



V00_K10_C05_SKYBRUDSMODEL SEPTEMBER 2022

Rev. 03.03.2023

Projektnavn	Vridsløse - byggemodning
Kunde	A. Enggaard A/S
Projektleder	Patrick Martinussen
Projektnummer	1312100053 (model på sag 22001229)
Til	Stig Andersen
Udarbejdet af	Malene Thorsøe
Kvalitetssikret af	Jens Toke
Godkendt af	Patrick Martinussen
Version	2
Versionsdato	10.01.2023 / 03.03.2023
Første udgivelsesdato	19.09.2022

INDHOLD

1	INDLEDNING.....	4
1.1	Beregningsforudsætninger	4
2	MODELOPSÆTNING	5
2.1	Nedbør og sikkerhedsfaktorer	5
2.2	MIKE URBAN-model	5
2.2.1	Befæstede områder i mike urban-modellen	6
2.3	MIKE 21FM-model	7
2.3.1	Grids	8
2.4	Terrænmodel.....	11
2.4.1	Eksisterende terræn.....	12
2.4.2	Planlagt terræn.....	13
2.5	Sammenkobling af MIKE URBAN og MIKE 21 i MIKE FLOOD-model.....	13
3	RESULTAT AF MIKE FLOOD- BEREGNINGER	14
3.1	Eksisterende situation.....	14
3.2	Fremtidig situation.....	17
3.3	Konklusion.....	18
4	REFERENCER	19

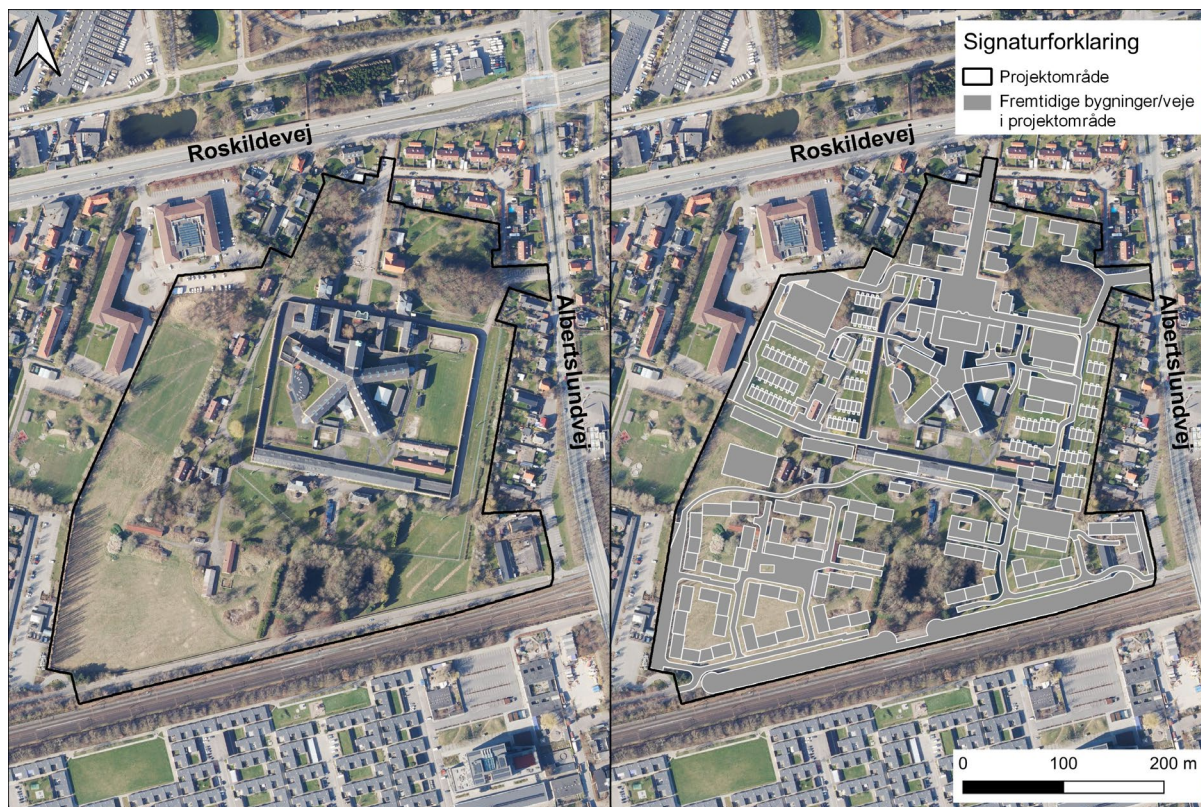
1 INDLEDNING

Denne rapport indeholder dokumentation og resultater af skybrudsberegninger på projektområdet Vridsløse foretaget i MIKE FLOOD. Formålet er at påvise de fremtidige vandstandskoter i projektområdet i forbindelse med skybrud for at sikre de nye bygninger imod oversvømmelse under kraftige regnhændelser. Resultaterne udarbejdes på baggrund af en ny terrænmodel for projektområdet samt det nye ledningssystem i området.

Rapporten indeholder resultatet af skybrudsberegning for den nuværende situation, der er foretaget for at sikre, at de omkringliggende områder ikke påvirkes negativt af de nye forhold i projektområdet. I begge scenarier (nuværende og fremtidig situation, se figur 1.1) anvendes en nedbør med gentagelsesperiode på 100 år med en klimafaktor på 1,4 svarende til 100 år ud i fremtiden.

I rapportens kapitel 2 beskrives opsætningen af MIKE FLOOD med udgangspunkt i de fremtidige forhold. De samme forudsætninger anvendes dog i modellen for de eksisterende forhold, herunder samme nedbørshændelse, infiltrationsmængde og ruhed på de befæstede og ubefæstede arealer mv.

Resultater af både den nuværende og den fremtidige situation fremgår af rapportens kapitel 3.



Figur 1.1 Oversigtskort af nuværende forhold i projektområdet Vridsløse (til venstre) samt fremtidige forhold (til højre).

1.1 BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

De fremtidige forhold beregnes på et fremtidigt regnvandssystem og et fremtidigt terræn, hvor byggemodningen er fuldt udført, hvilket betyder, at befæstelsesgraden af projektområdet er en anden end de eksisterende forhold. De nuværende forhold samt de fremtidige befæstede områder fremgår af figur 1.1. De fremtidige befæstede områder består blandt andet af eksisterende bygninger, nye bygninger samt veje, parkeringsarealer og større pladsdannelser.

