Til
Viborg Kommune

Dokumenttype
Baggrundsrapport

Dato
Maj, 2020
Vers. 1, januar, 2021

FORUNDERSØGELSE AF 5 RISIKOOMRÅDER HAMMERSHØJ, VAMMEN OG FREDERIKS

RAMBØLL Bright ideas. Sustainable change.

FORUNDERSØGELSE AF 5 RISIKOOMRÅDER HAMMERSHØJ, VAMMEN OG FREDERIKS

Projektnavn	**Forundersøgelse af 5 risikoområder**
Projektnr.	**1100032026**
Modtager	**Thomas Møller Schmidt, Viborg Kommune**
Dokumenttype	**Rapport**
Version	**1**
Dato	**14-01-2021**
Udarbejdet af	**TOVK**
Kontrolleret af	**IKP**
Godkendt af	**IKP**
Beskrivelse	**Baggrundsrapport og anbefalinger**

Rambøll
Lundborgvej 16
DK-8800 Viborg

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
https://dk.ramboll.com

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

INDHOLD

1.	**Indledning og baggrund**	**2**
1.1	Modelforudsætninger	2
1.1.1	ScalgoLive	3
2.	**Eksisterende bindinger**	**4**
2.1	Hammershøj	4
2.2	Frederiks	4
2.3	Vammen	5
3.	**Delprojekt 1 – Hammershøj**	**6**
3.1	Overfladeafstrømning	6
3.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	8
3.3	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	8
3.4	Konsekvens ved oversvømmelse	9
3.5	Indsatsmuligheder	9
3.5.1	Separatkloakering	9
3.5.2	Håndtering på terræn	10
3.6	Vurderinger	12
3.7	Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	13
3.8	Anlægsoverslag	13
4.	**Delprojekt 2 – Frederiks**	**14**
4.1	Overfladeafstrømning	14
4.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	16
4.3	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	17
4.4	Konsekvens ved oversvømmelse	17
4.5	Indsatsmuligheder	18
4.5.1	Separatkloakering	18
4.6	Vurderinger	22
4.7	Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	23
4.8	Anlægsoverslag	23
5.	**Delprojekt 3 - Vammen**	**24**
5.1	Overfladeafstrømning	24
5.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	26
5.3	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	28
5.4	Konsekvens ved oversvømmelse	28
5.5	Indsatsmuligheder	29
5.5.1	Separatkloakering	29
5.6	Vurderinger	30
5.7	Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	31
5.8	Anlægsoverslag	32
Bilag 1 – Udsendt spørgeskema		**33**
Bilag 2 – modtagere af spørgeskema		**34**

1. INDLEDNING OG BAGGRUND

Viborg Kommune har i klimatilpasningsplanen udpeget 77 risikoområder på baggrund af oversvømmelseskortene. Fem af disse risikoområder er prioriteret til forundersøgelser, der skal konkretisere omfanget af oversvømmelserne og skitsere mulige løsninger til afhjælpning. De fem risikoområder er opdelt i følgende delprojekter:

- Delprojekt 1: Risikoområde 41 i Hammershøj
- Delprojekt 2: Risikoområde 45 og 47 i Frederiks
- Delprojekt 3: Risikoområde 66 og 67 i Vammen



Figur 1: Illustration af de fem udpegede risikoområder

Denne rapport gennemgår forundersøgelser samt anbefalinger til afhjælpning af oversvømmelserne, som Rambøll har udarbejdet for Viborg Kommune. Rapporten er et resultat af en proces bestående af 2 faser. Fase 1 hvor der er udført en indledende risiko- og konsekvensvurdering af delprojekterne. Ved et indledende møde mellem Energi Viborg Vand, Viborg Kommune og Rambøll blev delprojekterne overordnet gennemgået for risiko, planlagte tiltag samt eventuelle indsatser. I en fase 2 har Rambøll efterfølgende skitseret løsningsforslagene og udarbejde overordnede anlægsoverslag for indsatserne.

Afrapporteringen er opbygget med afsæt i de 3 delprojekter, dvs. at der til hvert delprojekt er udarbejdet en indledende risiko- og konsekvens analyse og løsningsforslag.
Afslutningsvis er der lavet en anbefaling til videre bearbejdning af løsningsforslagene.

1.1 Modelforudsætninger

Ved projektopstart fik Rambøll udleveret de Mike Flood modeller, der blev benyttet til beregning af oversvømmelseskort i klimatilpasningsplanen.

Der blev endvidere udleveret udtræk af DanDasGraf-databasen modtaget fra Energi Viborg d. 25.10.2019. De udleverede modeller for statussituationen er blevet sammenholdt med disse udtræk. Der er sammenlignet bundkote, dækselkote og ledningsdimension og evt. ændringer er indarbejdet. Derudover er der i nogle områder tilføjet spildevand- og regnvandsledninger, hvor der i den udleverede modeller var et forældet fællessystem. Der er ikke ændret på oplande i de opdaterede modeller og alle befæstelsesgrader er bibeholdt.

Den benyttede terrænmodel er ny ift. de oprindelige oversvømmelsesberegninger. Terrænmodellen er udarbejdet på baggrund af data fra Kortforsyningen[1] med en cellestørrelse på 40 gange 40 cm. Ved oversvømmelsesberegninger anvendes en midlet terrænmodel med en cellestørrelse på 1,6 gange 1,6 meter.

Alle fællesbrønde og regnvandsbrønde er koblet til terrænmodellen ved oversvømmelsesberegningerne. Der er anvendt et koblingsareal på 1 celle pr. brønd – dvs. 1,6 meter gange 1,6 meter.

[1] Terrændata er hentet ned d. Januar 2020.

Planmodellerne er som udgangspunkt identisk med opdaterede statusmodeller, dog er der indarbejdet skitse- eller detailprojekter af separeringer og bassiner, hvor dette er relevant.

Alle regnhændelser er genereret ud fra SVK-regneark version 4.1, for regnhændelser med gentagelsesperiode på 10, 20 og 50 år.
Der er anvendt følgende klimafaktorer og sikkerhedsfaktorer ved de forskellige regnhændelser:

CDS 10 – Klimafaktor 1,3 og modelusikkerhedsfaktor 1,1 – Samlet = 1,43
CDS 20 – Klimafaktor 1,32 og modelusikkerhedsfaktor 1,1 – Samlet = 1,45
CDS 50 – Klimafaktor 1,37 og modelusikkerhedsfaktor 1,1 – Samlet = 1,51

Regnene har en varighed på 6 timer = 360 minutter, tidsskridt 10 min

1.1.1 ScalgoLive

ScalgoLive er benyttet til at danne et detaljeret overblik over strømningsveje og lokale lavninger. ScalgoLive er et webbaseret screeningsværktøj, der giver et nemt og hurtigt overblik over vandets vej på terræn. Scalgolive tager dog ikke højde for nedsivning eller at en stor del vand vil forsvinde i kloak.

