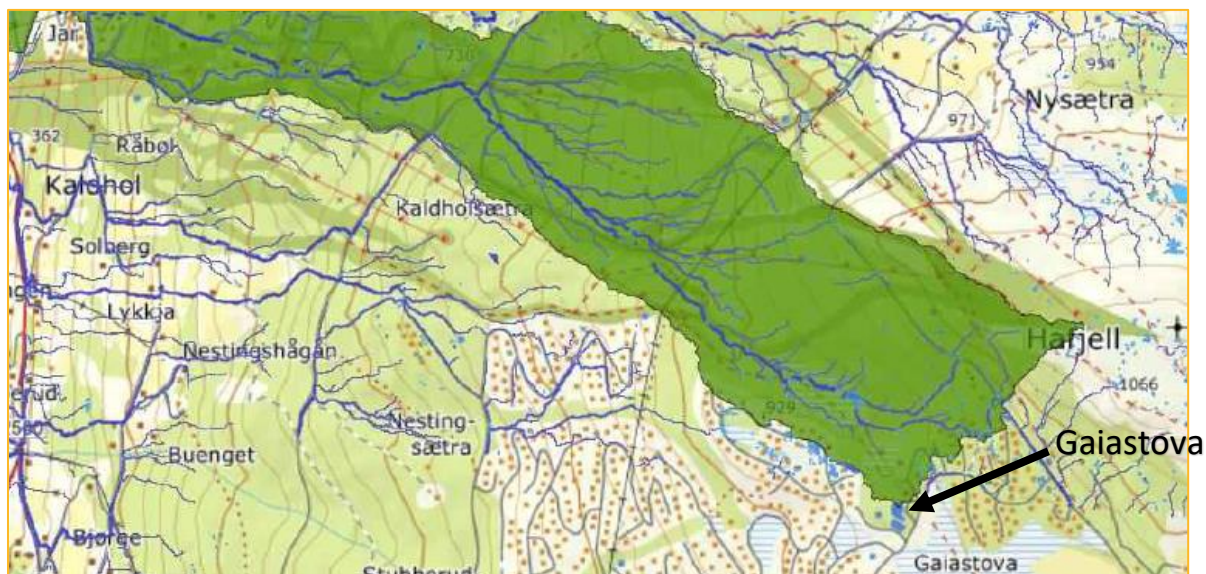


3.2 Bekkene Stubberudbekken og Kleivbekken

Begge disse bekkene/vassdragene er kartlagt og omtalt i «Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør» utarbeidet av Norconsult og er klassifisert som sårbare.

Kleivbekken

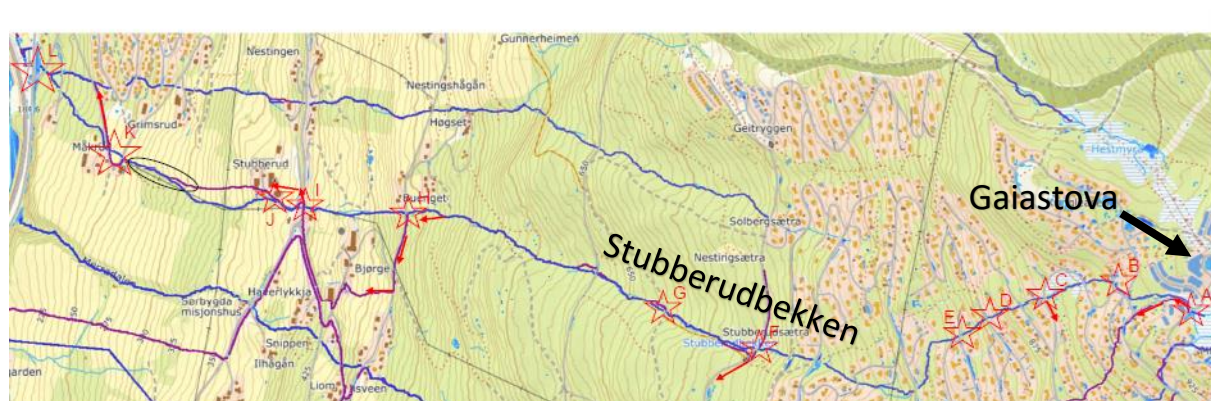
Nedbørfeltet til Kleivbekken er på ca. 2,2 km² og øvre del omfatter Gaiastova. Det er i kartleggingen av bekken påpekt at flere små stikkrenner med for liten kapasitet og partier med erosjonsfare. Det er påpekt at bekken har svært liten kapasitet i forhold til å håndtere større flommer.



Utdrag fra rapporten «Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør», og viser øvre del av nedbørfeltet til Kleivbekken. Kilde: Norconsults rapport

Stubberudbekken

Denne bekken er på lik linje med Kleivbekken klassifisert som sårbar med tilsvarende utfordringer med flere små stikkrenner med for liten kapasitet til å ivareta en flomsituasjon.



Utdrag fra «Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør», og viser Stubberudbekken med sårbare punkt

4 Planlagt utbygging

Byggeområdet er på ca. 18,2 daa og eksisterende bebyggelse skal erstattes med ny bebyggelse i form av hotell, flere leilighetsbygg, restauranter, konferansesenter, flerbrukshall, sports- og SPA-avdelinger, butikker m.m. Underjordisk parkeringskjeller og underjordiske anlegg vil dekke store deler av tomten, i en dybde på inntil 3 etasjer.



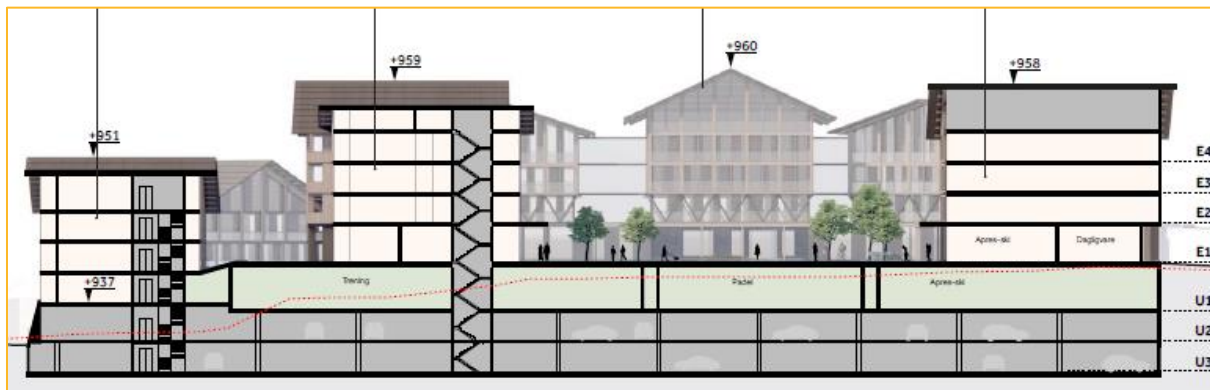
Området vurdert for utbygging ligger i direkte tilknytning til Hafjell alpinesenter og friluftsområdene (stier/skiløyper) over Lunnstadmyra. (Illustrasjon: SQM)

Utklipp av flyfoto over området hentet fra planprogrammet.



Foreløpig skisse – mulig utbygging. Lunnstadmyrvegen foreslås flyttet østover og utenfor byggeområde

Utklipp hentet fra planprogrammet - Skisse av mulig utbygging.