2 MODELOPSÆTNING

Analysen er foretaget i DHI værktøjet MIKE FLOOD. Som input er anvendt:

- MIKE URBAN-model
- Fremtidige regnvandsledninger inden for projektområdet, (V00_K10_H10_EUT_N003 – Kloakanlægsplan, Projekterede ledninger dat. 12.12.2022).
- Terrænmodel, (V00_K10_H10_EUX_N003_Terræn, dat. 12.12.2022), der beskrives vha. et triangulært flexible mesh
- Grids: nedbør-, nedsivnings- og manninggrid

MIKE FLOOD-modellen består af en MIKE URBAN-model, der beskriver flowet i rørene, og en MIKE 21FM-model, der beskriver flowet på overfladen. I FLOOD-modellen håndteres regnvand på befæstede arealer i MIKE URBAN, mens regnvand på ubefæstede arealer håndteres i MIKE 21-modellen.

2.1 NEDBØR OG SIKKERHEDSFAKTORER

Der benyttes en syntetisk CDS-nedbørshændelse fra Spildevandskomiteens regneark ”Regionalregnrække_ver_4_1”. Benyttede sikkerhedsfaktorer fremgår af tabel 2.1. Der er benyttet koordinater fra regnmåleren ved Rødovre Vandværk med koordinatsættet (717736, 6177448), som er den regnmåler, der anvendes i Albertslund Kommune jf. spildevandsplanen.

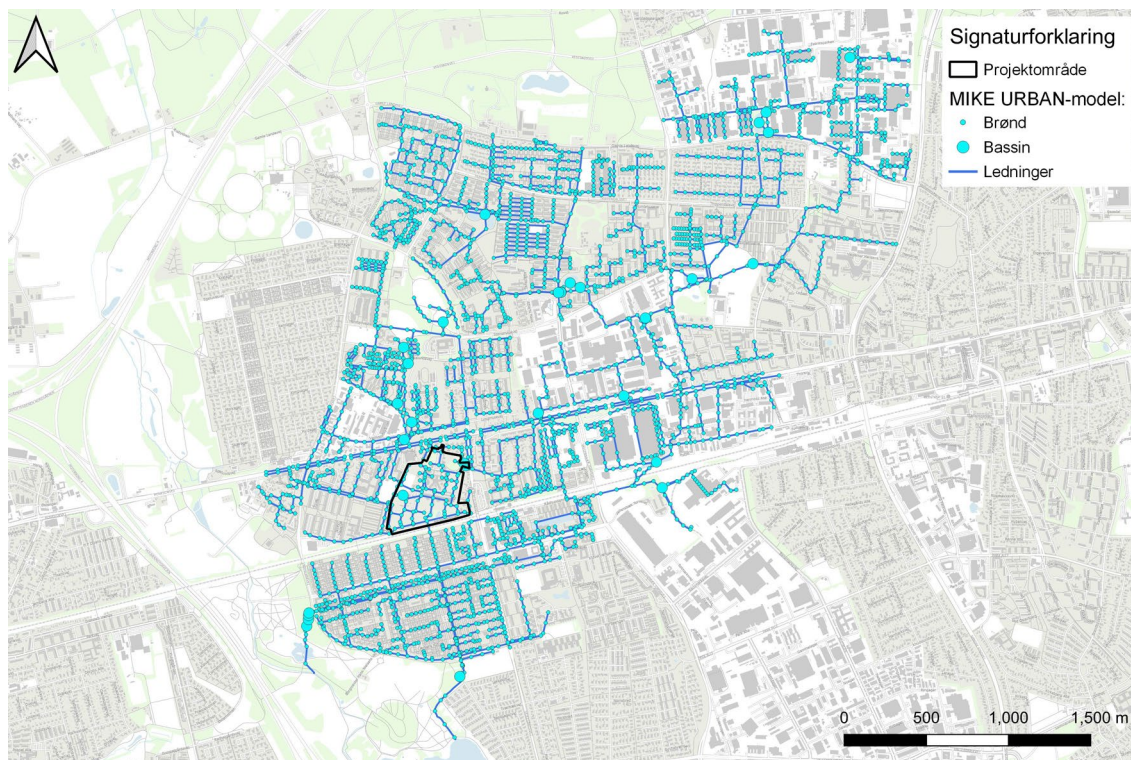
Der regnes ikke med modelusikkerhedsfaktor, da vi gerne vil se det mest realistiske bud på vandmængderne, og der regnes heller ikke med fortætningsfaktor, da byudviklingsområdet forventes at være fuldt udbygget ved den foreslåede plan. Der anvendes en nedbørsvarighed på 4 timer.

Sikkerhedsfaktor	T100 år (om 100 år)
Klimafaktor	1,4
Fortætning	1,0
Modelusikkerhed	1,0
Samlet	1,4

Tabel 2.1 Angivelse af benyttede faktorer til skybrudsberegninger ved en 100 års-regnhændelse om 100 år (Albertslund Kommune, 2022).

2.2 MIKE URBAN-MODEL

Til skybrudsberegningen anvendes en MIKE URBAN-model, der beskriver det fremtidige regnvandssystem i projektområdet samt det eksisterende system uden for projektområdet. MIKE URBAN-modellen er en eksisterende model for en del af Albertslund. Rørmodellen for projektområdet er for fremtidige forhold tilrettet det nuværende grundlag for fremtidigt ledningssystem. Modellen fremgår af figur 2.1.



Figur 2.1 MIKE URBAN-model med eksisterende og projekteret regnvandssystem.

2.2.1 BEFÆSTEDE OMRÅDER I MIKE URBAN-MODELLEN

Der beregnes på et fremtidigt regnvandssystem, hvor byggemodningen er udført, og befæstelsen af projektområdet er en anden end de eksisterende forhold. Uden for projektområdet anvendes de eksisterende oplande med de tildelte befæstelsesgrader, mens de fremtidige og eksisterende bygninger anvendes som oplande med 100% befæstelse i projektområdet. Dette fremgår af figur 2.2.

