

HÅ KOMMUNE

FLOMSIKRING AV BRUSAND BARNEHAGE

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

INNHold

1	Sammendrag	2
2	Bakgrunn	3
2.1	Endringer siden forrige rapport	3
3	Krav til sikkerhet	4
3.1	Lowverket	4
3.2	Flom	4
3.3	Overvann	4
4	Hydraulisk modell	6
4.1	Ledningsnett	6
4.2	Oppdeling i lokalfelt	6
4.3	2D-modell av overflaten	7
4.4	Grensebetingelser	8
5	Resultater	10
5.1	Klimajustert 100-årsregn	11
5.2	Klimajustert 200-årsregn	11
6	Forslag til tiltak	13
6.1	Klimajustert 100-årsregn	13
6.2	Klimajustert 200-årsregn	15

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A291928

VERSJON

UTGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

KONTROLLERET

GODKJENT

2

12.12.2024

Kartlegging oversvømmelse og
mulige tiltak

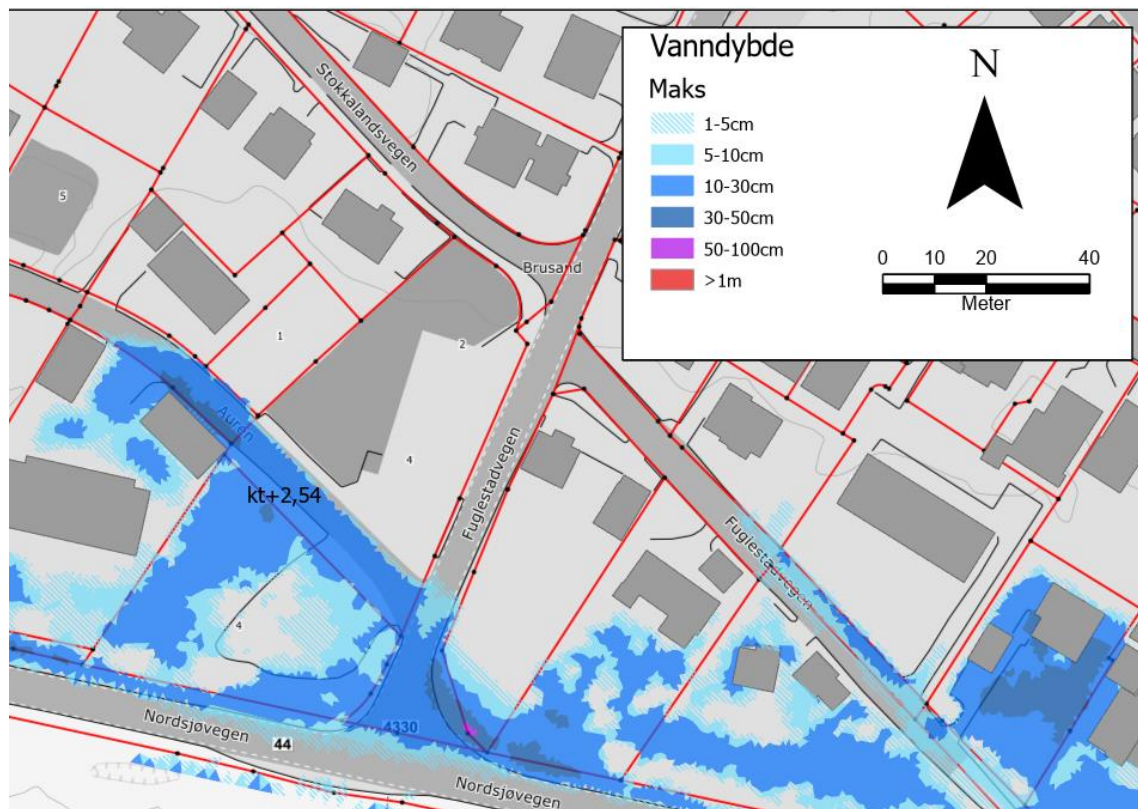
ERMN

FRRG

LIVO

1 Sammendrag

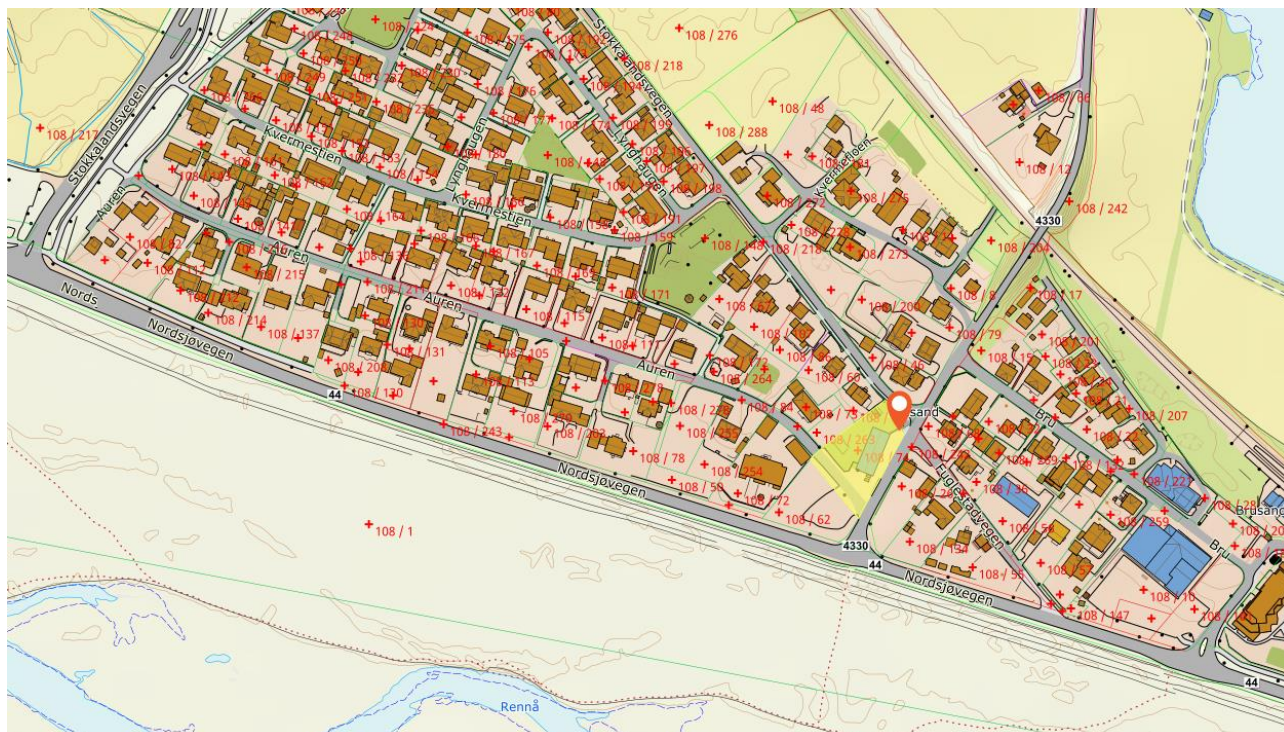
For å ligge flomsikkert både ved 200-årsflom i Bjåvatnet/Rennå, stormflo og 200-årsregn med klimafaktor må barnehagen og terrenget rundt etableres på eller over kote +2,75. Dette nivået er mer enn 15cm over vannivået i modellen, og tar hensyn til usikkerhet i modellen og nedbørsberegningene. Om man i tillegg senker terrenget på tomten i sør med 20cm kan man legge seg på kote +2,7.