I afsnit omhandlende overfladeafstrømning er der i ScalgoLive benyttet regndybder svarende til 10 og 100 års regnhændelse med en samlet faktor på 1,0 med en varighed på 4 timer.

Enkelte steder er der foretaget analyser i ScalgoLive, hvor det antages, at en del af en given regn forsvinder i kloakken. Ved disse analyser anvendes ovenstående regn dog med en samlet faktor på 1,51 svarende til den højeste anvendte sikkerhedsfaktor i MikeFlood beregningerne

2. EKSISTERENDE BINDINGER

I områderne findes der forskellige eksisterende bindinger i form af fredninger m.m. Disse bindinger gennemgås i de følgende afsnit.

2.1 Hammershøj

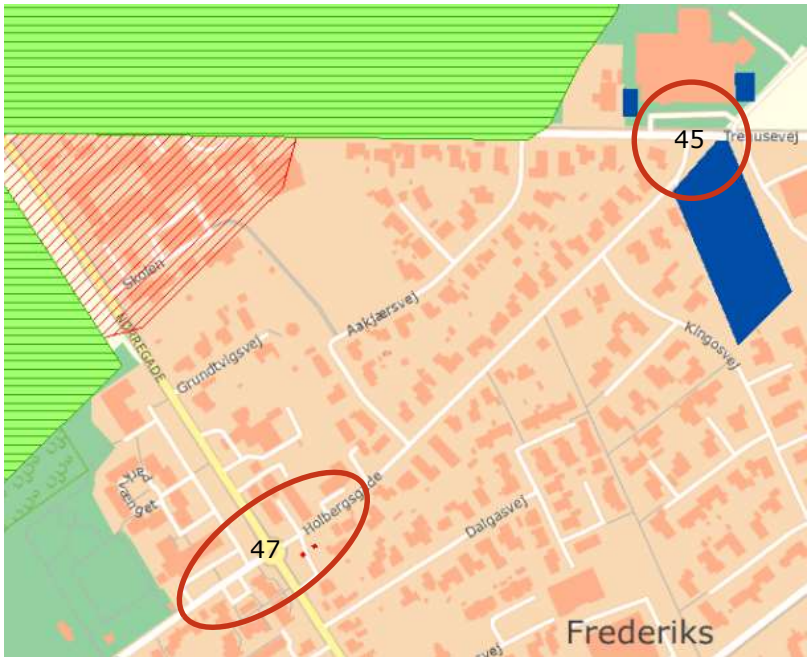
Det eksisterende regnvandsbassinbassin i Hammershøj samt omkringliggende areal, jf. Figur 2, er udpeget som beskyttet sø og eng. En ændring af søen samt den omkringliggende fredede eng, kræver dispensation fra Miljøbeskyttelseslovens §3. Ellers er der ingen bindinger i området. I forlængelse hermed kan det oplyses, at Den beskyttede mose mod syd er blevet nedlagt pga. dyrkning af arealet. Dette er blevet fastslået i forbindelse med en myndighedsbehandling, som vedrører udvidelsen af stuvningsvolumenet i det eksisterende bassin.



Figur 2: Illustration af fredninger ved risikoområde 41 i Hammershøj. Data er taget fra Arealplan. Grøn skravering er beskyttet mose, Blå skravering er beskyttet sø.

2.2 Frederiks

I Frederiks findes der forekomster af jordforurening i klasse V1 (ved risikoområde 45) og V2 (ved risikoområde 47), hvor sidstnævnte arealmæssigt er mindre forureninger. Desuden findes der skovbyggelinie og kirkebyggelinie i nærhed af risikoområderne, jf. Figur 3



Figur 3: Illustration af fredninger ved de to risikoområder 45 og 47 i Frederiks. Data er taget fra Arealplan. Rød flade er jordforurening i klasse V2, blå flade er jordforurening i klasse V1, Rød skravering er kirkebyggelinie og grønflade er skovbyggelinie.

2.3 Vammen

I Vammen ligger risikoområde 66 indenfor kirkebyggelinien samt i nærheden af fredede områder, jf. Figur 4 . Ved risikoområde 67 er eksisterende regnvandsbassin registreret som beskyttet sø. En ændring af bassinet, kræver dispensation fra Miljøbeskyttelseslovens §3.



Figur 4: Illustration af fredninger ved de to risikoområder 66 og 67 i Vammen. Data er taget fra Arealplan. Rød skravering er kirkebyggelinie, lyseblå skravering af fredede områder og mørkeblå skravering er beskyttet sø.

3. DELPROJEKT 1 – HAMMERSHØJ

Oversvømmelsen i risikoområde 41 i Hammershøj sker langs Hyldemosevej. Vejen er en mindre villavej med forbindelsesvej i begge ender og udgør ikke en hovedtransportvej i byen.

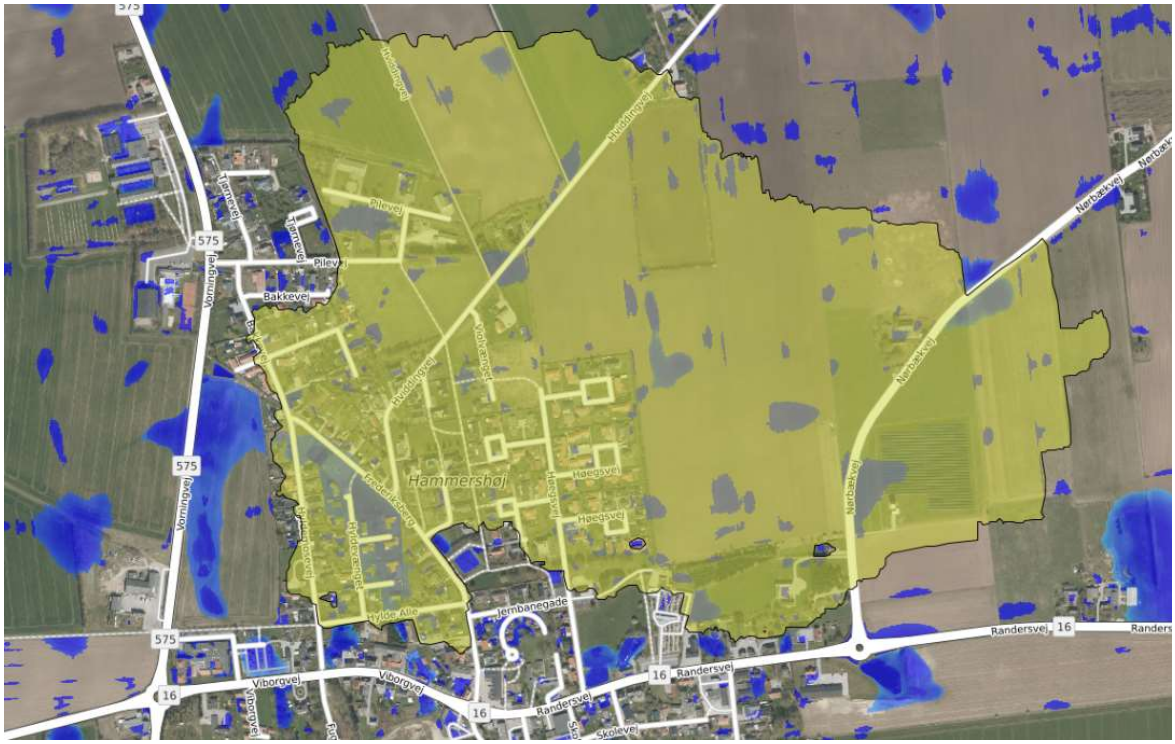


Figur 5: Hammershøj med risikoområdet ved Hyldemosevej.