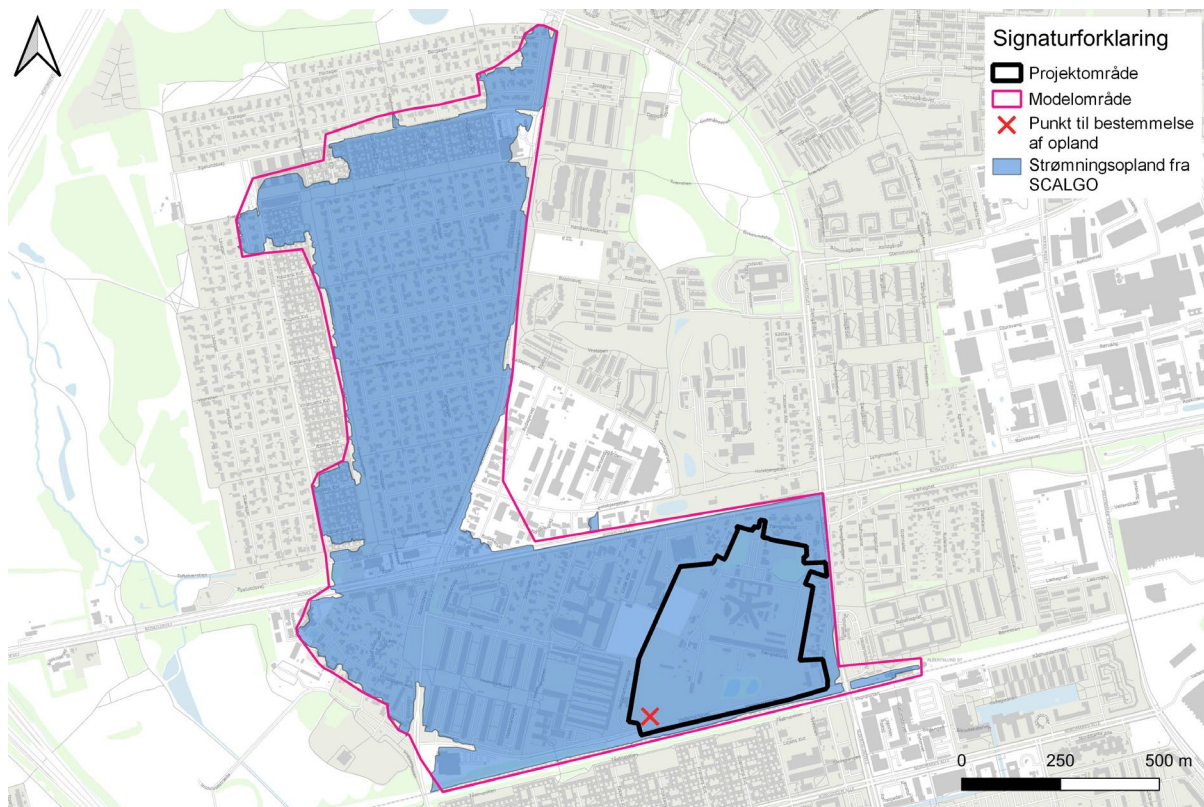


Figur 2.2 Inddeling af befæstede og ubefæstede arealer i projektområde.

2.3 MIKE 21FM-MODEL

MIKE 21FM-modellen beskriver, hvordan vandet fordeler sig på overfladen. Modellen består af en terrænmodel, der beskrives i et triangulært flexible mesh samt grids, der beskriver nedbør, nedsivning samt ruhed af overfladen. MIKE 21 områdegrænse er fastsat på baggrund af SCALGOs vandoplandsværktøj, der vha. terrænet viser strømningsoplandet til et bestemt punkt

Modelområdet er vist på figur 2.3.



Figur 2.3: MIKE 21-modelområde.

Dette udtræk er foretaget med nedbørsmængde på 50 mm, svarende til den afstrømmende nedbørsmængde ved en 100-års hændelse. Det betyder, at overfladevandet fra det fjerneste hjørne kan ved ekstreme regnhændelse påvirke oversvømmelse nedstrøms når projektområdet.

2.3.1 GRIDS

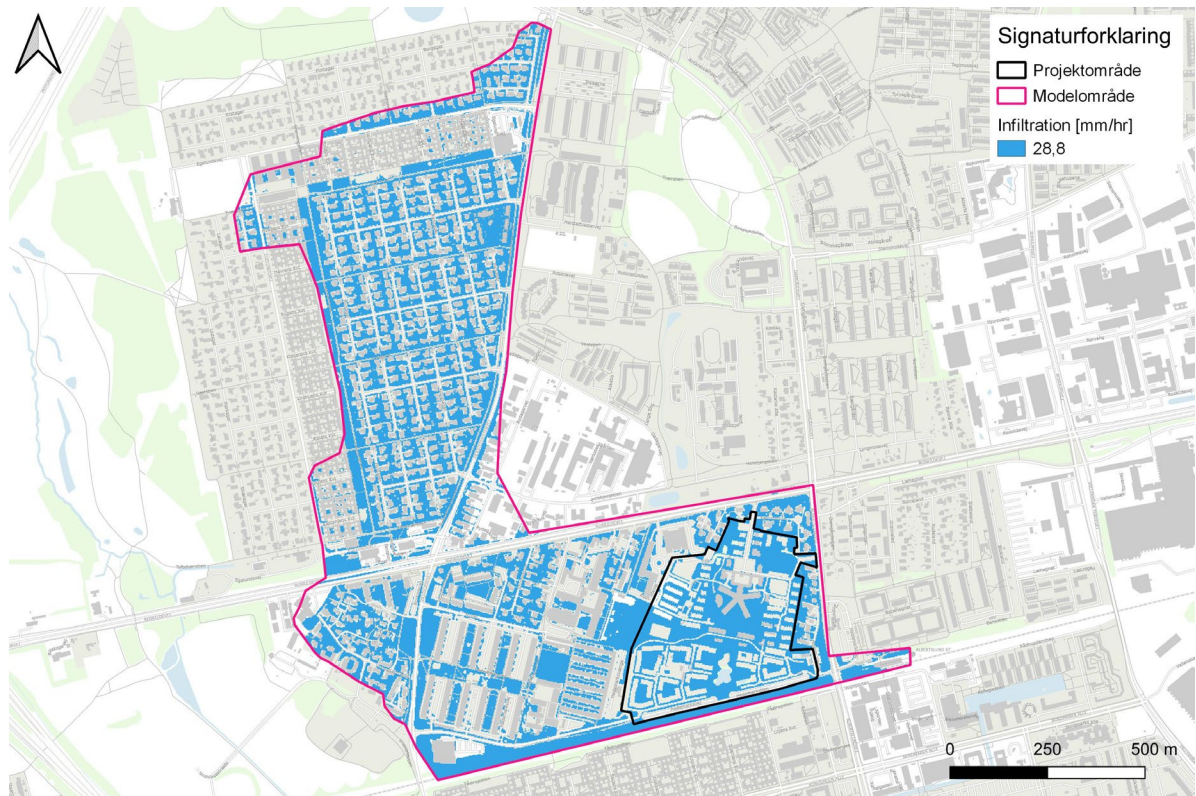
Der anvendes grids til at beskrive nedbør, nedsivning og ruhed på overfladen. Disse grids er differentieret i forhold til befæstede områder og ubefæstede områder. Områderne er differentieret bl.a. vha. af en model for projektområdet, hvor området er delt op i enten befæstede arealer eller grønne arealer. Den resterende del af modelområdets befæstelse af bestemte vha. SCALGOs befæstelseskort. Modelområdet er delt op, som det fremgår af figur 2.4.