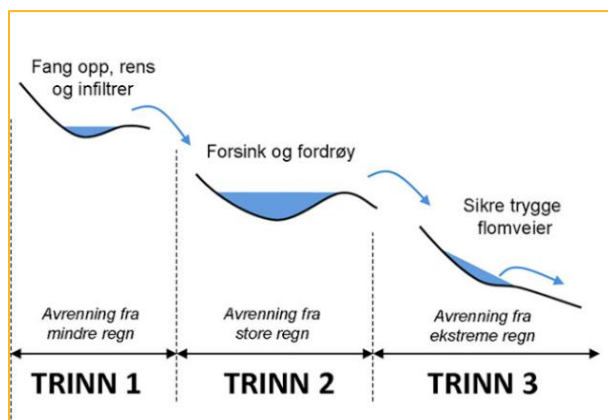
Snitt hentet fra tidligfase. Eksisterende terreng er indikert med rød-stiplet linje. Kilde: Arkitekt Nordic – Office of Architecture

5 Overvannshåndtering

Hovedprinsippene for overvannshåndtering er at overvann i størst mulig grad skal håndteres lokalt og ikke medføre ulempe nedstrøms eller forverre dagens situasjon.

Miljødirektoratet legger tretrinnsstrategien til grunn i sin veileder for håndtering av overvann for å kompensere for økt andel tette flater ved utbygging av naturlige områder:

- Trinn 1: Mindre regn fanges opp og infiltreres lokalt i grøntområder, regnbed, permeable flater o.l.
- Trinn 2: Større regn fordrøyes og forsinkes før videreføring til ledningsnett eller resipient. Dette gjøres i åpne dammer eller lukkede fordrøyningsmagasin under bakken.
- Trinn 3: Intense og ekstreme regn ledes bort i planlagte flomveger til resipient.



Tretrinnsstrategien

Små nedbørhendelser skal fanges opp og gis muligheter for infiltrasjon. Denne tette utbyggingen med underjordiske anlegg gjør det utfordrende å ivareta dette, men grøntområder, grønne tak og om mulig takvann ut på terreng vil være gode tiltak for å redusere avrenningshastigheten og ha en fordrøyende effekt.

Som prinsipp bør det etableres forsengkninger i grønnstrukturen med overløp til sluk for videreføring til fordrøyningsanlegg. Pga. dybden på utbyggingen (de underjordiske planene) og nærheten til myr med en forventet høy grunnvannstand i østlige deler av tomta vurderes infiltrasjonsmulighetene som utfordrende og begrenset i denne delen av tomta. Noe bedre på den vestre delen av tomta.

Det vurderes som naturlig å dele framtidig avrenning ved å lede en mindre del av byggeområdet mot vest og resterende mot sørøst. Dette vil være en tilsvarende fordeling som i dag.

Nedbørshendelser med større vannmengder enn det som håndteres i trinn 1 skal fordrøyes og forsinkes før videreføring til resipient. Dette gjøres for å forsinke flomtoppen slik at spissavrenningen reduseres og avrenningen fordeles utover et større tidsrom.

Intense og ekstreme regn som ikke håndteres i de øvrige trinnene skal ledes bort i planlagte flomveger til resipient.

5.1 Avrenning før og etter

Ulike vurderinger kan legges til grunn i å finne den akseptable videreført vannmengden. I etterfølgende vurderinger har vi valgt å se på 2 alternative metoder;

1. Vurdere det første kritiske punkt nedstrøms i det vassdraget som skal motta overvannet
2. Gjøre en overordnet vurdering av avrenningen fra byggeområdet basert på avrenningskoeffisienter og den rasjonelle formel

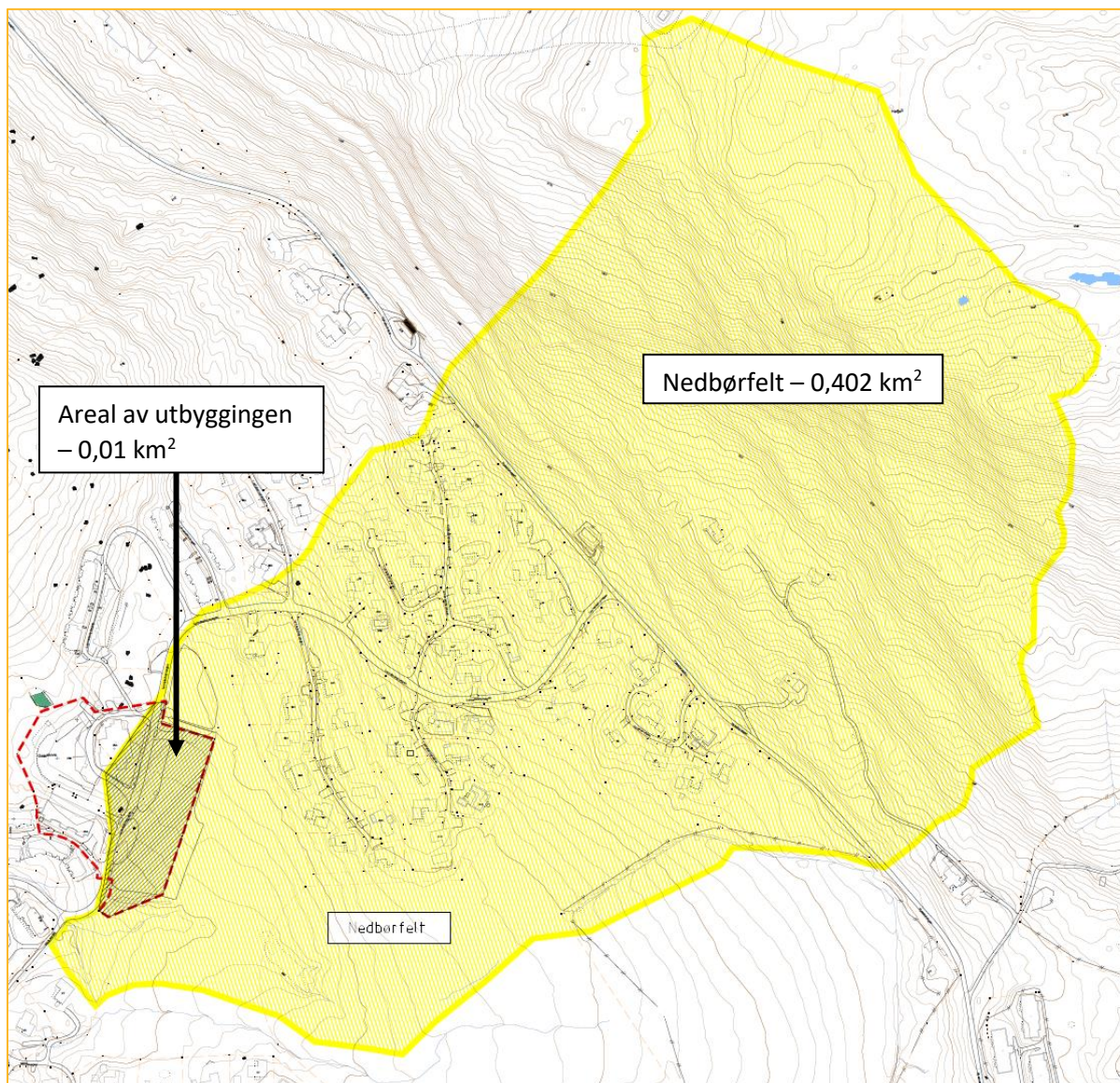
5.1.1 Avrenning basert på kritisk punkt i vassdrag

Dagens 800 mm stikkrenne nedstrøms byggeområdet er et kritisk punkt i området mht. overvann. Det er lagt til grunn at denne stikkrenna har en begrenset kapasitet (8-900 l/s) og er det mest kritiske punktet.