I det følgende kommer en kortlægning og konkretisering af kilderne til oversvømmelsen, herunder hvilken konsekvens selve oversvømmelsen har både i en status- og plansituation.

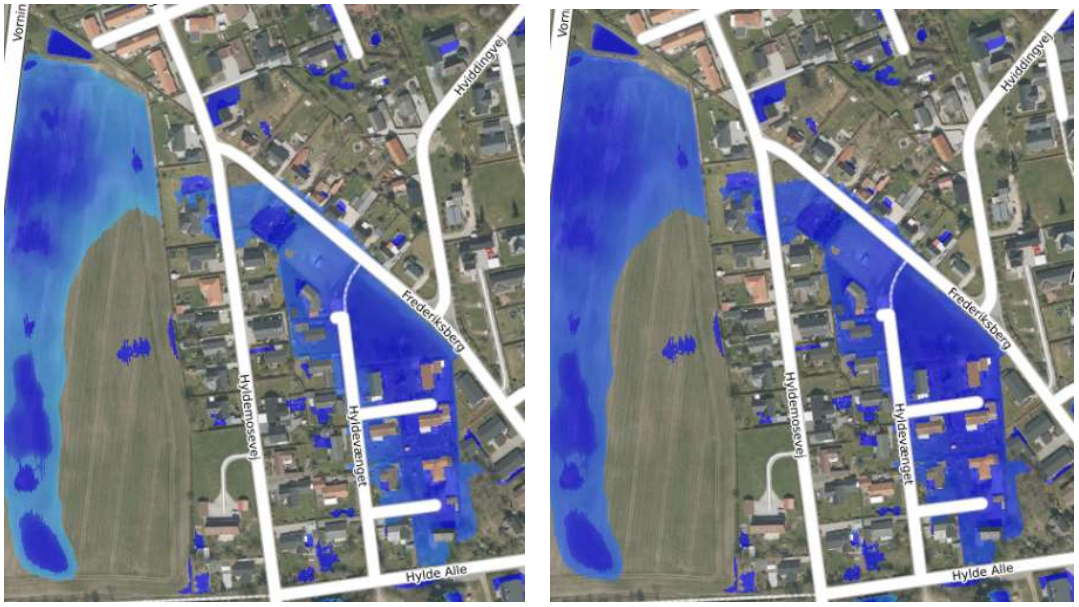
3.1 Overfladeafstrømning

På Figur 6 ses det topografiske opland, som afvander til risikoområde 41 ved Hyldemosevej. Det topografiske opland er vist for en regndybde svarende til hhv. en 10 og 100 årshændelse (med Sikkerhedsfaktor på 1,5), med en varighed på 4 timer, svarende til henholdsvis 36 og 60 mm regn. Der er ikke forskel i udbredelsen af det topografiske opland mellem de to hændelser der strækker sig over et areal på ca. 86 Ha.



Figur 6: Typografisk opland til Hyldemosevej ved en 10 og 100 årshændelse med 4 timers varighed (svarende til henholdsvis 36 og 60 mm). Arealet udgør 86 Ha og ændrer sig ikke mellem de to hændelser. De viste oversvømmelser svarer til 100 årshændelsen, hvis intet vand løber til kloak eller nedsiver. Data fra ScalgoLIVE.

På Figur 7 vises med blåt de områder hvor der vil lægge sig vand ved henholdsvis 10 og 100 årshændelsen, hvis intet vand løber til kloak eller nedsiver. Det ses, at der er udbredte oversvømmelser ved Hyldevænget, på de ubebyggede parceller samt det grønne område langs Frederiksberg desuden samles der vand ved Hyldemosevej 27 som ligger indenfor risikoområde 41.

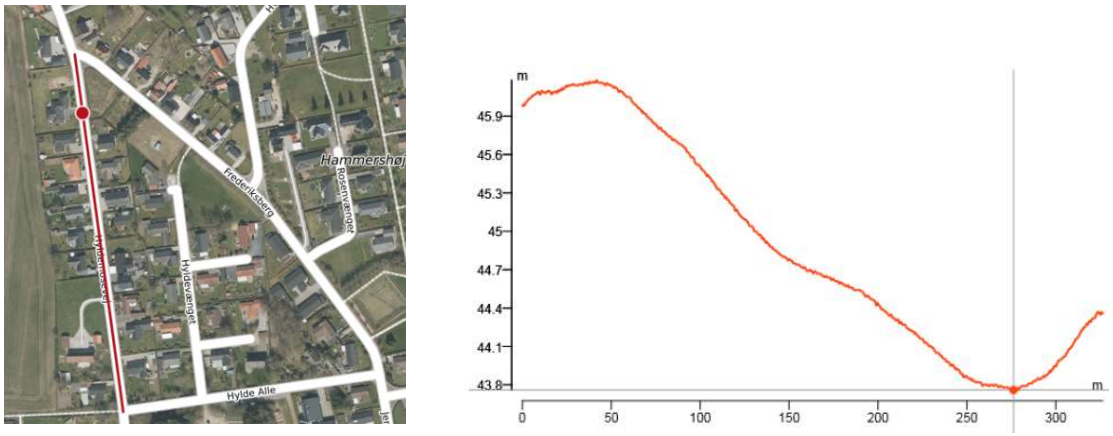


Figur 7: Udbredelse af vand på terræn ved Hyldemosevej, ved en 10 (venstre) og 100 årshændelse (højre) med 4 timers varighed (svarende til henholdsvis 36 og 60 mm), hvis intet vand løber til kloak eller nedsiver. Data fra ScalgoLIVE.

Udbredelsen af vand på terræn ved Hyldemosevej og Hyldevænget på Figur 7, påvirker omkring 11 huse. Udbredelsen vil dog ikke være så voldsom i virkeligheden, da noget vand vil nedsive og andet vil forsvinde i kloakken. Lavningen ved Hyldevænget modtager dog vand fra så stort et

opland, at der ved større regn må forventes, at der står vand på terræn. Hyldevænget ligger udenfor risikoområdet, men medtages i nærværende rapport.