Figur 2.4: Befæstede og ubefæstede områder. Denne opdeling anvendes som grundlag for differentieringen af nedsivning og overfladens ruhed.

INFILTRATION

Infiltrationen foregår i MIKE 21, hvor der benyttes en stedsligt differentieret nedsivning. I modellen infiltrerer 28,8 mm pr. time på ubefæstede arealer, mens der på de befæstede arealer ikke forekommer nogen infiltration, se figur 2.5.



Figur 2.5: Nedsivning i modelområdet. I de blå områder forekommer der en nedsivning på 28,8 mm pr. time, mens der i befæstede områder ikke forekommer nogen nedsivning.

MANNINGTALSGRID

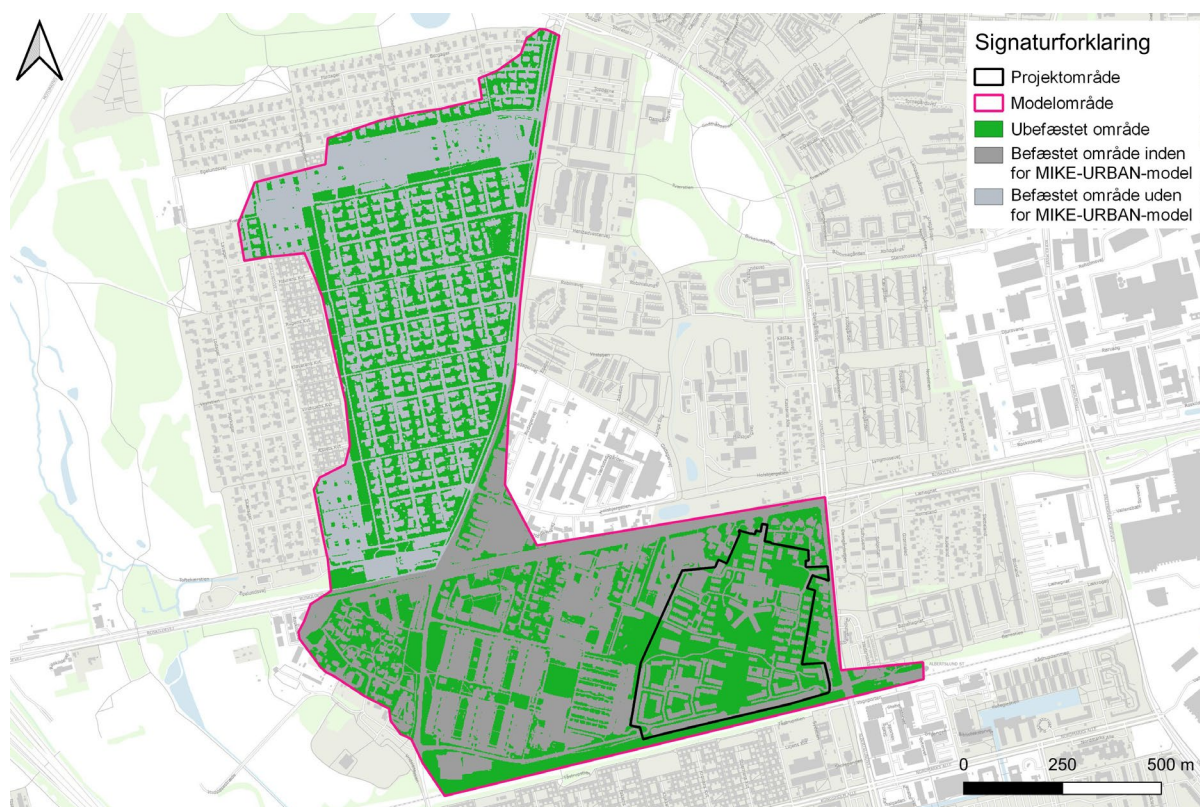
Ruheden på overfladen varierer med Manningtal mellem 20 og 45 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$. Grønne områder har et Manningtal på 20 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ (høj ruhed), og befæstede områder har et Manningtal på 45 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ (lav ruhed), se figur 2.6.



Figur 2.6 Overfladens ruhed i modelområdet, der beskrives vha. af Manningtallet.

NEDBØRSGRID

Der dannes et nedbørsgrid, der beskriver fordelingen af nedbør på terræn i løbet af nedbørshændelsen. Dette er et tidsvarierende grid, hvilket betyder, at der dannes et grid hvert 5 minut, der beskriver nedbørsintensiteten på hver gridcelle ved det givne tidsskridt. Ved skybrud tilføres der både vand til befæstede arealer i MIKE URBAN og til ubefæstede flader i MIKE 21-modellen. Derudover tilføres der i MIKE 21-modellen vand til de befæstede arealer, der er beliggende uden for MIKE URBAN-modellens område svarende til den mængde vand, der ikke kan håndteres af kloakken. Denne opdeling af befæstede områder fremgår af figur 2.7. Der er taget udgangspunkt i, at regnvandsledningerne uden for MIKE URBAN-modellens område kan håndtere 190 l/s/ha svarende til dimensioneringspraksis for separatkloakerede områder.



Figur 2.7 Fordeling af nedbør i modelområdet.

Der benyttes en 4 timers CDS-regn, men der simuleres i alt 6 timer, hvilket vil sige, at modellen simulerer i 2 timer, efter det er stoppet med at regne for at medtage eventuelle bevægelser/akkumuleringer af vandet efter regnen er ophørt.