Nedbørfeltet til denne stikkrenna er på ca. 0,402 km², hvorav ca. 0,01 km² (10.350 m²) fra den planlagte utbyggingen ligger innenfor nedslagsfeltet til dagens 800 mm stikkrenne.

Beregnet total avrenning ved 200 årsnedbør med 40% klimapåslag, til dagens 800 mm stikkrenne, er på 2,6 m³/s. Dette gir en beregnet avrenning på 6,5 l/s pr. daa, som igjen gir en avrenning fra den del av planlagt utbygging (0,01 km²) som er innenfor nedbørfeltet på totalt 67 l/s.

Resterende areal på 7,85 daa av de totale 18,2 daa (18,2 daa – 10,35 daa) har avrenning mot vest og alpinanlegget, skogsområde og Stubberudbekken nedstrøms dagens 800 mm stikkrenne. Legges tilsvarende avrenning på 6,5 l/s pr. daa til grunn er denne avrenningen ca. 51 l/s.



5.1.2 Avrenning basert på avrenningskoeffisienter og den rasjonelle formel

Velges det å legge til grunn dagens samlet avrenning fra det planlagte byggeområdet basert på bruk av den rasjonelle formel (snitt avrenningsfaktor 0,6) og at denne settes som videreført vannmengde vil dette gi større vannmengder, som da kan legges til grunn i beregning av nødvendig fordrøyningsbehov.

En samlet avrenning fra området for planlagt utbygging (byggeområde) vil gi en:

- Spissavrenningen ved dagens situasjon på totalt $Q = 137$ l/s ved 20 års regnet og 20 min. varighet
- Flomavrenning ved dagens situasjon $Q = 193$ l/s ved 200 års regn og 20 min. varighet.

DAGENS SITUASJON

Vurdering basert på hele feltet

Avrenningsarealer

Type flater	Areal i m2	Koeffisient	Korr. 1,1	A _{red} i m2
Tak - Gaiastova - Torvtak	2 000	0,5	0,55	1 100
Tak - nybygg 2019 - Torvtak	600	0,5	0,55	330
Tak - nybygg 2019 - flat del	230	0,9	0,99	228
asfalt, bel.stein mellom og rundt "nybygget" 20'	2 000	0,85	0,94	1 870
grusblasser og vegger mot nord	400	0,7	0,77	308
Eks. nabobygg (torv)	700	0,5	0,55	385
Uteområdet - grønt og div	8 520	0,4	0,44	3 749
Lundstandmvrvegen og sideveg	1 250	0,8	0,88	1 100
Parkering - stor - 2 stk grus	2 500	0,6	0,66	1 650
Sum areal for hele utbyggingen [m2]:	18 200			10 720
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:				1,072

Totalt tomtareal 18 200 m2

Nedbør / intensitet

Konstruert nedbørkurve fra Lillehammer

Tidsfaktor

Tidsfaktor i urbane strøk (utbygde strøk):

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

t _c	tidsfaktor i minutter	4,15 minutter
L	lengde av feltet i meter	200 m
H	høydeforskjellen i feltet i meter	7 m

Tidsfaktor i naturlige felt (ikke utbygde felt):

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

t _c	tidsfaktor i minutter	45,36 minutter
L	lengde av feltet i meter	200 m
H	høydeforskjellen i feltet i meter	7 m
A _{se}	andel sio i feltet	0

Velger tidsfaktor 20 min. pga blanding av utbygd og naturlig felt

Det er da ikke hensyntatt at deler av ny utbygging har utløp til infiltrasjonsanlegg

Avrenning dagens situasjon

20 års gjentakintervall

Varighet [t]	Intensitet	Miljøfaktor	Intensitet	Q _{inn}	Reanvolum
Min.	l/s*ha	[+40%]	m/tillegg [l/s*ha]	l/s	m3
5	276,7	1	276,7	296,6	89,0
10	201,7	1	201,7	216,2	129,7
15	157,8	1	157,8	169,2	152,2
20	128,3	1	128,3	137,5	165,0
30	95,6	1	95,6	102,5	184,5
45	73	1	73,0	78,3	211,3

200 års gjentakintervall

Varighet [t]	Intensitet	Miljøfaktor	Intensitet	Q _{inn}	Reanvolum
Min.	l/s*ha	[+40%]	m/tillegg	l/s	m3
5	380	1	380,0	407,3	122,2
10	278,3	1	278,3	298,3	179,0
15	221,1	1	221,1	237,0	213,3
20	180	1	180,0	193,0	231,5
30	133,3	1	133,3	142,9	257,2
45	100,7	1	100,7	107,9	291,5

OV-beregning av før situasjon – spissavrenning og flomavrenning

5.1.3 Valg av akseptabel videreført vannmengde

Vurdering og endelig valg av tillatt videreført vannmengde anbefales avklart i senere faser når prosjektet skal detaljprosjekteres og i dialog med kommunen.

I forslag til løsning med fordrøyning er det lagt til grunn at det vil være naturlig å fordele noe av overvannet mot vest og med hoveddelen mot øst. Den nøyaktige fordelingen avklares i senere faser når prosjektet skal detaljeres.

Erfaring fra tidligere prosjekt i Øyer kommune og notat utarbeidet av Norconsult, «Øyer kommune – Håndtering overvann» datert 13.01.2022, har det vært stilt krav om at overvannstiltak skal prosjekteres med gjentakintervall 200 år for ikke å øke flomfaren nedstrøms. Dette er også iht. TEK17, da det er mye bebyggelse og bekkene har liten eller begrenset kapasitet, noe som også gjelder Stubberudbekken og Kleivbekken.

I de videre beregningene, for å danne et bilde av nødvendige fordrøyningsbehov, er det lagt til grunn en maks videreført vannmengde på 67 l/s med avrenning mot Stubberudbekken. I tillegg foreslås at noe av de vestlige arealer føres mot vest med diffus avrenning på terreng.

5.2 Dimensjoneringskriterier

Inngangsdata som er lagt til grunn i overvannsberegningen for å vurdere omfang av nødvendige fordrøynings tiltak etter utbygging:

- Utbyggingsområde (innenfor rødstiplet område)– 18.200 m²
- Nedbørdata fra konstruert nedbørskurve for Lillehammer fra 2019
- Gjentakintervall 200 år (ref. vurdering i pkt. 4.1.3).
- Klimapåslag på 40% ihht. NVEs anbefaling i Veileder for flomberegninger (1/2022)
- Maks videreført vannmengde 67 l/s (ref. valg i kap. 4.1.3 over)
- Avrenningskoeffisienter (Statens vegvesens håndbok V240)
 - Avrenningskoeffisienter i byggeområdet etter utbygging er gitt et tillegg på 30%, dog ikke høyere enn 1,0

Type flater	avrenningsfaktor	Inkl. tillegg
Harde flater (tak)	0,9	1,0
Grønne tak	0,5	0,65
Uteområder	0,6	0,78

5.3 Beregninger

67 l/s legges til grunn som maksimalt videreført vannmengde fra den delen av den planlagte utbyggingen som føres mot 800 mm stikkrenna. Selv om deler av utbyggingen ikke har direkte fall mot den omtalte stikkrenna anbefales det å legge denne maksimale verdien (67 l/s) til grunn i beregningene av hele utbyggingsarealet. Dette er konservativt tilnærming, men bidrar til at avrenningen mot øst og alpinanlegget bedres, vi får bedre kontroll på avrenningen og en sikrer at utbyggingen ikke forverrer dagens situasjon.