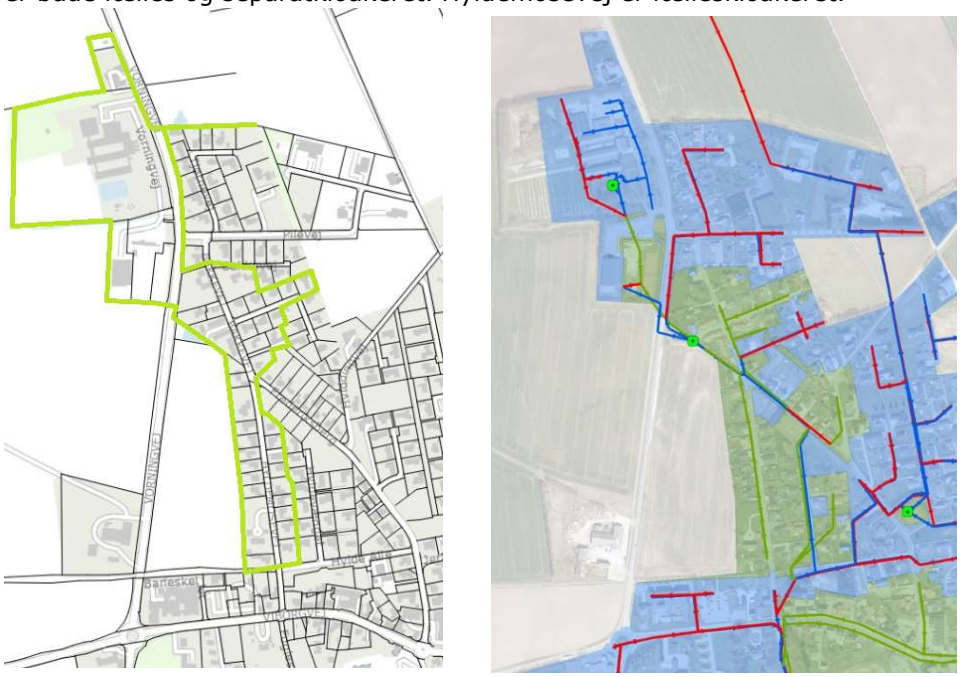
Samlingen af vand på Hyldemosevej skyldes en lavning i vejens længdeprofil ud for nummer 27, jf. Figur 8



Figur 8: Længdeprofil af Hyldemosevænget. Rød plet indikerer vejens lavpunkt ud for Hyldemosevej 27.

3.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

Kloakoplandet opstrøms den potentielle oversvømmelse ved Hyldemosevej udgøres kun af selve Hyldemosevej. Men ved krydset mellem Hyldemosevej og Frederiksberg løber flere fællesledninger sammen og løber videre i en Ø250 langs Frederiksberg. Oplandet til denne Ø250 udgør ca. 10, 7 Ha, og er vist på Figur 9. Oplandene til fællesledningen nedstrøms risikoområdet er både fælles og separatkloakeret. Hyldemosevej er fælleskloakeret.



Figur 9: Kloakopland til fællesledning nedstrøms risikoområde 41. Til venstre: Opland til ledningsknudepunktet i krydset ved Hyldemosevej og Frederiksberg. Til højre: Oplande fra Statusmodellen. Grøn er fælles kloakeret mens blå er separatkloakeret.

3.3 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

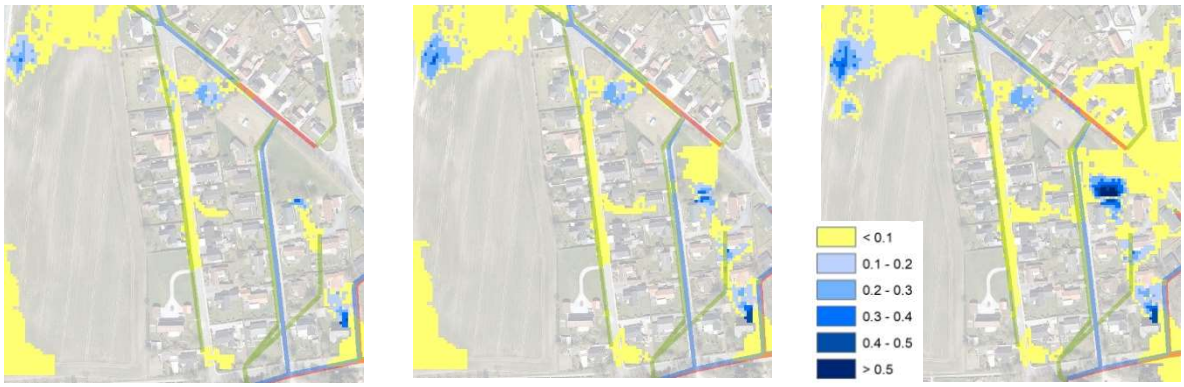
Viborg Kommunes vejafdeling har ingen registreringer vedr. oversvømmelser på Hyldemosevej. Der har i forbindelse med denne rapport været udsendt spørgeskema til 8 adresser på Hyldevænget samt Frederiksborg. I bilag 1 ses et eksempel på det pågældende spørgeskema. I bilag 2 ses oversigt over de adspurgte adresser. Af de kontaktede adresser vendte 3 tilbage med svar. Disse 3 adresser har ikke haft problemer med vand på terræn i den tid de har boet på adresserne. Beboeren af Hyldevænget 22, der har boet på matriklen siden 1976, har nogle få

gange oplevet lidt vand langs dæmningen op mod det grønne område, men intet der har givet problemer.

3.4 Konsekvens ved oversvømmelse

På Figur 10 ses den beregningsmæssige udbredelse af vand på terræn ved en 10, 20 og 50 årshændelse. Denne figur viser kun oversvømmelser forårsaget af opstuvning fra kloaksystemet. Oversvømmelsen ved Hyldemosevej koncentrer sig hovedsagelig til selve vejbanen og holder sig under 10 cm dybde. Dette vurderes ikke til at være kritisk. Ud for Hyldemosevej 27 ved vejens lavpunkt står der ved 10 års hændelsen vand på vejbanen med en dybde på 10-20 cm, udbredelsen af oversvømmelsen øges ved de større hændelser. Det ville være at foretrække, at opstuvningen helt undgås, da der er tale om fællesvand, der introduceres til terræn.

Ved Hyldevænget ses det, at der allerede ved 10 årshændelsen løber vand fra nordligste brønd på fællesledningen liggende mellem grundene, og videre mod nord, hvor vandet samler sig mellem Hyldevænget 20 og 22. Ved 20 årshændelsen øges udbredelsen og der begynder også at ske opstuvning af fællesvand fra en brønd på Frederiksberg hvor vandet løber ind i det grønne område.



Figur 10: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 41 i Hammershøj. Beregningerne er fra nye status beregninger udført i 2020. Fra venstre vises maksimal dybde af vand på terræn i meter for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelse.

Fremtiden

Det topografiske opland og kloakoplandet til område ved Hyldemosevej og Hyldevænget er ikke fuldt udbygget. Derfor vil der kunne ske en øgning af befæstelses i oplandet, hvilket alt andet lige vil forværre problemerne i fremtiden. Desuden foreskriver klimaprognoserne, at der vil komme kraftigere regn i fremtiden, hvorved oversvømmelserne vil kunne ske hyppigere end pt.