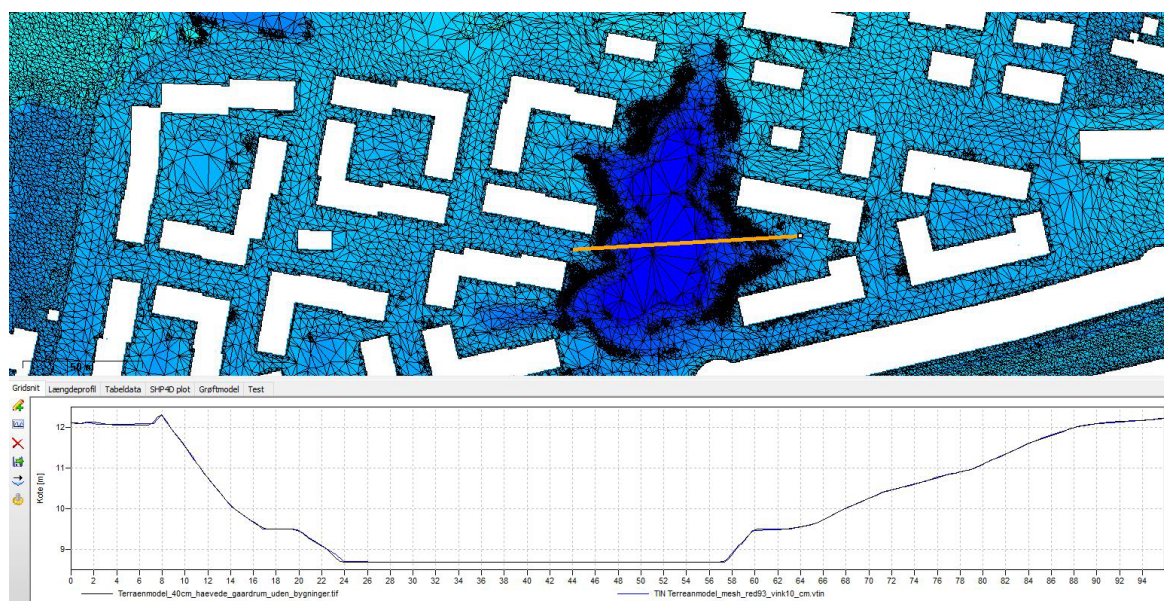
DRYING OG WETTING DEPTH

Der benyttes en drying depth på 0,001 m og en wetting depth på 0,01 m. De to parametre anvendes til at sortere små mængder vand fra, der ikke har stor betydning for det samlede resultatet.

2.4 TERRÆNMODEL

Terrænmodellen til beregningerne tager udgangspunkt i SCALGOs terrænmodel "Danmark/regn", som er en højdemodel, der tager højde for de underføringer, der er i terrænet – eksempelvis tunneler. Terrænmodellen fra Scalgo har en opløsning på 40 x 40 cm, men for at optimere på antallet af beregningspunkter beskrives terrænet med et flexible mesh. Det betyder, at overfladen beskrives med trekanter i stedet for firkanter, som ofte benyttes ved en traditionel MIKE 21-model.

Figur 2.8 viser det flexible mesh i projektområdet omkring søen. Der er ligeledes vist et profilsnit gennem fremtidige sø (Bassin G) i projektområdet.



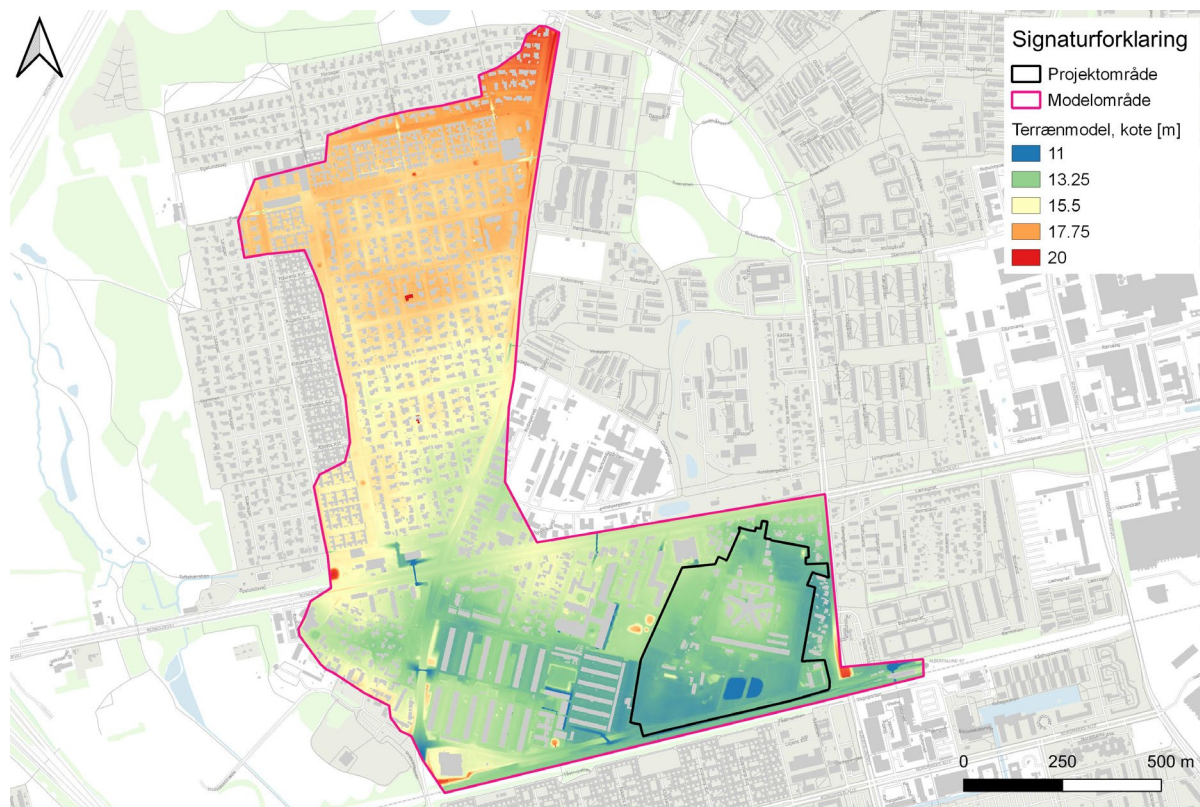
Figur 2.8: Eksempel på optimeret mesh, hvor bygningerne er fjernet, og trekanternes størrelse er varieret i forhold til topografien.

Fordelen ved flexible mesh er, at inddelingens størrelse varieres i forhold til, hvor interessant området er. Dermed kan der optimeres på antallet af beregningspunkter i særlig områder, hvor det er nødvendigt med en større præcision.

Inddelingen er optimeret således, at der er anvendes større trekanter på flade områder og mindre trekanter i områder, hvor terrænet er ujævnt. Således spares der på beregningspunkter i flade områder, hvor de ikke bidrager med detaljering, mens de fastholdes i områder, hvor terrænet ændrer sig, og hvor en høj detaljeringsgrad er nødvendig for at kunne beskrive vandets bevægelser på terræn tilstrækkeligt.