Figur 1: Vanndybde og -kote ved klimajustert 200-årsregn og terreng ved barnehagen hevet til kt +2,6.

2 Bakgrunn

Askeladden Barnehage skal ombygges. Tomten slik den ligger i dag er flomutsatt, og må sikres. Dette notatet beskriver beregningene som ligger bak dimensjonerende høyde på gulv og uteområder i barnehagen.



Figur 2: Barnehagens tomt markert i gult. Fra norgeskart.no.

2.1 Endringer siden forrige rapport

Siden Dr. Blasy – Dr. Øverland sin rapport i 2016 (Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2016) har det skjedd, og blitt prosjektert, noen endringer på overvannsnettet. Overvannsmodellen blir derfor oppdatert. Forutsetningene for elveflom er derimot uendrede. Resultatene her blir stående, og barnehagen ligger ifølge eksisterende flomkart flomsikkert ved 200-årsflom i elva, tilsvarende sikkerhetsklasse F2.

3 Krav til sikkerhet

3.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav for nybygg om tilstrekkelig sikkerhet mot fare som følge av natur - eller miljøforhold:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

3.2 Flom

Krav til sikkerhet mot flom og stormflo er beskrevet i TEK17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Bestemmelsene gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom som vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1-Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er garasjer og lagerbygninger med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse F2 byggverk tiltak de fleste byggverk beregnet for personopphold. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er bolighus, hytter, kontorer, skoler, industribygg og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes. Ved store flomdybder (>2m) og vannhastigheter (>2m/s) hvor produktet av dybde og vannhastighet er større en 2m²/s anbefales sikkerhetsklasse F3.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene. Eksempel på byggverk i denne sikkerhetsklassen er sykehus og bygninger med beredskapsfunksjoner.

Barnehagen vil ligge i sikkerhetsklasse F2.

3.3 Overvann

Prosjekteringen av overvannshåndtering og flomveier skal følge kravene i TEK17 §15-8 (Direktoratet for byggkvalitet, 2017), som sier:

«(...) løsninger for infiltrasjon, fordrøyning og avledning av overvann skal til sammen dimensjoneres for nedbør med klimajustert 100-års gjentakintervall, så langt ikke annet er bestemt i arealplan.»

NVE sin veileder *Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar* (NVE, 2022), gir anbefalinger for maksimal vanndybde (D) og hastighet (V) og kombinasjon av disse (D*V=DV) i en flomsituasjon for ulike

arealformål og bygninger. For sykehus og andre bygninger med kritiske funksjoner (herunder barnehager) som ikke bør komme i kontakt med flomvann er anbefalingen at DV=0.

Tabell 4-1 Samletabell over tilrådte maksimalverdier for arealbruk. Tabellen viser maksimale verdier for djupn (D), hastighet (v) og produktet av disse (DV). Tilrådinga gjeld avrenninga frå eit klimajustert 100-årsregn.

Arealformål	Maksimalverdier		
	Djupn (D) [m]	Hastighet (V) [m/s]	D * V [m ² /s]
Personar utomhus <i>Barnehage, sjukehus, pleieheim osv. Anna utomhusareal utanom planlagde flaumvegar</i>	0,0	0,0	0,0
	0,5	3,0	0,4
Bygningar <i>Ikkje tidlegare bygde område Eksisterande sentrumsområde og bygge- og transformasjonsområde</i>	0,06	3,0	0,2
	0,2	3,0	0,4
Tilkomst <i>Vegar som er kritiske for tilkomst Andre vegar</i>	0,1	3,0	0,3
	0,3	3,0	0,3

Figur 3: NVEs anbefalinger for akseptable verdier for vann på terreng ved 100-årsregn.

Kommunens VA-norm (Hå kommune, 2023) sier i tillegg om flomveier:

«Dersom overvannssystemet blir overbelastet, tiltettet eller ødelagt skal det finnes et avrenningssystem på overflaten som vannet kan renne bort på uten uakseptable skadevirkninger. Disse flomveiene skal dimensjoneres for å kunne ta unna all avrenning fra hele nedbørsfeltet, og skal minst analyseres for et 200årsregn. Kapasiteten til flomveien skal angis, og det må kontrolleres at nedenforliggende områder kan håndtere de tilførte vannmengdene fra flomveien»

Formuleringen «uakseptable skadevirkninger» kobles i denne rapporten mot verdiene i Figur 3, og vil si DV=0 inn mot barnehagen.

4 Hydraulisk modell

Kommunen har en eldre Mike Urban-modell av ledningsnett i Brusand, utviklet av Dr. Blasy-Øverland (Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2023). Denne var opprinnelig koblet mot en separat modell for overflaten. Ved oppdateringen kobles den i stedet mot MIKE sin innebygde modul for overflatestrømning. Det er satt opp en hydraulisk modell som kombinerer en todimensjonal modell av overflaten (*2d overland*) med en endimensjonal modell av ledningsnett (*Collection system network*). Den endimensjonale modellen inkluderer overvannsnett samt kulverter, og beregner strømmingen gjennom disse. Beregningen er basert på tverrprofiler (strømningstverrsnittet), opplysninger om friksjon samt opplysninger om energitap i strukturer som rister og inntak. Den todimensjonale modellen med *Flexible Mesh* brukes til å beregne strømning på terreng. Modellene kombineres ved at nedbørsfelt kobles på ledningsnett, og overskytende vann sendes ut på terreng. Alt vannet er derfor innom en kum før det kommer ut på terrenget.

Siden flomvann fra Bjåvatnet ikke er dimensjonerende for denne tomten, hensyntas dette kun som en grensebetingelse i utløpene fra nettet. Høydene på vannet her er hentet fra tegningen «Planlagt tilstand» i det originale prosjektet (Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2016).

4.1 Ledningsnett

Ledningsmodellen er en kombinasjon av den eksisterende modellen og nyprosjekterte traseer. Det er forutsatt at ledningsmodellen som er mottatt har tilfredsstillende kvalitet for aktuell bruk (høyder på kum og ledninger, dimensjoner, koblinger, osv.).