Det planlagte utbyggingen med underliggende p-kjeller, underetasjer/arealer, utomhusarealer og omlegging av Lunnstadmyrvegen vil omfatte store deler av arealet på 18.200 m². Over underliggende konstruksjoner vil utbyggingen bestå av flere bygg med en samlet takflate på ca. 6.000 m². Underetasjen under bakken utgjør ca. 12.000 m².

Dersom tak utføres med harde flater, type tretak, stein, shingel eller likn., vil det være et samlet fordrøyningsbehov på 440 – 480 m³ (vannvolum).

Det er så langt i prosjektutviklingen ikke endelig bestemt hvilke takoverflater som legges til grunn. Dette må vurderes nærmere opp mot hensyn med tanke på brann, overvann, bæresystemer og energiløsninger. Dette gjøres i skissefasen.

Ved bruk av grønne tak som alternativ til harde flater vil fordrøyningsbehovet reduseres med ca. 20 %. Det er da isolert sett på forskjellen på harde og grønne takflater. Det er ikke vurdert endring i utforming / type dekke på uteområdene, men lagt til grunn samme type overflater i begge beregningene.

Oppsummering av beregninger:

Type takflater	Nødvendig totalt fordrøyningsbehov
Tak utført som harde flater	440 – 480 m ³
Alternativ grønne takflater	360 – 405 m ³



NORDIC - Office of Architecture

Utsnitt av arkitektplaner – Hafjell950. Avvik kan forekomme.

5.4 Prinsippforslag for håndtering av overvann

Beregninger viser at ved 200 års flom med 67 l/s i videreført vannmengde vil det være behov for å fordrøye mellom 360 og 480 m³ vann. Mengden avhenger av andelen grønnstruktur og beregningsmetode (Aron Kimblers metode eller jevnt utløp) og videreført vannmengde.

Som hovedprinsipp foreslås fordrøyningsbehovet løst med oppsamling av takvann og overflatevann via bunnledninger som føres ut til fordrøyningsløsninger rundt utbyggingen. Grønnstruktur på dekke og tak vil være arealer som er tilgjengelig for fordrøying så det bør tilstrebtes å etablere forsengkninger for tilbakeholdelse av vann. Endelig løsning for takvann vil avklares i senere skissefase/detaljeringsfase.

Det er ikke tilgjengelig grøntarealer utenfor bebyggelsen til åpen fordrøyningsløsninger, med unntak av noe areal mot vest. Det vurderes som lite aktuelt og ønskelig å infiltrere vann til grunnen under bygget, da nivået på laveste plan ligger betydelig lavere enn terrenget rundt og under grunnvannstand. Det må også sikres at myra ikke drenerer til byggegropa og tilfører OV-systemet mer vann enn nødvendig.

Det vurderes som mest hensiktsmessig å føre bunnledningene (de fleste) ut mot øst og tilknyttes fordrøyningsmagasin som legges i byggegropa langs og inntil byggets yttervegg. I enden av magasinet mot sør anlegges en reguleringskum som struper videreført vannmengde før det ledes mot bekken og stikkrenne 800 mm (Stubberudbekken). Fordrøyningsmagasinet foreslås bygget som rørmagasin, f.eks. betongrør, som tåler noe utvendig vanntrykk for å hindre innlekking. Det henvises til vedlagte planskisse, tegning GH01. Endelig løsning for fordrøying vil bearbeides videre i skissefase.

Høyden ved stikkrenne 800 mm er ca. 928,8, dvs. ca. 2,7 m opp til ferdig gulv i plan U3 (+931,0), så pumping skal kunne unngås dersom byggegrop skal dreneres. Det er viktig å hensynta grunnvannstand og unngå drenering av myra. Det henvises for øvrig til notat «Vurderinger av myr» utført av Asplan Viak, som foreslår bruk av tett spunt for å hindre utdrenering av myr og opprettholdelse av grunnvannsnivået. Videre vurderinger gjøres i senere skissefase/detaljfase.

6 Overvannsberegninger – utdrag

6.1 Avrenning fra samlet nedbørfelt – 0,402 km²

Avrenningsfaktor			
Område	Avrenningsfaktor	Vekting	Sum
Skog	0,2	30 %	0,06
Åpen mark	0,35	25 %	0,09
Spredt fritidsbebyggelse	0,55	24 %	0,13
Myr	0,55	21 %	0,12
Sum			0,40
Korreksjonsfaktor			1,3

Avrenningsarealer			
Type flater	Areal i m ²	Koeffisient	A _{red} i m ²
Nedslagsfelt	402 000	0,51	206 427
Sum areal for hele utbyggingen [m ²]:	402 000		206 427
Sum areal for hele utbyggingen [ha]:			20,643

Vurdering av tilrenningstiden/konsentrasjonstiden

Nedslagsfelt

Tidsfaktor $tc=0,6 \times L \times H^{0,75} + 3000 \times A_{se}$

Andel innsjø (Ase) 0,00 %

Høydediff. 135 m

Lengde 1050 m

Tid (tc) 54,2 min.

Nedbør / intensitet

Konstruert nedbørkurve fra Lillehammer

Overvannsberegning

200 års gjentakintervall

Varighet [t]	Intensitet l/s*ha	Miljøfaktor [+40%]	Intensitet m/tillegg [l/s*ha]	q _{inn} [l/s]	Regnvolum [m ³]
10	278,3	1,4	389,6	8042,8	4825,7
20	180	1,4	252,0	5202,0	6242,4
30	133,3	1,4	186,6	3852,3	6934,2
45	100,7	1,4	141,0	2910,2	7857,6
60	84,7	1,4	118,6	2447,8	8812,1
90	61,5	1,4	86,1	1777,3	9597,6
120	50	1,4	70,0	1445,0	10403,9

Vurdert tilrenning til dagens stikkrenne (800 mm)

Utfordrende å vurdere omfang av nedslagsfelt som bl.a. inneholder stor myr, Lunndstadmyra.

Tilrenningstid på 54 min. gir en tilrenning til bekk og innløp dagens 800 mm stikkrenne på 2,6m³/s for 200 års gjentakintervall med klimapåslag

Eksisterende stikkrenne med diameter 800 mm har en kapasitet på ca. 800-900 l/s

6.2 Vurdering av maks videreført vannmengde

Vurdering av andel/bidrag fra planlagt utbyggingsområde som ligger innenfor nedbørfeltet	
Totalt nedbørfelt	402 000 m ² 0,402 km ²
Andel fra utbygging	10 350 m ² 0,01035 km ²
% andel	2,575
Total avrenning	2 600 l/s
Andel fra utbygging	67 l/s

Dette settes som maks avrenning (maks utslipp til Stubberudbekken) fra planlagt utbygging.

Dette for å sikre at situasjonen nedstrøms ikke blir forverret fra dagens situasjon.