2.4.1 EKSISTERENDE TERRÆN

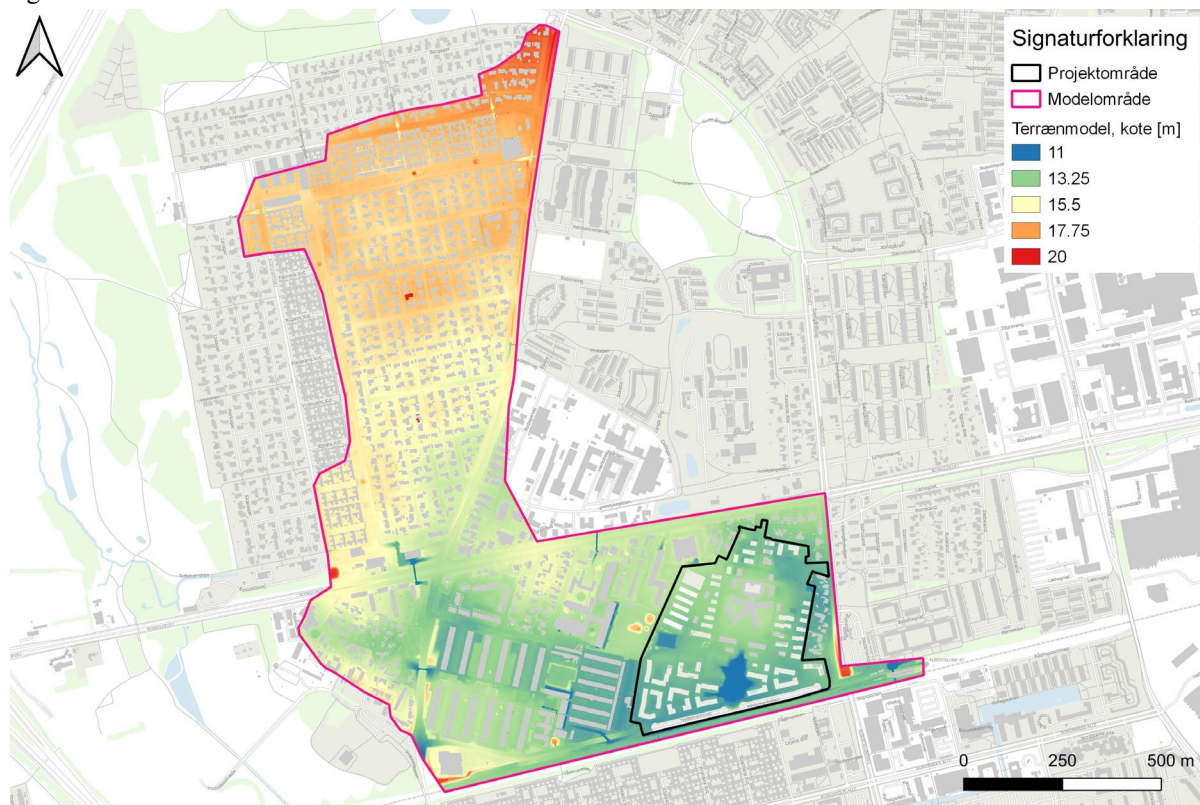
Terrænmodellen af det eksisterende terræn fremgår af figur 2.9. Bygninger i modelområdet er blanket ud vha. polygoner for de eksisterende bygninger i modelområdet. Dette gøres for at optimere på beregningstiden.



Figur 2.9 Terrænmodel af det nuværende terræn på baggrund af SCALGOs terrænmodel.

2.4.2 PLANLAGT TERRÆN

Der er udarbejdet en terrænmodel for projektområdet, der, sammen med terrænmodellen for den resterende del af modelområdet fra SCALGO, udgør en terrænmodel for modelområdet af de fremtidige forhold. I denne model er bygningerne ligeledes blanket ud, således områderne med de fremtidige bygninger er fjernet fra terrænmodellen på samme måde som bygningerne i det øvrige modelområde. Den nye terrænmodel fremgår af figur 2.10.



Figur 2.10 Terrænmodel for modelområdet, der er lavet vha. en udarbejdet terrænmodel for projektområdet samt en terrænmodel fra SCALGO for det øvrige modelområde.

2.5 SAMMENKOBLING AF MIKE URBAN OG MIKE 21 I MIKE FLOOD-MODEL

MIKE URBAN modellen kobles med MIKE 21-modellen i alle brønde, der er beliggende inden for terrænmodellens område.

Der benyttes følgende koblingsparametre, der tager udgangspunkt i vejledende parametre fra HOFOR:

- Max flow: 1 m³/s
- Inlet area: 1 m²
- Discharge coefficient: 0.98
- Qdh-faktor: 0,1

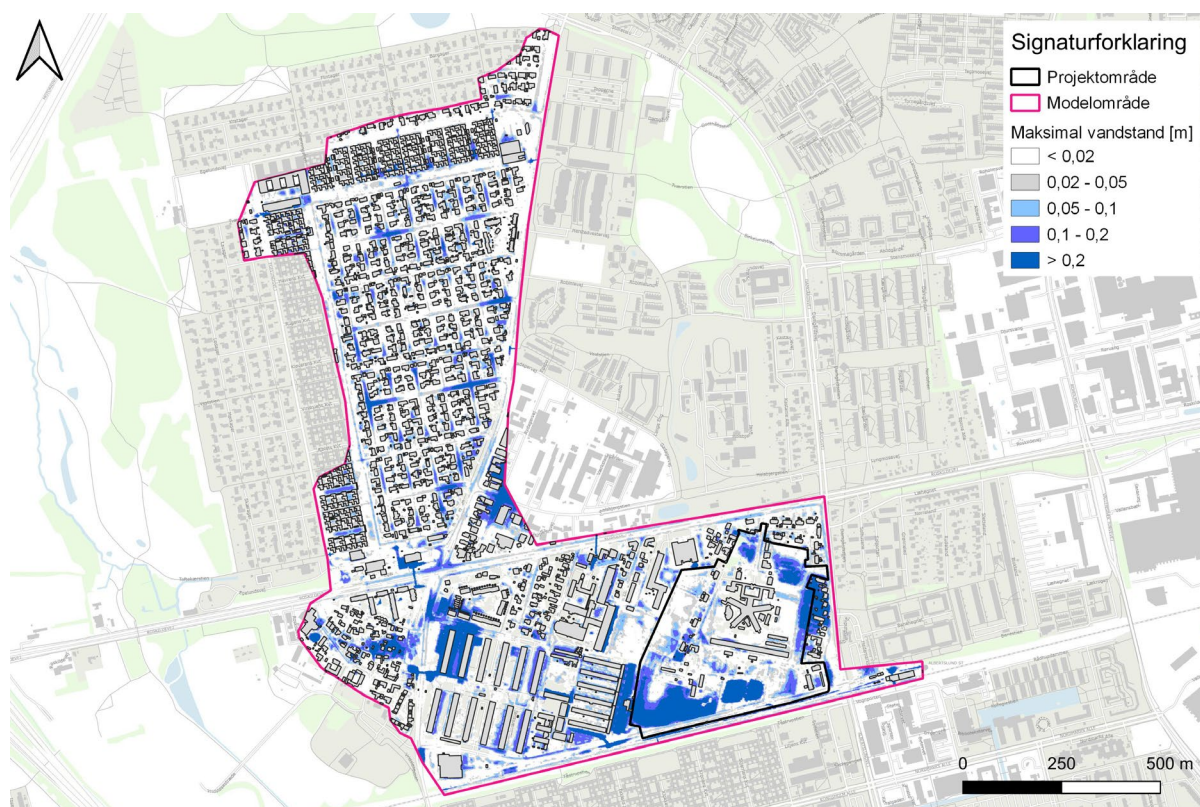
Ved modelranden er der anvendt en lukket randbetingelse. Det betyder, at der hverken strømmer vand ind eller ud af modellen på terræn.