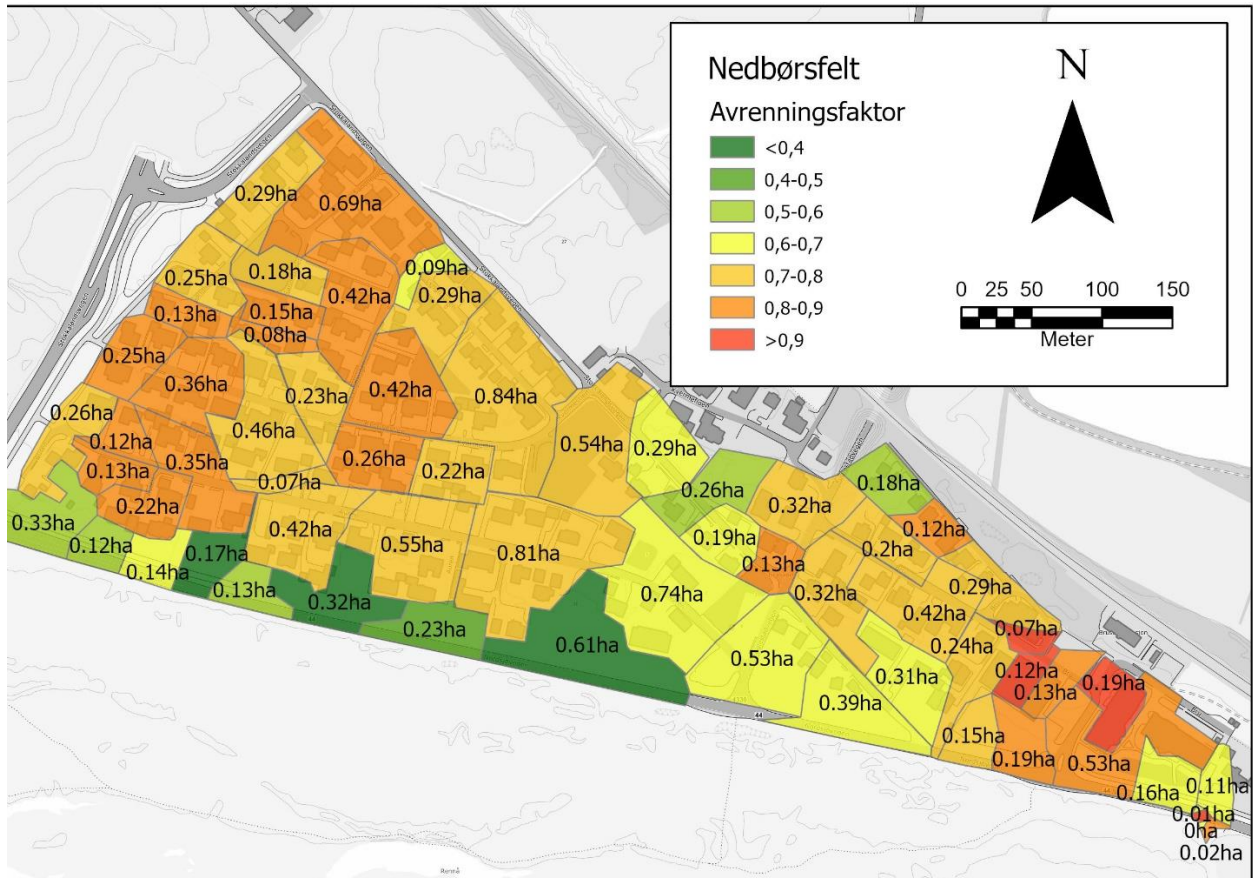
4.2 Oppdeling i lokalfelt

Avrenningsmengder fra boligområdene til det lokale ledningsnett er beregnet ved rasjonell formell. Det er laget et nedbørfelt for nesten hver kum i modellen. Disse var for grove i den mottatte modellen, og er laget helt på ny. Nedbørfeltene er tegnet ved å ta hensyn til avrenningslinjer på terreng og plassering av veier, stikkledninger og bygningskoblinger.

Andel tette flater er beregnet basert på FKB-data. Avrenningsfaktor er hentet fra Staten Vegvesen sin Håndbok V240 (Statens vegvesen, 2022) der er det anbefalt å bruke en korreksjonsfaktor for gjentaksintervall større enn 10 år. Det er brukt en korreksjonsfaktor på 1,3 for 200 års gjentaksintervall. Det er anbefalt å ikke bruke en avrenningsfaktor større enn 0,95, selv etter korreksjon.

Tabell 2: Avrenningsfaktorer brukt i modellen.

Type flate	Avrenningsfaktor 100-årsregn
Bebyggd (hager o.l)	0,4
Hus (tak)	0,95
Vei	0,95
Dyrket mark	0,39
Skog	0,26
Vann	1



Figur 4: Nedbørsfelt fargelagt etter andel tette flater.

4.3 2D-modell av overflaten

Den todimensjonale modellen som brukes til å beregne strømning på terreng er bygget opp av et såkalt ustrukturert mesh, dvs. cellestørrelser av varierende form og størrelse. Cellene henter høyder fra en terrengmodell med oppløsning på 1x1 m. Denne er hentet fra Høydedata.

Den maksimale cellestørrelsen som er brukt i det ustrukturerte meshet varierer mellom 5 m og 1 m, basert på modelleringens formål for det aktuelle området, og med hensyn til modellstabilitet og simuleringstid. Ruheten på overflaten er satt basert på FKB-data, og verdiene vises i Tabell 3 under.