Energi Viborg Vand A/S planlagt separering af hele Hyldemosevej, Hyldemosevænget samt Bakkevej og Frederiksberg Bakke, herunder udvidelse af eksisterende bassin. Separeringen vil blive gennemført i 2020/21.

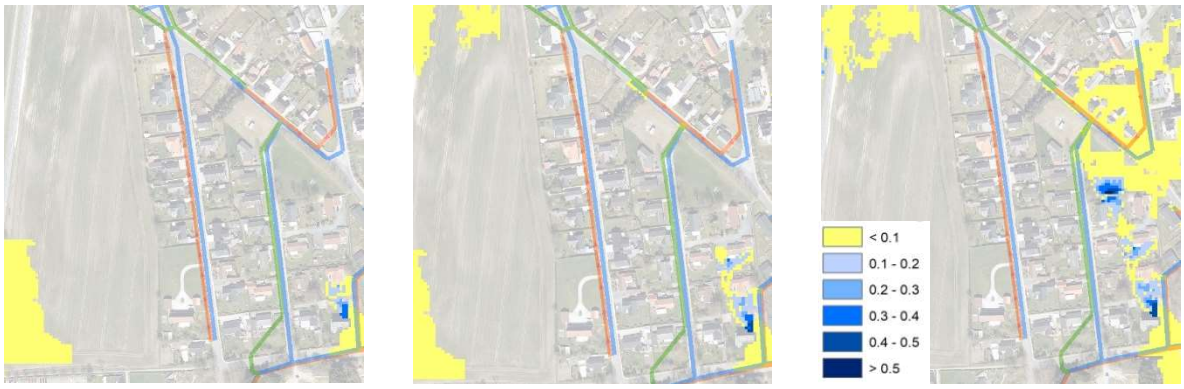
3.5 Indsatsmuligheder

I det følgende ses på hvilke indsatsmuligheder, der kan indarbejdes i området for at afhjælpe oversvømmelserne. Hvis Energi Viborg Vand allerede har nogle projekter skitseret indarbejdes de i de fremtidige scenarier.

3.5.1 Separatkloakering

Energi Viborg Vand A/S planlægger at separatkloakere Hyldemosevej, Hyldemosevænget, Bakkevej og Frederiksberg Bakke. Dette bevirker, at eventuelle oversvømmelser i fremtiden kun vil bestå af separat regnvand i de to omtalte områder, hvilket ikke har samme negative konsekvenser som opspædet spildevand.

Når separeringen gennemføres, har det stor gavnlig virkning på risikoområde 41. Det ses af Figur 11, at separeringen helt fjerner risikoen for vand på terræn ved risikoområde 41, ved de benyttede 10, 20 og 50 årshændelser.



Figur 11: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 41 i Hammershøj. Beregningerne er fra plan beregninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

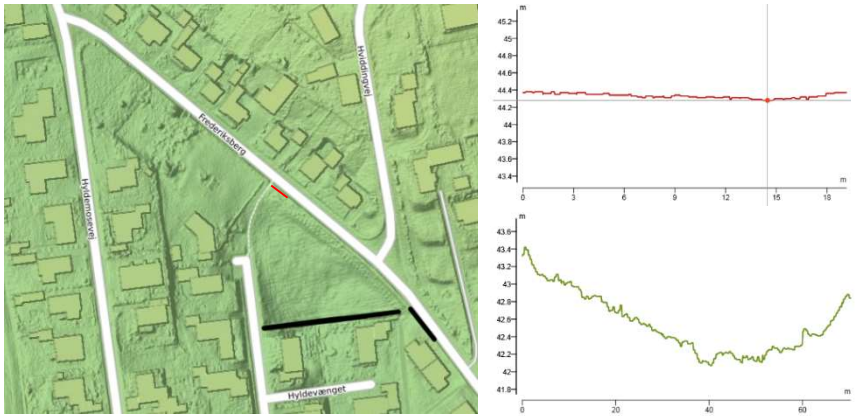
Ved 20 og 50 årshændelsen er der fortsat opstuvning af kloakvand langs den nu annullerede fællesledning mellem husene i Hyldevænget. Vandet kommer dog nu kun fra eksisterende regnvandsledning beliggende længst mod øst i figurudsnittene på Figur 11. Problemerne med vand på terræn er uændrede ved sammenligning med status på Figur 10. Udbedring af denne oversvømmelse er ikke indbefattet i dette notat. Beboerne i området har ifølge spørgeskemaundersøgelsen ikke oplevet generende problemer mht. vand på terræn. Det vurderes derfor at modellen overestimerer opstuvningen af vand. Det er anbefales derfor ikke, på nuværende tidspunkt, at udføre yderligere indsatsmuligheder mod opstuvning af regnvand fra den eksisterende regnvandsledning længst mod øst.

Ved 50 årshændelsen er der fortsat vand på terræn i det grønne område langs Frederiksberg samt mellem Hyldevænget 20 og 22. Vandet kommer til dels fra kloakken på Frederiksberg og Hviddingvej og til dels fra ovenstående omtalte opstuvning fra eksisterende regnvandsledning. Denne oversvømmelse behandles nærmere i næste afsnit.

3.5.2 Håndtering på terræn

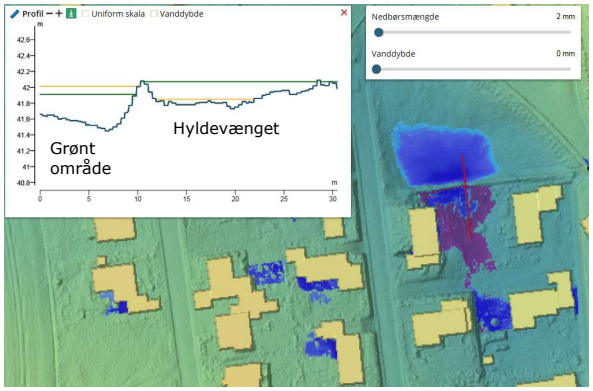
Da bygningerne ved Hyldevænget 20 og 22 ifølge beregningerne har problemer med vand på terræn ved en 50 årshændelse (reelt opstår problemerne et sted mellem en 20 og 50 års hændelse) grundet opstuvning fra kloakken på Frederiksberg og Hviddingvej, kunne det overvejes at udnytte det grønne areal langs Frederiksberg til tilbageholdelse af vand.

På Figur 12 er indtegnet hvor eksisterende terræn skal hæves, for at kunne udnytte det grønne areal til opbevaring af vand på terræn. Langs den sydlige grænse af det grønne område er der allerede en mindre dæmning, denne er også angivet med sort på figuren og det er denne, der forslås hævet. Ved Frederiksberg er der en større strømningsvej der løber direkte fra vejen og ned til Hyldevænget 20. Denne strømningsvej bør afskæres og vandet føres til det grønne område. Dette kan gøres ved at hæve kantstenen på et mindre stykke langs Frederiksberg, angivet med sort streg på Figur 12. Vandet vil selv løbe til det grønne område ved den røde streg Figur 12 når der står ca. 10 cm vand i lavningen på Frederiksberg. Accepteres dette vand ikke skal kantsten mv. sænkes.