3 RESULTAT AF MIKE FLOOD-BEREGNINGER

I følgende afsnit præsenteres resultaterne af de hydrauliske beregninger for de eksisterende og for de fremtidige forhold. Der er udført hydrauliske beregninger for T100 om 100 år.

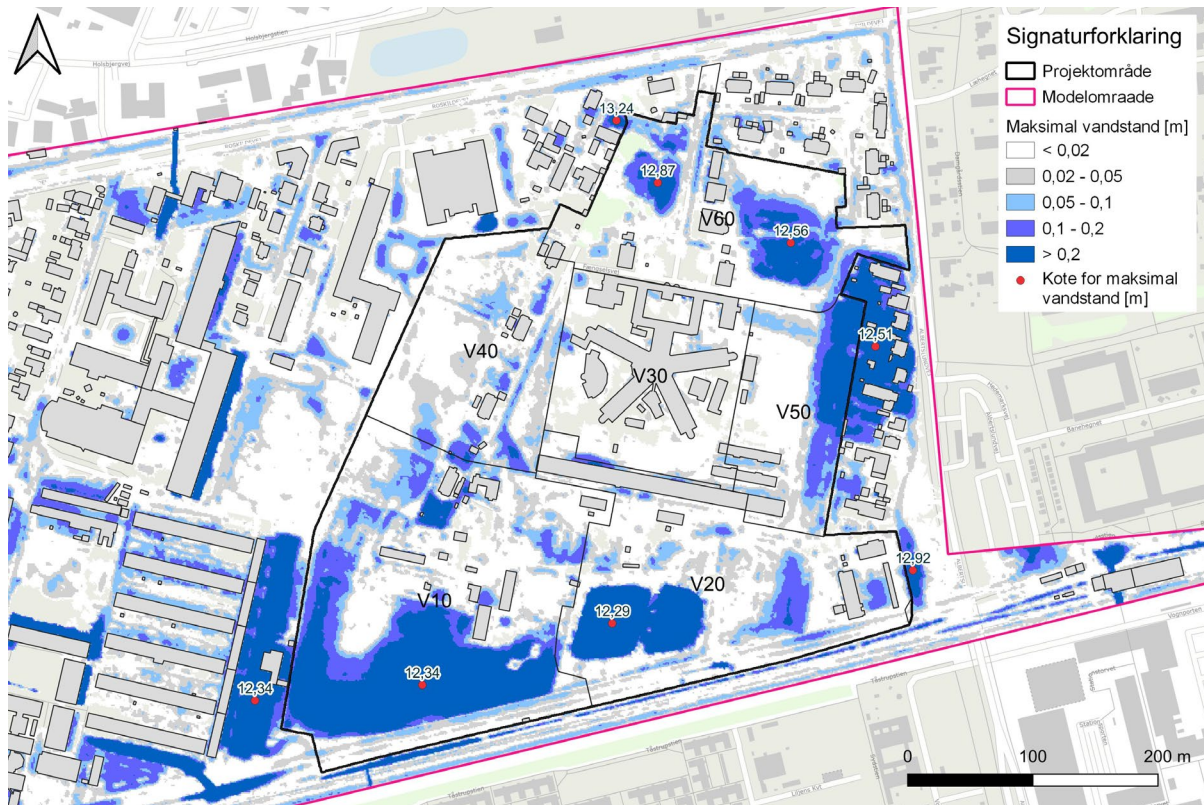
3.1 EKSISTERENDE SITUATION

Af figur 3.1 fremgår den maksimale vandstand på terræn i simuleringsperioden med det eksisterende terræn og den eksisterende bebyggelse i projektområdet.



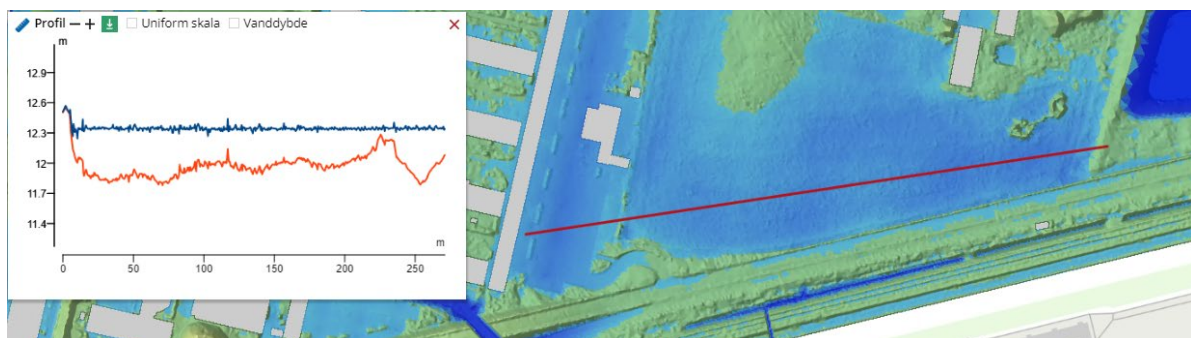
Figur 3.1 Maksimal vanddybde i modelområdet ved en 100-årshændelse om 100 år.

På figur 3.2 fremgår den maksimale vandstand i projektområdet, hvor vandstandskoten fremgår i udvalgte områder.