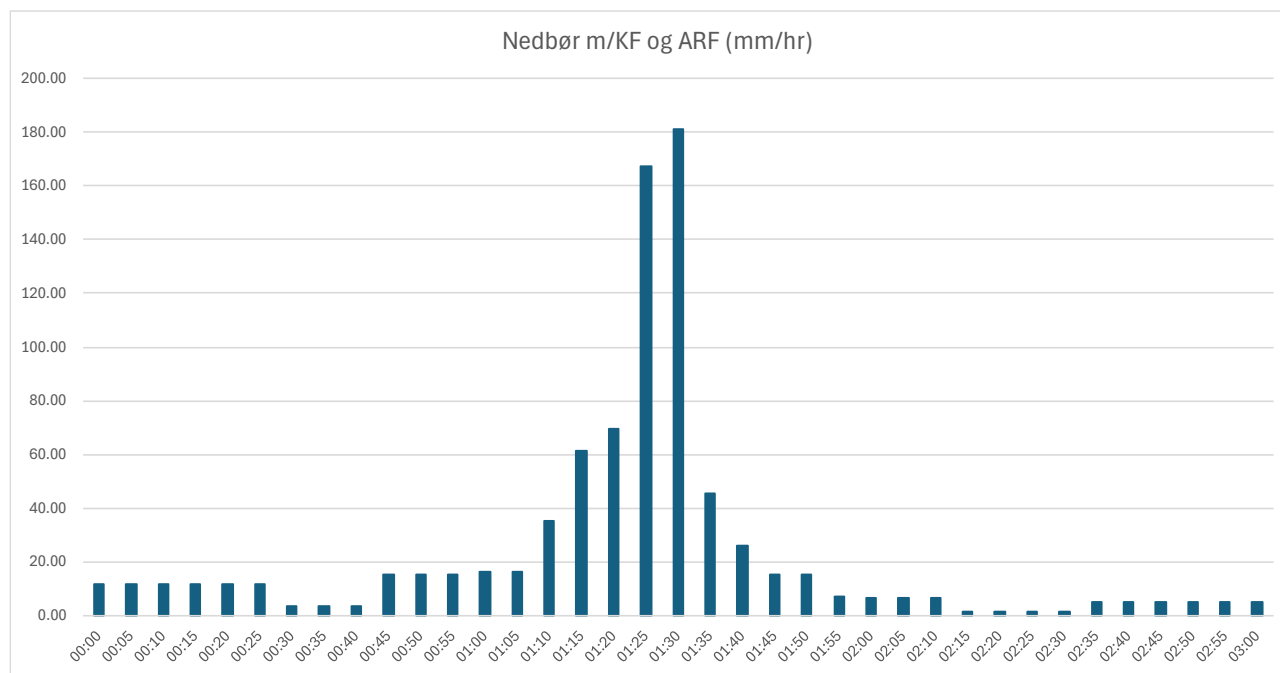
Tabell 3: Manningstall benyttet i modellen.

Type flate	Manningstall [m ^{1/3} /s]
Bebyggd	20
Vei	50
Dyrket mark	5
Skog	2
Vann	30

4.4 Grensebetingelser

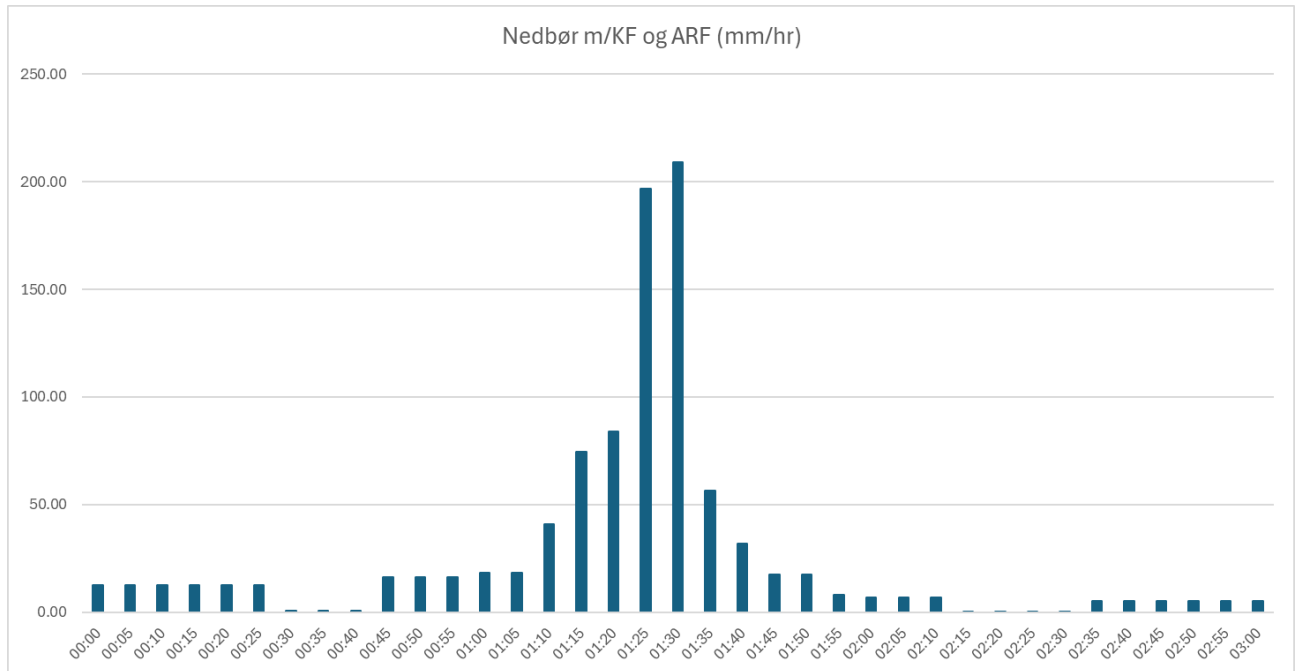
4.4.1 Nedbør

Inputen til modellen er et Chicagoregn konstruert av IVF-kurven til Time - Lye. Varigheten på regnet er tre timer. For å svare ut spørsmål om sikkerhet og opphold i henhold til TEK 17 benyttes et 100-årsregn med klimafaktor 1,5. Det benyttes en arealreduksjonsfaktor på 0,99.



Figur 5: 100-årsregn med klimafaktor 1,5 og arealreduksjonsfaktor 0,99.

For spørsmål om flomveiene rundt barnehagen benyttes 200-årsregn med klimafaktor 1,5 og arealreduksjonsfaktor 0,99, i henhold til kommunens VA-norm (Hå kommune, 2023).



Figur 6: 200-årsregn med klimafaktor 1,5 og arealreduksjonsfaktor 0,99.

4.4.2 Utløp

Det er tre utløp fra overvannsnett i modellen. Vannstanden i disse er i utgangspunktet satt lik flomhøyde ved 200-årsflom i Bjåvatnet (2,83 i nord og 2,3 i sør). Samtidig flom her og i det lokale overvannsnett er en hendelse med gjentakintervall langt over 200 år, så det er også undersøkt å kombinere regnet med normalvannstand i elvene/bekkene der utløpene ligger.

4.4.3 Stormflo

Modellen fra Dr. Blasy – Dr. Øverland har benyttet en vannstand på 0,8m i Nordsjøen som nedre grensebetingelse (Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2016). Dette tilsvarer omtrent 20 års stormflo, og er et høyt gjentakintervall å benytte sammen med elveflom. Dette viser de at kun påvirket resultatene i umiddelbar nærhet til utløpet.

Med nye fremskrivninger av havnivåstigning (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024) anbefales det å bruke påslaget definert som SSP3-7.0 + 83-persentil for 2100. For Brusand er dette 87 cm. Fremskrevet er derfor stormflo med et års gjentakintervall på kt+1,45 og 200 års gjentakintervall kt+ 1,88. Dette er lavere enn dimensjonerende nivå, både i det søndre utløpet og rundt barnehagen.

5 Resultater

5.1 Flomveier

For samtlige tilfeller er det tilbakestuvning fra nettet sør for tomten som gir problemer. Nettet nord for barnehagen tar unna for overvannet her. Vann som ikke finner veien til slukene vil følge kantsteinen og gata sørover, øst for tomten. Det anbefales at eksisterende høyde på kantsteinen her beholdes, og at terrenget øst for barnehagen skråner ned mot veien.