Figur 12: Til venstre: placering af dæmninger således det grønne område kan benyttes til tilbageholdelse af overfladevand. Til højre: Øverst: længdesnit langs Frederiksberg, rød plet angiver lavpunktet hvor vandet har mulighed for at løbe ned til Hyldevænget 20. Nederst: Længdesnit af eksisterende dæmning langs sydlig grænse af det grønne område.

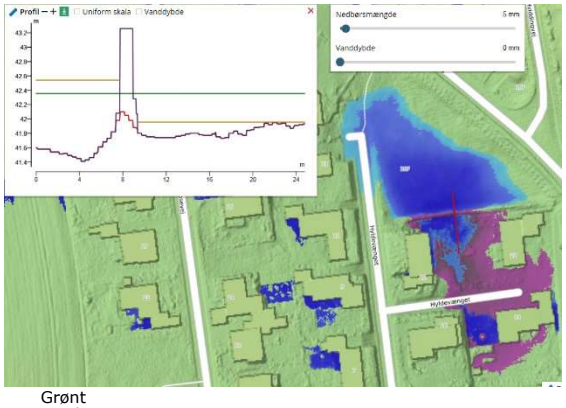
Langs den sydlige grænse af det grønne område findes en eksisterende mindre dæmning, der hæver sig ca. 30 cm over de private grunde mod syd. Hæves denne dæmning ikke, kan det grønne område magasinere en regnhændelse med en regndybde på 2 mm, uden vandet løber over til Hyldevænget, se Figur 13. På figuren ses også hvor stor effekt, den mindre ændring af kantstenen langs Frederiksberg har på udbredelsen af vand samt vanddybden ved Hyldevænget 20 og 22.

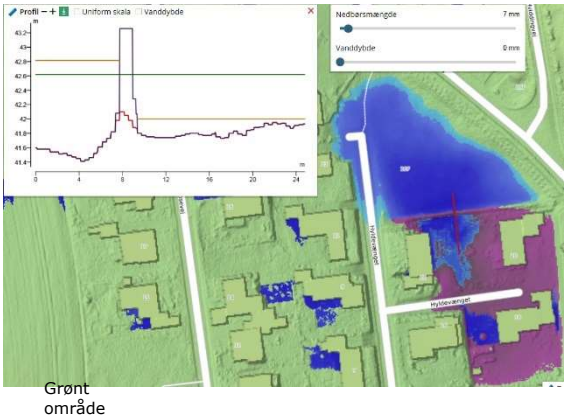


Figur 13: Udbredelse af vand på terræn ved 2 mm regn uden (lilla) og med (blåt) tilretning af kantsten langs Frederiksberg. Desuden vises et snit langs den røde streg, hvor grønne linjer viser vanddybde uden modificering af kantstenen langs Frederiksberg og gul viser vanddybde med modificering af kantstenen langs Frederiksberg. Data er fra ScalgoLIVE.

Det ses af Figur 13, at udbredelse af vand på terræn ved Hyldevænget 20 og 22 bliver stærkt reduceret samt at vandkoten falder fra 42,07 til 41,85 altså ca. 20 cm, ved blot at hæve kantstenen på Frederiksberg.

Ønskes det at tilbageholde mere vand i det grønne område, skal dæmningen hæves. Planmodelberegningerne viste, at der ikke er problemer med vand på terræn ved en 20

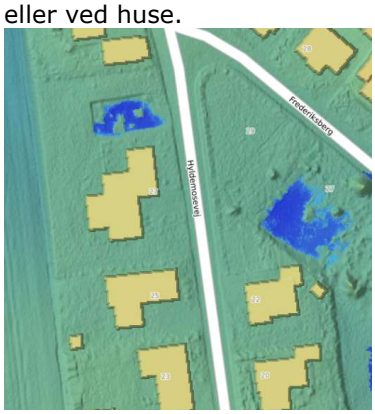




årshændelse, men de ses ved en 50 årshændelse. Det vil sige, at hele regndybden og peakflowet af en 20 årshændelse (43 mm) kan håndteres i kloakken. Det er ikke kendt ved hvilken regn, vand på terræn introduceres. Men antages det, at kloakken lige netop kan håndtere de 20 år og at der ved større regn vil ske opstuvning til terræn i brøndene på Frederiksberg, vil det grønne område kunne håndtere en 25 årshændelse uden at dæmningen hæves, da en 25 årshændelse er 2 mm dybere end 20 årshændelsen. En 35 og 40 årshændelse (47 og 50 mm regndybde) er henholdsvis 5 og 7 mm dybere end 20 årshændelsen. Skal disse regn håndteres i det grønne område, skal dæmningen hæves til minimum kote 42,55 eller 42,91, svarende til en øgning af dæmningshøjden med ca. 50 cm og 90 cm, jf. Figur 14. Dog kan der muligvis opstå hændelser hvor Hyldevænget aflaster til det grønne område og ikke omvendt, og hvis dæmningen hæves, vanskeliggøres dette. I ovenstående beregninger er det antaget, at intet vand nedsiver.

Figur 14: Udbredelse af vand på terræn ved 5 og 7 mm regn uden (lilla) og med (blåt) tilretning af kantsten langs Frederiksberg og hævning af dæmning ved det grønne areal. Desuden vises et snit langs den røde streg, hvor grønne linjer viser vanddybde uden modificering af kantsten og dæmning og gul viser vanddybde med modificering af kantstenen langs Frederiksberg og udbygning af dæmningen. Data er fra ScalgoLIVE.

Ved Hyldemosevej viste modelberegningerne, at der ikke ville være vand på terræn ved 50 årshændelsen. Ved antagelse om, at de første 52 mm af en regn (50 årshændelsen) løber til kloakken vil en regndybde på yderligere 8 mm svare til 100 årshændelsen (60 mm). På Figur 15 ses det, at 8 mm regn ved Hyldemosevej ikke giver anledning til vand på terræn på vejbanen eller ved huse.



Figur 15: Vand på terræn ved en regndybde på 8mm svarende til en 100 årshændelse under antagelse af, at de første 52 mm (50 årshændelse) kan håndteres i kloakken. Data fra ScalgoLIVE.

3.6 Vurderinger

Der er ifølge forsyningens driftsafdeling ikke indrapporteret problemer i området ved Hyldemosevej. Vejen er desuden en mindre vej, der ikke udgør en hovedfærdselsåre. Planberegninger viser, at der efter den planlagte separering af området ikke længere sker opstuvninger til terræn. Analyse med ScalgoLIVE viser desuden, at der ikke opstår vand på terræn ved en vanddybde svarende til en 100 årshændelse, under antagelse af, at de første 52 mm forsvinder i kloakken. Det vurderes derfor, at der ikke behøves at etableres yderligere foranstaltninger ved Hyldemosevej.