6.3 Avrenningsarealer og avrenningskoeffisienter

Avrenning ETTER ny utbygging						Takflater her er lagt til grønne tak		
Takflater her er lagt til grunn harde flater				Korr.koeff.				
Type flater	Delfelt/tak	Areal i m2	Koeffisient	(1,3)	A _{reg} i m2	Koeffisient	(1,3)	A _{reg} i m2
Bygg	1	300	0,9	1	300	0,5	0,65	195
	2	300	0,9	1	300	0,5	0,65	195
	3	650	0,9	1	650	0,5	0,65	423
	4	300	0,9	1	300	0,5	0,65	195
	5	650	0,9	1	650	0,5	0,65	423
	6	690	0,9	1	690	0,5	0,65	449
Hotell	1	1350	0,9	1	1 350	0,5	0,65	878
	2	425	0,9	1	425	0,5	0,65	276
	3	400	0,9	1	400	0,5	0,65	260
	4	900	0,5	0,65	585	0,5	0,65	585
Uteområder på tak, veg og øvrig		12235	0,6	0,78	9 543	0,6	0,78	9 543
Sum areal utbyggingen [m2]:		18 200			15 193	13 421		
Sum areal utbyggingen [ha]:		5965			1,519	1,342		

6.4 Nødvendig fordrøyningsvolumer etter utbygging

Ovevannsberegning - ETTER UTBYGGING								
200 års gjentakintervall								
HARDE TAKFLATER								
Avrenning før utb.:		67 l/s						
Tilrenningstid:		45 min		tilrenningstiden til hele nedbørfeltet				
Aron Kimblers metode								
Varighet [t]	Intensitet l/s*ha	Klimafaktor [+40%]	Intensitet m/ klimafaktor l/s*ha	Avrenning q l/s	Fordrøyningsmagasin			
					V _{inn} m ³	V _{ut} m ³	V _{fordrov} m ³	
2	508,3	1,4	711,6	1081,2	129,7	94,5	35,3	
3	461,1	1,4	645,5	980,8	176,5	96,5	80,1	
5	380,0	1,4	532,0	808,3	242,5	100,5	142,0	
10	278,3	1,4	389,6	592,0	355,2	110,6	244,6	
15	221,1	1,4	309,5	470,3	423,3	120,6	302,7	
20	180,0	1,4	252,0	382,9	459,4	130,7	328,8	
30	133,3	1,4	186,6	283,5	510,4	150,8	359,6	
45	100,7	1,4	141,0	214,2	578,3	180,9	397,4	
60	84,7	1,4	118,6	180,2	648,6	211,1	437,5	
90	61,5	1,4	86,1	130,8	706,4	271,4	435,0	
120	50	1,4	70,0	106,4	765,7	331,7	434,1	
180	37,5	1,4	52,5	79,8	861,5	452,3	409,2	
360	22,9	1,4	32,1	48,7	1052,1	814,1	238,1	

Jevnt utløp							
midlere utløp 70 % av maks tillatt påslipp							
Varighet [t]	Intensitet l/s*ha	Miljøfaktor [+40%]	Intensitet m/tillegg l/s*ha	[q=C*A]	[V=qinn*60/1000]	[Vm=V-(qut*60/1000)]	
				qinn l/s	Regnvolum m3	qut l/s	Nødv.magasin m3
2	508,3	1,4	711,6	1081,2	129,7	46,9	124,1
3	461,1	1,4	645,5	980,8	176,5	46,9	168,1
5	380,0	1,4	532,0	808,3	242,5	46,9	228,4
10	278,3	1,4	389,6	592,0	355,2	46,9	327,1
15	221,1	1,4	309,5	470,3	423,3	46,9	381,1
20	180,0	1,4	252,0	382,9	459,4	46,9	403,2
30	133,3	1,4	186,6	283,5	510,4	46,9	426,0
45	100,7	1,4	141,0	214,2	578,3	46,9	451,8
60	84,7	1,4	118,6	180,2	648,6	46,9	479,9
90	61,5	1,4	86,1	130,8	706,4	46,9	453,4
120	50	1,4	70,0	106,4	765,7	46,9	428,4
180	37,5	1,4	52,5	79,8	861,5	46,9	355,4
360	22,9	1,4	32,1	48,7	1052,1	46,9	40,0

GRØNNE TAK

Aron Kimblers metode

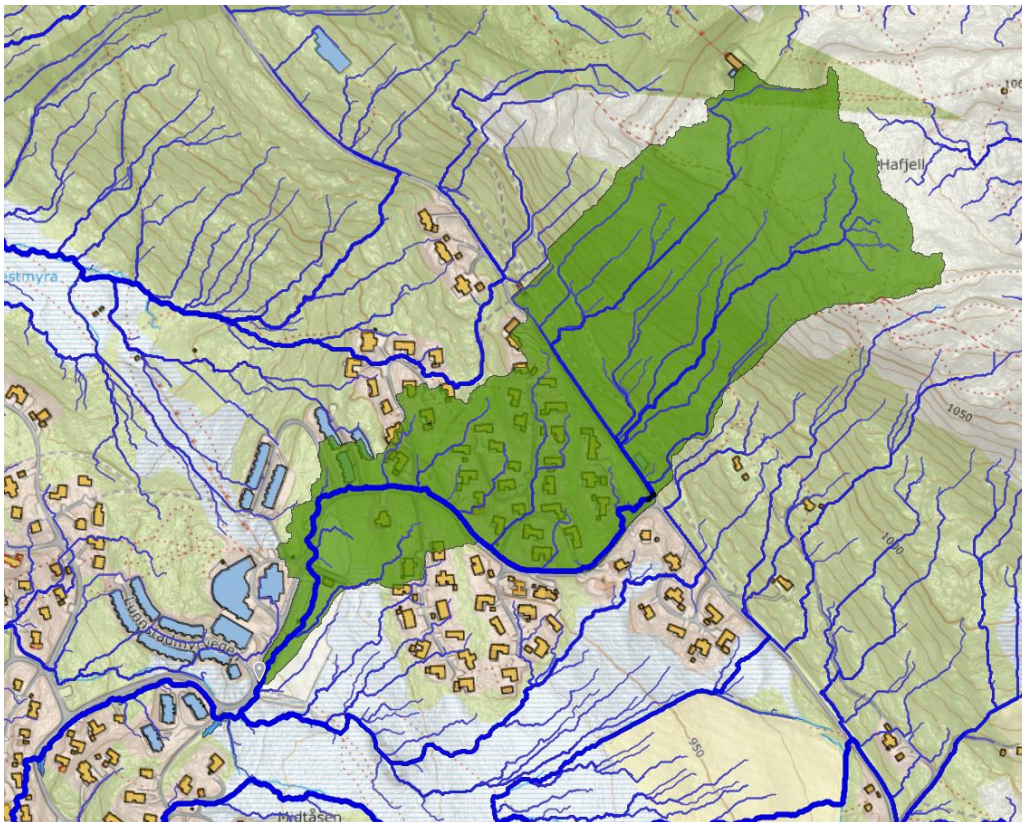
Varighet [t]	Intensitet	Klimafaktor	Intensitet m/ klimafaktor	Avrenning q	Fordrøyningsmagasin		
					V _{inn}	V _{ut}	V _{fordrøy}
min	l/s*ha	[+40%]	l/s*ha	l/s	m ³	m ³	m ³
2	508,3	1,4	711,6	955,0	114,6	94,5	20,1
3	461,1	1,4	645,5	866,4	155,9	96,5	59,5
5	380,0	1,4	532,0	714,0	214,2	100,5	113,7
10	278,3	1,4	389,6	522,9	313,7	110,6	203,2
15	221,1	1,4	309,5	415,4	373,9	120,6	253,3
20	180,0	1,4	252,0	338,2	405,8	130,7	275,2
30	133,3	1,4	186,6	250,5	450,8	150,8	300,1
45	100,7	1,4	141,0	189,2	510,8	180,9	329,9
60	84,7	1,4	118,6	159,1	572,9	211,1	361,9
90	61,5	1,4	86,1	115,6	624,0	271,4	352,6
120	50	1,4	70,0	93,9	676,4	331,7	344,7
180	37,5	1,4	52,5	70,5	760,9	452,3	308,7
360	22,9	1,4	32,1	43,0	929,4	814,1	115,3
720	14,8	1,4	20,7	27,8	1201,3	1537,7	-336,4