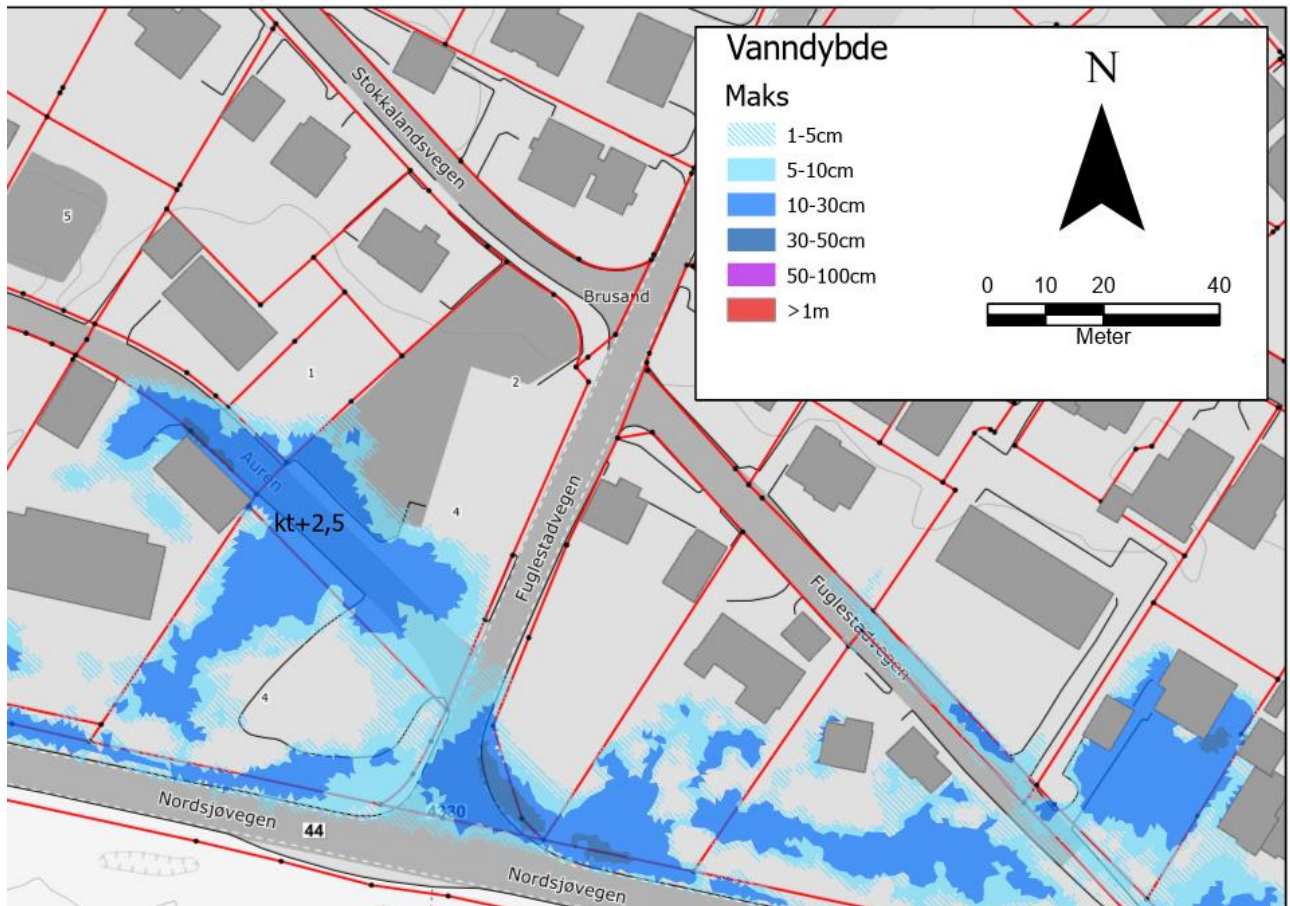


Figur 7: Flomvei for feltet nord for barnehagen, dersom vannet ikke havner i sluk/nettet.

Terrenget sør for barnehagen fungerer ikke som en flomvei, men mer som en forsenking der vannet lagres før det dreneres av nettet og infiltrasjon. Det er ikke noen vannføring inn dit på overflaten i modellen, utover det som kommer fra kummene i området.

5.2 Klimajustert 100-årsregn

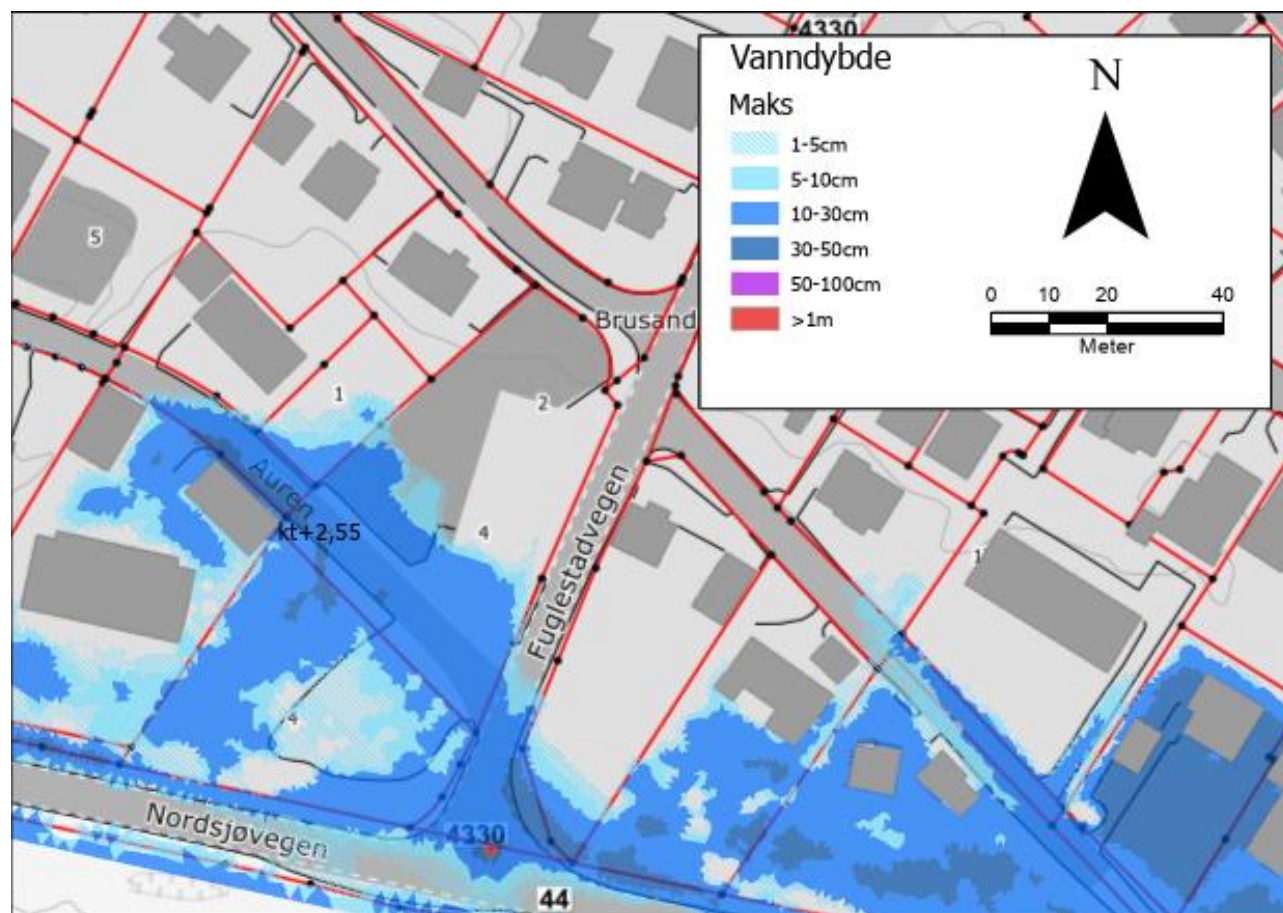
Overvannets maksimale utbredelse ved klimajustert 100-årsregn vises under i Figur 8. Tomta til barnehagen dekkes delvis av vann som stuves tilbake i overvannsnettet. Vanddybden ved barnehagen er på det høyeste omtrent 12 cm.