Status- og plan-modelberegninger viser, at der kan være problemer med vand på terræn ved Hyldevænget 20 og 22. Dog oplever husejerne ikke problemer med vand på terræn. Ønskes der fortsat en indsats kan det grønne område nord for de to huse med fordel inddrages til vandhåndtering ved regn større end 20 årshændelsen. Kantstenen langs Frederiksberg kan hæves en smule, således vand ikke ledes direkte ned til de to huse men i stedet ledes til det grønne område[2]. Desuden kan den eksisterende dæmning mellem husene og det grønne område hæves, således mere vand kan tilbageholdes. Ved nuværende højde vil det grønne område kunne tilbageholde, hvad der svarer til en 25 årshændelse. Inden gennemførelse af ovenstående bør det dog undersøges om det grønne areal er velegnet til nedsivning.
Herudover kan der ligeledes kigges på en løsning af opstuvningsproblemerne fra den eksisterende regnvandsledning, der løber mellem Hyldevænget 12 og Frederiksberg 11.

[2] Et bud vil være, at kantsten hæves 8-10 cm, men dette skal detailberegnes.

Det vurderes at risikoen for oversvømmelser i de to udpegede i selve risikoområdet er lille og med små konsekvenser. I forbindelse med andet kloakarbejde i området, er der desuden etableret 2 ekstra vejriste på Hviddingvej omkring 20 m før krydset med Frederiksberg. Det vil gøre en stor forskel ift. opsamling af det hurtigstrømmende overfladevand fra Hviddingvej og dermed minimeres mængden af vand, der løber over fortov ud til det grønne areal. Desuden har beboerne ikke har oplevet problemer med vand på terræn i området og det anbefales derfor ikke, på nuværende tidspunkt, at der foretages yderligere afværgeindsatser ved Hyldevænget.

3.7 Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

Separatkloakering betales af Energi Viborg Vand A/S. Projektet er sendt i udbud og forventes udført i løbet af 2020/21.

Ændring af kantsten og terræn bør håndteres af Viborg Kommune.

3.8 Anlægsoverslag

Nedenstående er regnet et overslag på ændring af kantstenslysning, såfremt det alligevel ønskes at lave en indsats. Der er ikke regnet økonomi på selve kloaksepareringen, da den udføres og betales af Energi Viborg Vand.

Risikoområde 41				
Beskrivelse	**Enhed**	**Stykpris**	**Antal**	**i alt**
Hæve kantsten (inkl. fortovsfliser og L-elementer)	m	1.500	20	30.000
Trykke kantsten	m	800	5	4.000
Hæve dæmning med 50 cm, b:1,5; l:70 m	m^3	100	55	5.500
I alt				39.500

Overslaget er lavet ud fra følgende forudsætninger:

- Kantsten udskiftes med L-elementer af en højde på 40 cm
- Projektet udføres i forbindelse med den igangværende kloakseparering. Hvis ikke vil dette fordyre projektet, da en entreprenør skal stille med maskiner i området.

4. DELPROJEKT 2 – FREDERIKS

Oversvømmelsen i risikoområde 45 i Frederiks sker lige syd for byens hal i krydset mellem Trehusevej og Holbergsgade. Trehusevej er en større gennemgående vej i Frederiks, vejen udgør en hovedtransportvej i byen.
Oversvømmelsen i risikoområde 47 i Frederiks sker i rundkørslen mellem Parkalle, Holbergsgade og Nørregade og breder sig op ad Holbergsgade og Parkalle. Alle vejene er større gennemgående veje i Frederiks, især Nørregade udgør en hovedtransportvej i byen. Se oversigtsfiguren nedenfor.

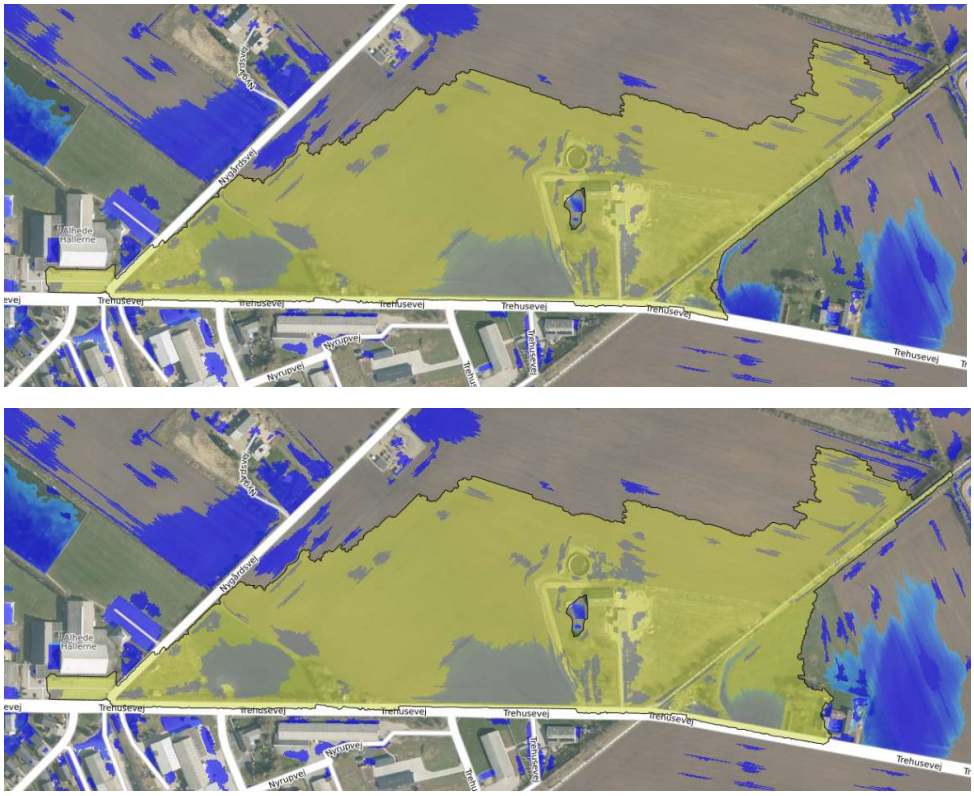


Figur 16: Oversigtskort over Frederiks med de to risikoområder.

I det følgende er beskrevet en kortlægning og konkretisering af kilderne til oversvømmelsen - herunder hvilken konsekvens selve oversvømmelsen har både i en status- og plansituation.