Jevnt utløp

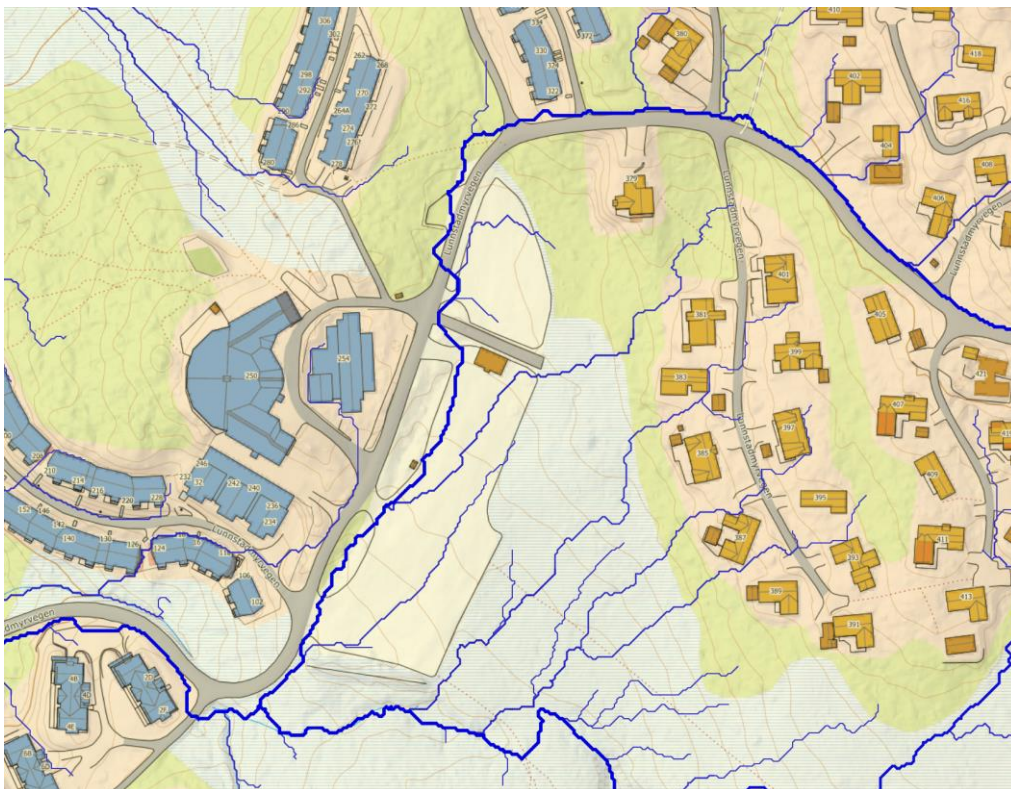
midlere utløp 70 % av maks tillatt påslipp

Varighet [t]	Intensitet	Miljøfaktor	Intensitet m/tillegg	[q=C*A]	[V=qinn*60/1000]	qut	[Vm=V-(qut*60/1000)]
				l/s	Regnvolum m ³		Nødv.magasin m ³
Min.	l/s*ha	[+40%]	m/tillegg l/s*ha	l/s	m ³	l/s	m ³
2	508,3	1,4	711,6	955,0	114,6	46,9	109,0
3	461,1	1,4	645,5	866,4	155,9	46,9	147,5
5	380,0	1,4	532,0	714,0	214,2	46,9	200,1
10	278,3	1,4	389,6	522,9	313,7	46,9	285,6
15	221,1	1,4	309,5	415,4	373,9	46,9	331,7
20	180,0	1,4	252,0	338,2	405,8	46,9	349,6
30	133,3	1,4	186,6	250,5	450,8	46,9	366,4
45	100,7	1,4	141,0	189,2	510,8	46,9	384,2
60	84,7	1,4	118,6	159,1	572,9	46,9	404,1
90	61,5	1,4	86,1	115,6	624,0	46,9	370,7
120	50	1,4	70,0	93,9	676,4	46,9	338,7
180	37,5	1,4	52,5	70,5	760,9	46,9	254,4
360	22,9	1,4	32,1	43,0	929,4	46,9	-83,7

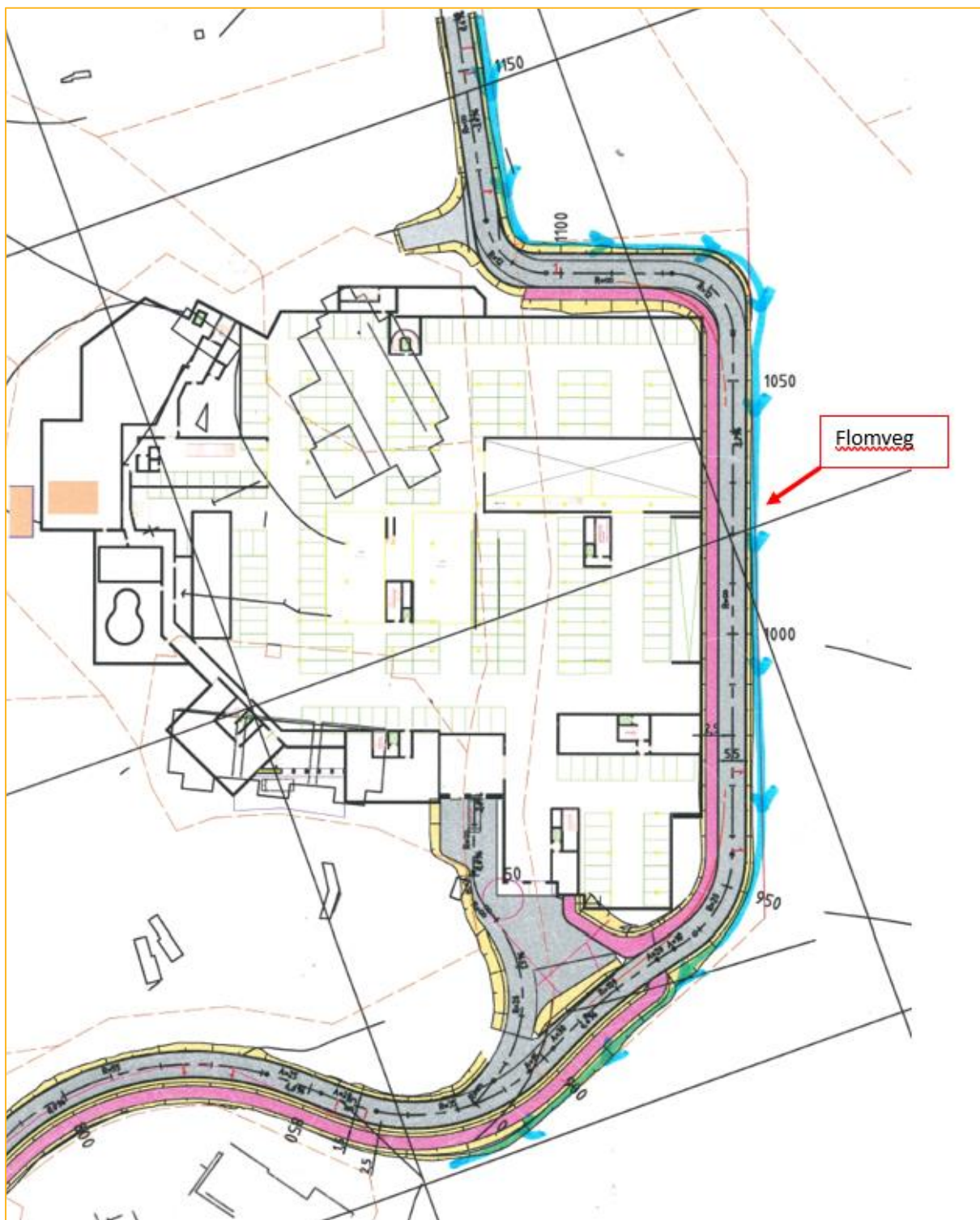
7 Flomveg



Skjerm bilde fra Scalgo Live som viser nedbørfelt og dreneringslinjer.