Figur 8: Maks vanddybde ved 100-årsregn. Høyeste kote ved barnehagen er +2,50.

5.3 Klimajustert 200-årsregn

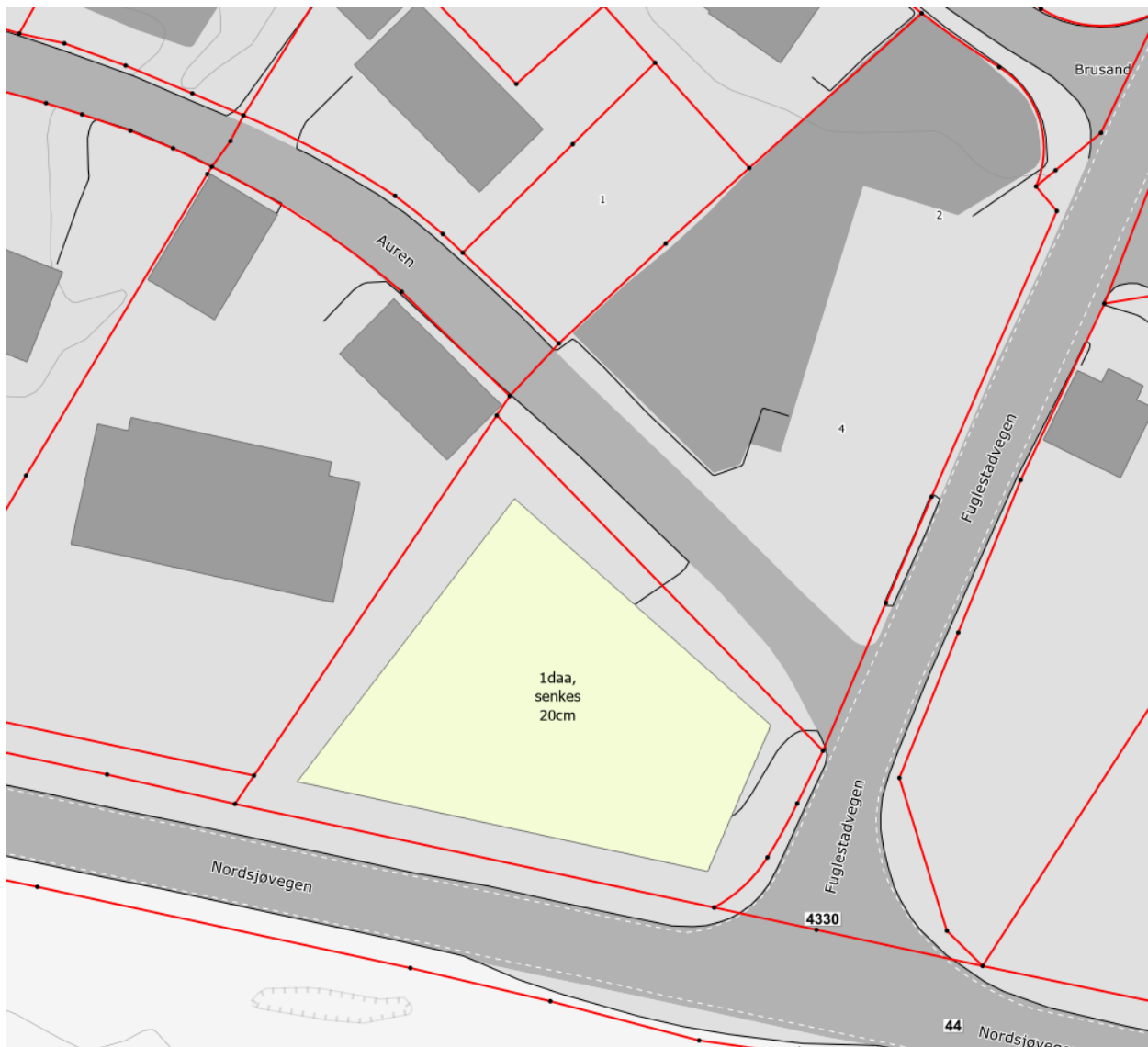
Overvannets maksimale utbredelse ved klimajustert 200-årsregn vises under i Figur 9. Tomta til barnehagen dekkes delvis av vann som stuves tilbake i overvannsnettet. Vanddybden ved barnehagen er på det høyeste omtrent 15 cm.



Figur 9: Flommens utbredelse ved klimajustert 200-årsregn. Høyeste kote ved barnehagen er +2,55.