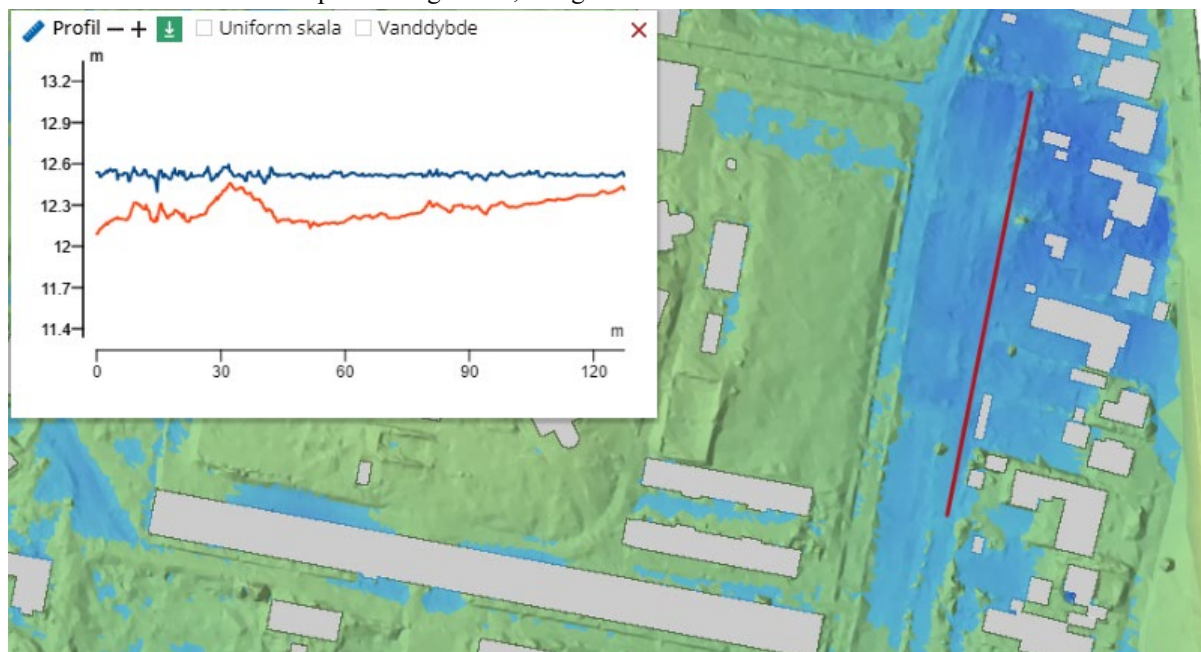
Figur 3.2 Maksimal vanddybde samt vandstandskote i projektområdet ved eksisterende forhold ved en 100-årshændelse om 100 år.

Som det fremgår af figur 3.2 er den maksimale vandstandskote i bassin G med de nuværende forhold i projektområdet ca. 12,3 meter. I den sydvestlige del af projektområdet, V10, samt på parkeringsarealet lige vest for V10 fremgår en maksimal vandstandskote på ca. 12,35 meter og en maksimal vanddybde på op til 50 cm, se figur 3.3, hvor MIKE FLOOD-resultatet er indlæst i Scalgo.



Figur 3.3 Snit af oversvømmelsen modelleret med MIKE FLOOD i den sydvestlige del af projektområdet, V10. Blå linje viser vandstandskoten, mens den orange linje viser terrænkoten.

Af figur 3.2 fremgår desuden høj vandstand i det østlige område, V50, hvor vandstandskoten er ca. 12,5 meter med en maksimal vandstand på omkring 40 cm, se figur 3.4.



Figur 3.4 Snit af oversvømmelsen modelleret med MIKE FLOOD i den østlige del af projektområdet, V50. Blå linje viser vandstandskoten, mens den orange linje viser terrænkoten.

Figur 3.2 viser udover ovennævnte områder vandstandskoter i udvalgte områder langs projektområdes grænse samt i projektområdet, som holdes op imod resultatet af MIKE FLOOD for den fremtidige situation.

3.2 FREMTIDIG SITUATION

Af figur 3.5 fremgår den maksimale vandstand på terræn i simuleringsperioden med det projekterede terræn og den fremtidige bebyggelse i projektområdet.



Figur 3.5 Maksimal vanddybde samt vandstandskote i projektområdet ved fremtidige forhold ved en 100-årshændelse om 100 år.

Som det fremgår af figur 3.5 er den maksimale vandstandskote i bassin G ca. 12,0 meter, hvilket er knap 30 cm mindre end i den nuværende situation.

I det sydvestlige område, V10, fremgår, at den maksimale vandstandskote er faldet, hvilket skyldes, at terrænet i V10 er hævet, og at vandet ledes til bassin G, som har fået et større volumen. Derudover fremgår det, at vandstandskoten på parkeringsarealet vest for V10 er faldet, hvilket skyldes, at der i den fremtidige situation ledes vand ind i projektområdet ved boldbanebassinet, hvorfor ledningerne under parkeringsarealet skal håndtere en mindre mængde vand.

I det østlige område, V50, er vandstandskoten uændret, og den maksimale vanddybde er fortsat stor.

I de øvrige områder er den maksimale vandstandskote i den fremtidige situation lavere end i den nuværende situation fraset et område i den nordlige del af projektområdet, V60. Her stiger vandstanden, hvilket indarbejdes i den fremtidige bebyggelsesplan.

3.3 KONKLUSION

Resultatet af Mike Flood-beregningerne viser generelt en reduktion i den maksimale vandstandskote, både inden for projektområdet og i nærliggende områder. Dog er vandstandskoten i den østlige del af området, V50, samt i beboelsesområdet øst for V50 uændret, mens vandstandskoten i et område i den nordlige del af projektområdet er steget.

Vandstand i bassin og langs grænsen til projektområdet:

	Bassin G	Sydvestlig grænse (parkeringsareal)	Sydøstlig grænse	Østlig grænse (beboelsesområde nær V50)	Nordlig grænse
Nuværende situation	12,29	12,34	12,92	12,51	13,24
Fremtidig situation	12,02	12,13	12,90	12,51	13,21

KRAV TIL STRØMNINGSVEJE OVER SKEL

Det ses ud fra resultaterne fra Mike Flood-modellerne for Vridsløse at vandstandskoterne (ovenstående skema) omkring strømningsvejene er mindre eller det samme for den fremtidige situation sammenlignet med eksisterende forhold.

Den fremtidige terrænplan for Vridsløse giver mere plads til opstuvning af skybrudsvand og sænker derved opstuvningskoterne (undtagen ved V50) for skybrudsvand udenfor Vridsløse ved T100.

Det betyder at den fremtidige udviklingsplan for Vridsløse ikke forringer forholdene for naboer ved en klimafremskrevet 100-års regn hændelse.

4 REFERENCER

Albertslund Kommune. (2022). *Spildevandsplan - Designkriterier*. Hentet fra <https://spildevand.albertslund.dk/plan/designkriterier>