Skjerm bilde fra Scalgo Live som viser dreneringslinjer. Tykke linjer har større tilrenningsområde og dermed større vannføring enn tynne linjer.



Skisse – flomveg

Byggetomta, omkringliggende areal og nedstrøms områder skal utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe som følge av natur- og miljøforhold, jfr. pbl §28-1 og TEK17.

For å beregne avrenningsveger for overvann og nedbørsfelt for flomberegning er Scalgo Live benyttet. Tjenesten beregner hvor vannet renner basert på analyse av en terrengmodell fra

laserscanning. Det er benyttet terrengdata fra NDH DTM1 med 1 m oppløsning. Terskelverdien for de blå dreneringslinjene er her satt til 1000 m², det vil si at alle linjer i kartet starter i et tilrenningsområde lik terskelverdien. Tykke linjer har større tilrenningsområde og dermed større vannføring enn tynne.

Analysen viser at det går en flomveg langs Lunnstadmyrvegen forbi Gaiastova. Dette bekreftes også av befaring i området. Nedslagsfeltet til flomvegen er ca. 18 ha. Det er da forutsatt at området oppstrøms den avskjærende vegen, Nysætervegen, inkluderes i nedbørfeltet.

Flomvegen må ivaretas i den framtidige planlagte utbyggingen.

Videreføring av flomvegen vil naturlig være langs omleggingen av Lunnstadmyrvegen som er planlagt langs utbyggingen på siden myra. Det vurderes som mest hensiktsmessig om vegen og dens fylling kan benyttes som en føringskant slik at vannet følger mot/inntil vegfyllingen og har mulighet å spre seg utover myra/parkeringen langs den omlagte vegen. Ved å legge vegen på fylling en 0,4 m - 0,75 m over terreng mot myra bør dette være tilstrekkelig. Vegfyllingen mot flomvegen forsterkes og tettes slik at vann ikke trenger inn i vegfyllingen ved flom og forårsaker utdrenering og erosjonsskader.

Foreslått løsning med å flytte/justere dagens flomveg, forbi tiltaket, lenger mot øst og følge kanten av den omlagte Lunnstadmyrvegen medfører ingen endring i forhold til i dag annet enn at flomvegen flyttes delvis fra egen grunn til annen grunn (fra gnr/bnr 155/194 til gnr/bnr 155/265). Dette må avklares med grunneier. Flomvegen er ikke permanent vannførende, men kun leder vann i ekstreme situasjoner/flomsituasjon, så dette bør være akseptabelt.

8 Vurderinger – virkningen av utbyggingen/planen

8.1 0-alternativet

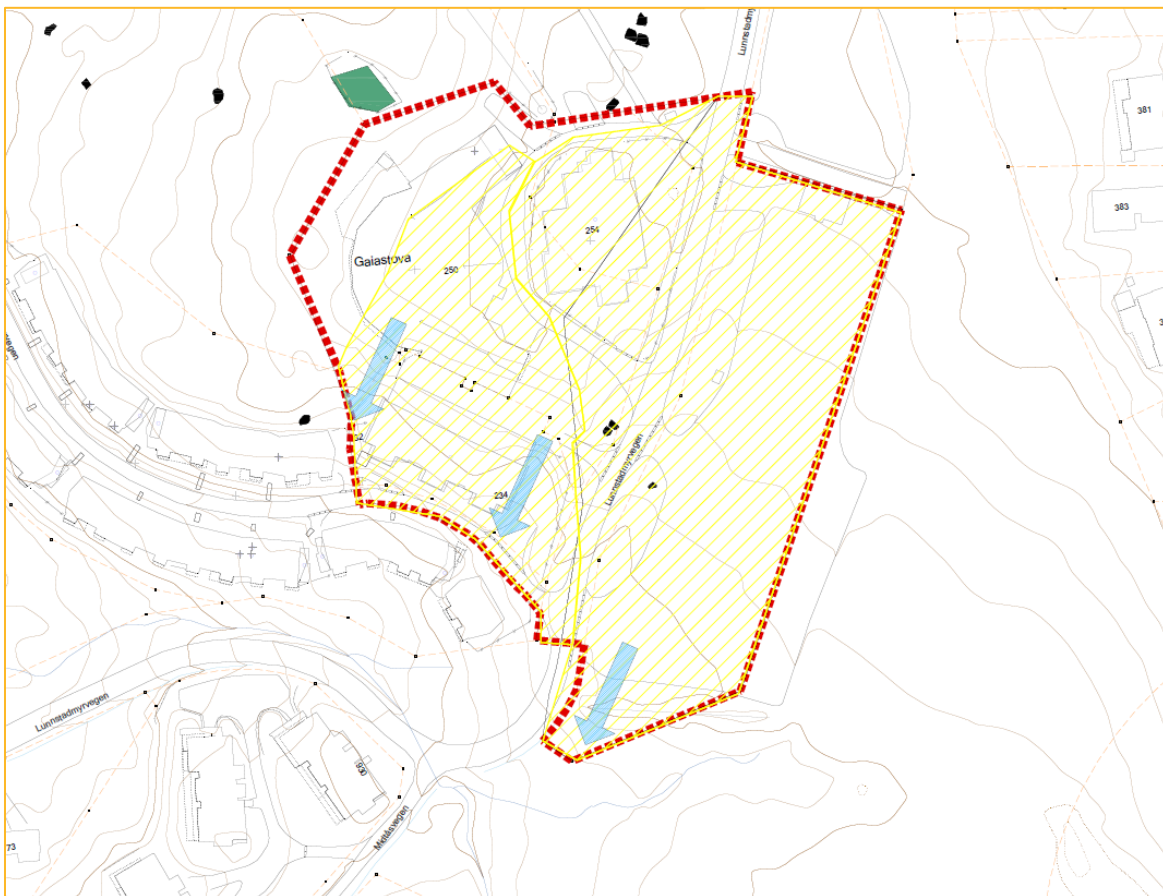
0-alternativet innebærer å beholde dagens situasjon. I gjeldende reguleringsplan er området i all hovedsak vist som «Hotell med tilhørende anlegg» og som «veg» samt «parkering».

0-alternativet innebærer at dagens område disponeres som i dag med avrenning fra områdene rundt Gaiastova som har diffus avrenning på terreng mot vest hvor terrenget er skog, grøntområder og alpintrase.