6 Forslag til tiltak

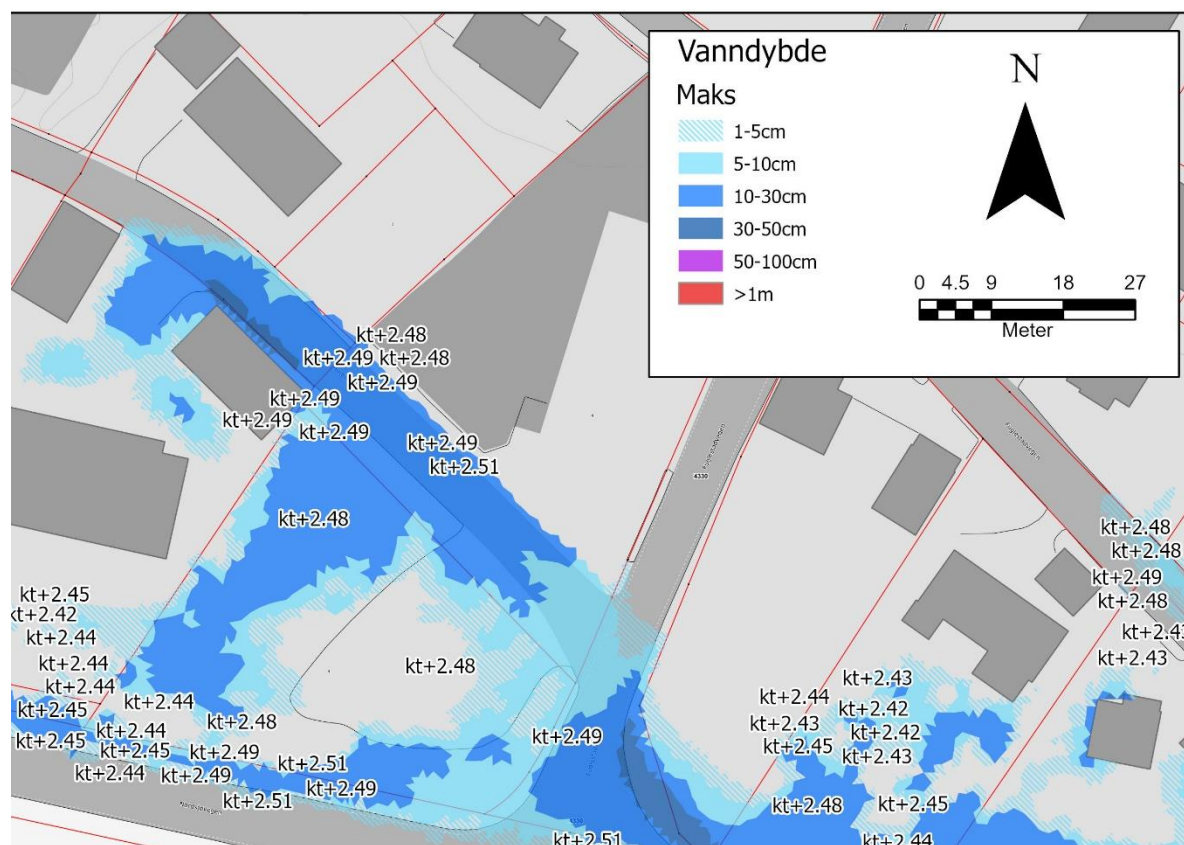
Tomta må sikres mot vannet som kommer sørfra. Dette kan gjøres ved å heve terrenget der barnehagen ligger. Siden oppstuvningen som skaper problematikken er et volumproblem, kan man også prøve å mellomlagre vannet på tomten sør for barnehagen. 1000 m² av denne senkes med 20cm.



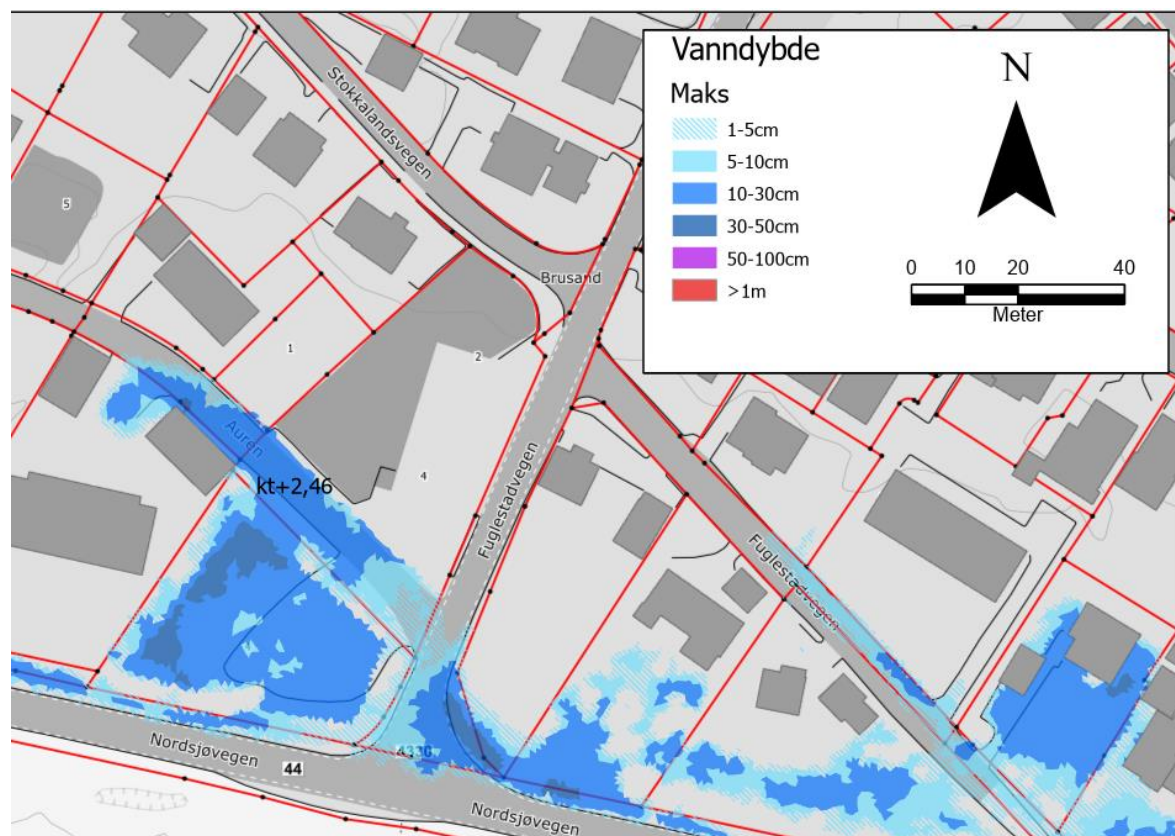
Figur 10: Området som senkes med 20cm, totalt 200 m³ fordrøyning.

6.1 Klimajustert 100-årsregn

Flommens utbredelse ved å heve terrenget til over kote 2,6 vises i Figur 11. For å ta hensyn til usikkerhet i regndata og den hydrauliske modellen anbefales det at flomvoll/terrengheving skjer til kote +2,7. Utbredelsen om man senker tomten i sør med 20cm vises i Figur 12.