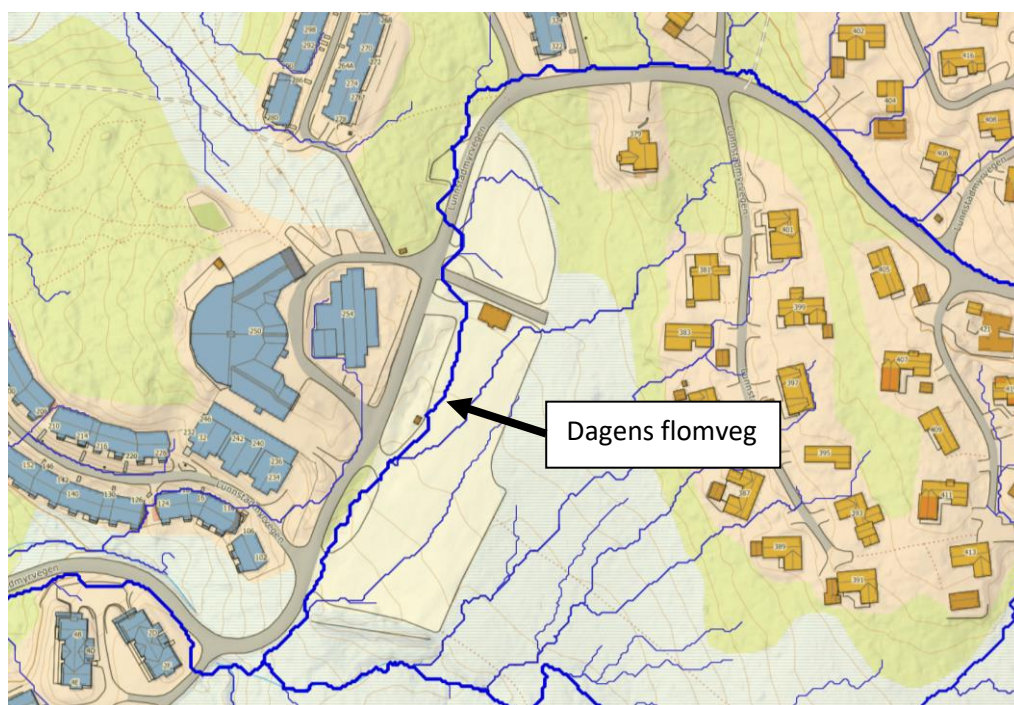
Avrenning mot øst, mot «nybygget», er det vesentlig harde flater og fall ut mot terreng. For «nybygget» fanges vannet opp med sluk fram til infiltrasjons-/fordrøyningsmagasinene (steinmagasin) som prosjektert (2 stk) med overløp til terreng og øvrig avrenning på terreng. Rundt bygget er det vesentlig arealer med harde flater av asfalt eller grusdekke. De 2 store parkeringsplassene på østsiden av Lunnstadmyrvegen er belagt med grusdekke og har avrenning mot terreng og myrområde mot sør. De harde flatene har begrenset infiltrasjonsevne.

Avrenningen fra byggeområdets østre og sørlige del, ca. 16,1 daa av totalt 18,2 daa, har avrenning mot terreng som har avrenning til Stubberudbekken.

Flomvegen i dagens situasjon går delvis over dagens gruslagte parkeringsplasser.



Dagens situasjon med arealer (gulskravert areal på 16,1 daa) som har avrenning mot terrenget som har avrenning mot Stubberudbekken.



Dagens situasjon med dreneringslinjer/flomveg

8.2 Alternativ 1 – reguleringsplanforslaget

Planlagt regulering medfører rivning av eksisterende bebyggelse og oppføring av ny utbygging med høy utnyttelse av planområdet. Hovedprinsippet for overvannshåndtering vil være oppsamling og fordrøyning, noe infiltrasjon der dette er mulig, og strupet utløp mot Stubberudbekken samt noe diffus avrenning mot vest og alpintrase og videre mot Kleivbekken.

Stubberudbekken og Kleivbekken er klassifisert som sårbare og bør derfor ikke belastes med mer overflatevann enn i dag.

Tiltaket berører ingen åpne bekker og vann, men grenser til myrområdet Lunnstadmyra. Vesentlig del av avrenningen fra tiltaket føres retning vassdraget Stubberudbekken som i dag. Avrenningen fra tiltaket kommer fra takflater og grønnstruktur over dekke, noe vegareal og en mindre del av grøntområder rundt tiltaket.

Store åpne parkeringsarealer fjernes og parkering flyttes til parkeringskjeller. Dette reduserer faren for uønsket utslipp/lekkasje fra parkerte kjøretøy.

Dagens avrenning fra store parkeringsarealer går til terreng og dette reduseres i tiltaket da disse arealer fjernes og avrenningen ivaretas kontrollert og strupes før videreføring.

Overvann fra «nybygget 2019» er samlet og ledet til infiltrasjons-/fordrøyningsmagasin utført som steinmagasin. Steinmagasin har begrenset levetid i motsetning til lukkede fordrøyningsmagasin, f.eks. type rørmagasin som foreslås i den planlagte utbyggingen.

Tiltaket grenser inn mot myrområdet Lunnstadmyra og det må gjøres tiltak mot utdrenering av myrområdet. Betraktninger rundt myr og avbøtende tiltak for evt. utdrenering er beskrevet i notat «Vurdering av myr» utarbeidet av Asplan Viak. Detaljering gjøres i senere faser (detaljprosjekteringen).

Flomveg må justeres, men en ubetydelig justering og vil fortsatt opprettholde retning og muligheten for å benytte myrområdet som flomareal. Flomveg flyttes ut på annen grunn, men dette bør være uproblematisk da flomvegen ikke har permanent vannføring. Ref. kap.6 – skisse flomveg.

8.3 Vurdering av konsekvenser

Overvann			
Verdikriterier	0-alternativet	Alternativ 1-reguleringsforslaget	Kommentar/begrunnelse
Stor positiv konsekvens			
Liten positiv konsekvens		X	Foreslåtte fordrøyningstiltak med kontrollert videreført vannmengde. Tiltak mot utdrenering myr. Redusert fare for utslipp/lekkasje fra parkerte kjøretøy.
Ubetydelig konsekvens	X		Diffus avrenning til terreng. Betydelig avrenning fra harde flater uten fordrøyende tiltak og uten kontroll på videreført vannmengde. Myr er uberørt (er positivt)
Liten negativ konsekvens			
Stor negativ konsekvens			

Oppsummert vurderes konsekvensen av utbyggingen å ha en **liten positiv konsekvens** mht overvann ved at det gjøres tiltak i form av fordrøyning og en får bedre kontroll på videreført vannmengde fra planområdet.

Det er ulike metoder for dimensjonering og bestemmelse av maks påslipp (videreføring) av overvann og det er valgt den mest konservative vurderingen som resulterte i maks videreført vannmengde mot Stubberudbekken på 67 l/s. Det er også lagt til grunn et strengt gjentaksintervall på 200 år + 40% i beregning av fordrøyningsbehovet.

Flomveg			
Verdikriterier	0-alternativet	Alternativ 1- reguleringsforslaget	Kommentar/begrunnelse
Stor positiv konsekvens			
Liten positiv konsekvens		X	Ved at flomveg flyttes til langs Lunnstadmyrvegen og slik at den grenser mot myra og ikke over den åpne grusparkeringen som i dag, vil en ved flom og ekstremvær ha en sikrere flomvegen og redusert fare for graving/erosjon over grusparkeringen. Videre vil en kunne nyttiggjøre seg det økte arealet vannet har til utbredelse mot myra og mulig infiltrasjon av noe av flomvannet som gir en positiv effekt nedstrøms.
Ubetydelig konsekvens			
Liten negativ konsekvens	X		Dagens flomveg krysser grusparkering og kan ved flom og ekstremvær medføre fare for graving/erosjon over grusparkeringen.
Stor negativ konsekvens			

Oppsummert vurderes konsekvensen av utbyggingen å ha **en liten positiv konsekvens** mht flomveg ved at det gjøres tiltak i form av sikring av/tryggere flomveg samt at flomvannet har mulighet for å infiltrere i myra.

9 Vedlegg:

Tegning GH01 – oversiktsplan overvannshåndtering – forslag til løsning som vil bearbeides videre i skissefasen