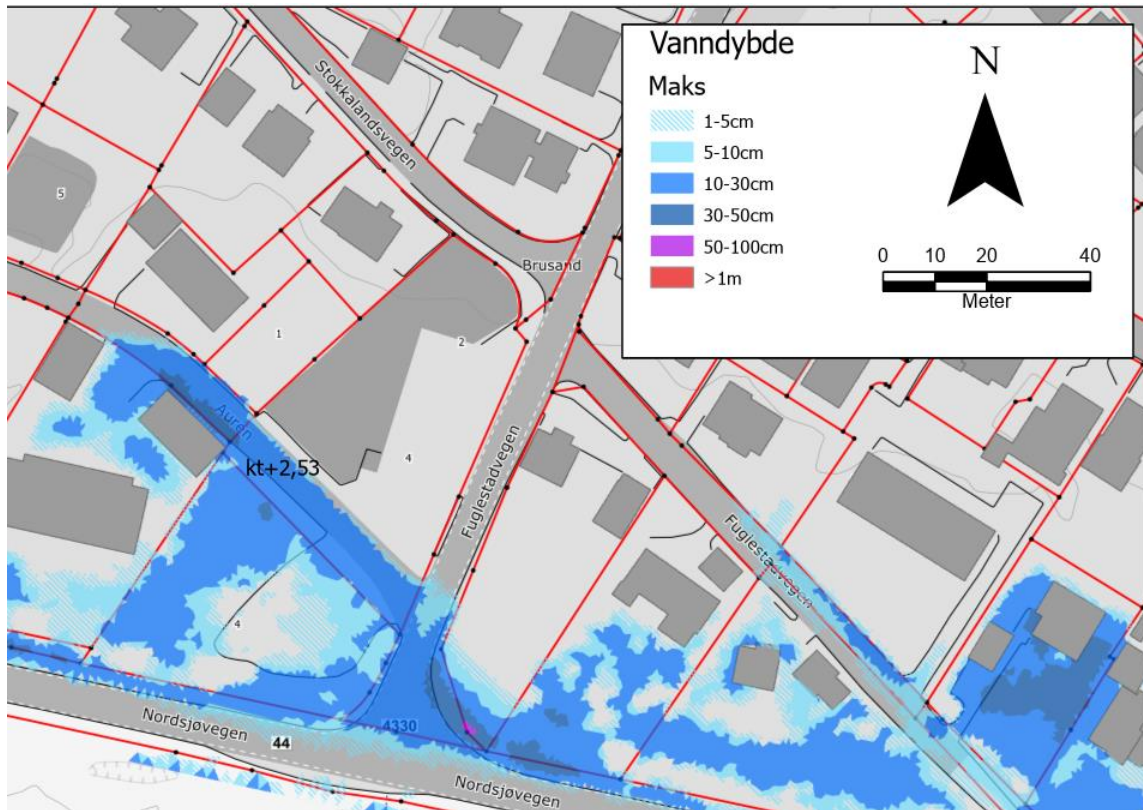
Figur 11: Vanndybde og -kote ved klimajustert 100-årsregn og terreng hevet til kt +2,6. Høyeste kote ved barnehagen er på +2,51.



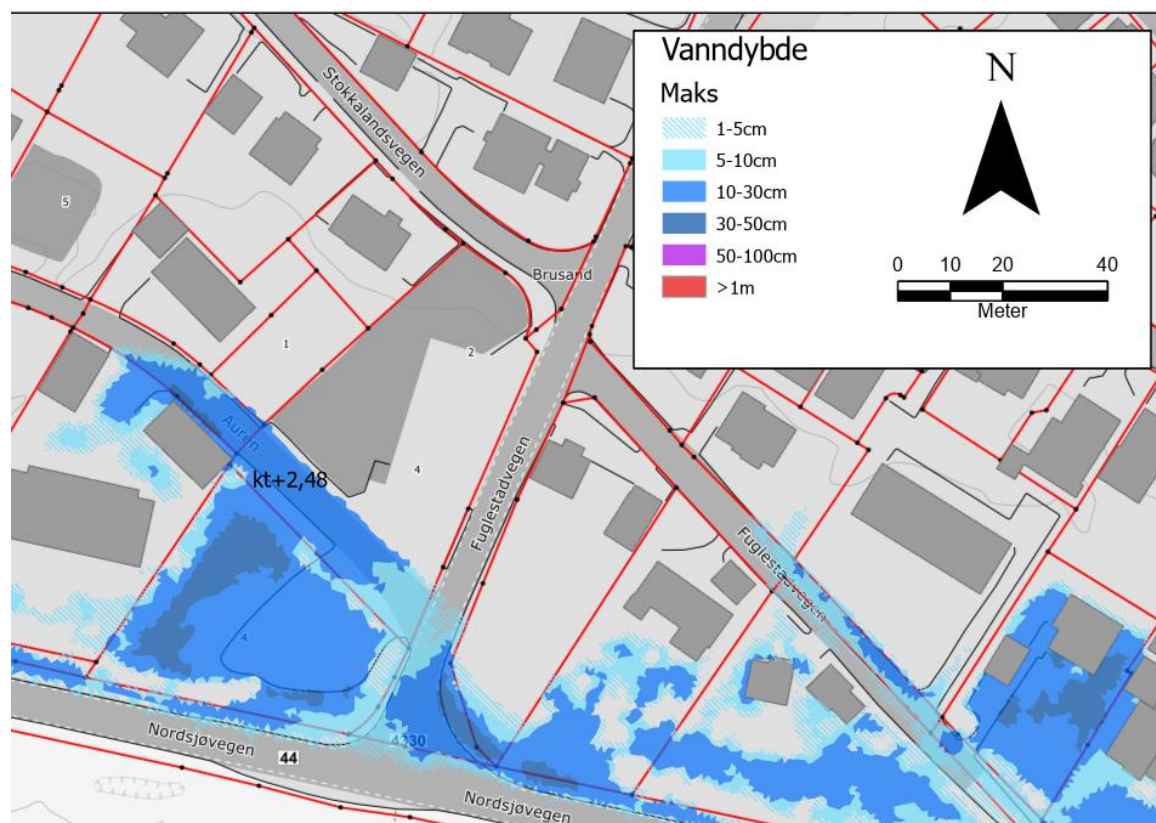
Figur 12: Vanndybde og -kote ved klimajustert 100-årsregn og terreng senket i sør. Høyeste kote ved barnehagen er på +2,46.

6.2 Klimajustert 200-årsregn

Flommens utbredelse ved å heve terrenget til over kote 2,6 vises i Figur 13. For å ta hensyn til usikkerhet i regndata og den hydrauliske modellen anbefales det at flomvoll/terrengheving skjer til kote +2,75. Utbredelsen om man senker tomten i sør med 20cm vises i Figur 14.



Figur 13: Flommens utbredelse ved klimajustert 200-årsregn og heving av barnehagetomte til kt +2,6. Høyeste kote ved barnehagen er da +2,53.



Figur 14: Flommens utbredelse ved klimajustert 200-årsregn og senking av tomten i sør. Høyeste kote ved barnehagen er da +2,48.