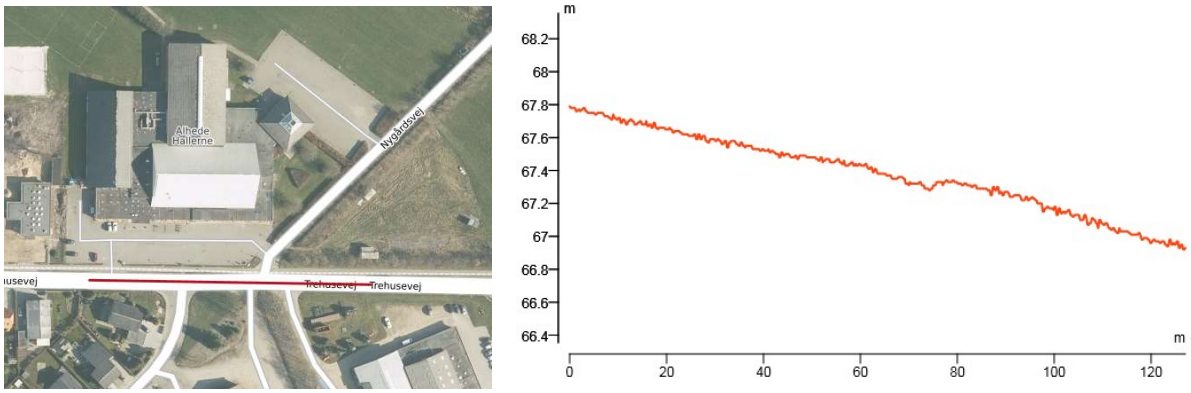
4.1 Overfladeafstrømning

På Figur 17 ses det topografiske opland, som afvander til risikoområdet 45 ved krydset syd for hallen i Frederiks. Det topografiske opland er vist i forhold til regndybderne svarende til hhv. en 10 og 100 årshændelse, med en varighed på 4 timer, svarende til en regndybde på henholdsvis 36 og 60 mm. Ved 10 årshændelse udgøres det topografiske opland af ca. 12 Ha, mens det ved 100 årshændelse øges til ca. 13 Ha. De blå områder indikerer de områder, hvor der vil lægge sig vand ved de to hændelser.



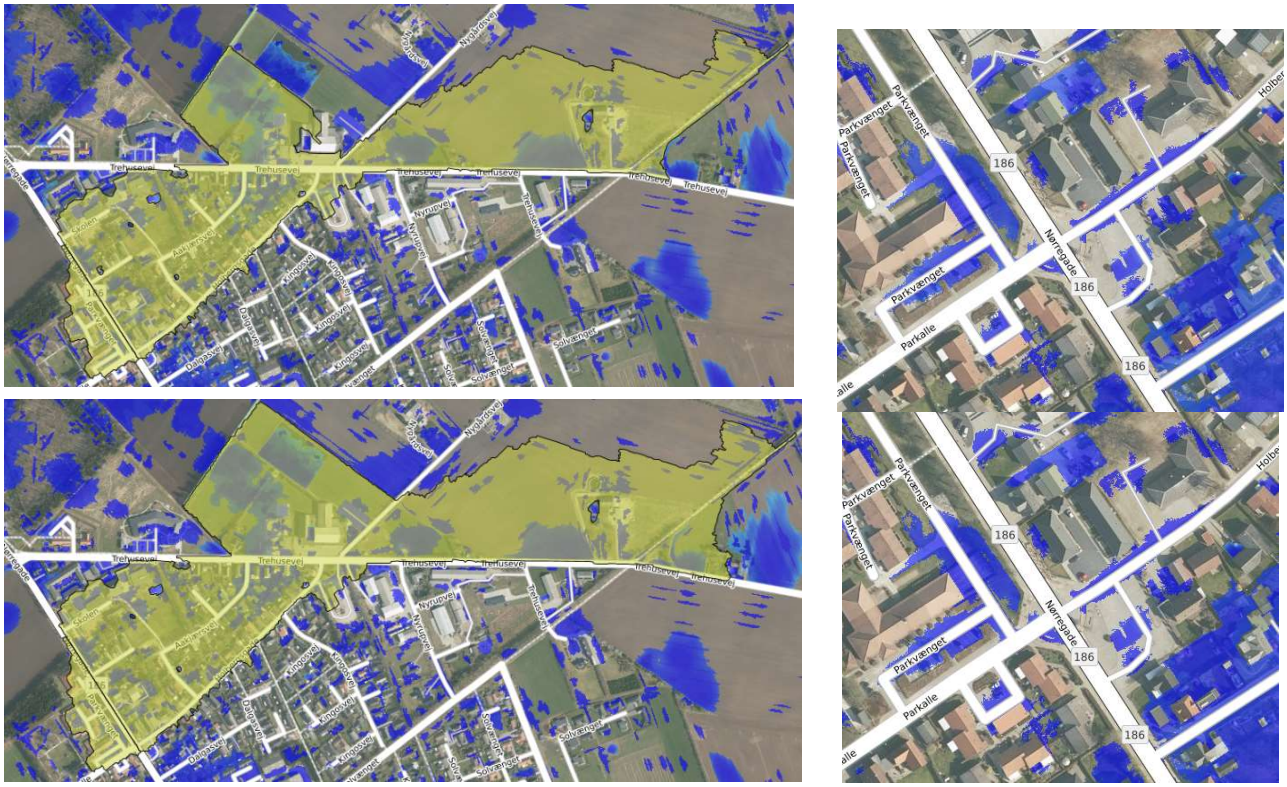
Figur 17: Typografisk opland til krydset syd for hallen i Frederiks (risikoområde 45) ved en 10 års- (øverst) og en 100 årshændelse med 4 timers varighed (svarende til 36 og 60 mm). Arealet udgør henholdsvis 12 Ha og 13 Ha. Med blåt er angivet vand på terræn ved de samme hændelser. Data fra ScalgoLIVE.

Der ses ikke nogen større samlinger af vand i risikoområdet på baggrund af afstrømning fra det topografiske opland Dette skyldes hovedsagelig, at vandet strømmer videre mod vest ad Trehusevej, jf. Figur 18. Der samler sig dog lidt vand på begge sider af Holbergsgade (vejen har tagfald) i krydset med Trehusevej.



Figur 18: Længdeprofil af Trehusevej fra øst mod vest ved risikoområde 45.

På Figur 19 ses det topografiske opland, som afvander til risikoområdet 47, krydset mellem Parkalle, Holbergsgade og Nørregade i Frederiks. Det topografiske opland er vist i forhold til regndybderne svarende til hhv. en 10 og 100 årshændelse, med en varighed på 4 timer, svarende til en regndybde på henholdsvis 36 og 60 mm. Ved 10 årshændelsen udgøres det topografiske opland af ca. 28,5 Ha mens det ved 100 årshændelse øges til ca. 32,5 Ha. De blå områder indikerer de områder hvor der vil lægge sig vand ved de to hændelser. Oplandet til risikoområde 45 er indeholdt i oplandet til risikoområde 47. Der er altså næsten ingen forskel på det topografiske opland ved en 10 og 100 årshændelse og terrænet synes også meget fladt i og omkring Frederiks.



Figur 19: Typografisk opland til rundkørsel i Frederiks ved en 10 års- (øverst) og 100 årshændelse (nederst) med 4 timers varighed (svarende til 36 og 60 mm). Arealet udgør ca. henholdsvis 28,5 Ha og 32,5 Ha. Med blåt er angivet vand på terræn ved de samme hændelser. Data fra ScalgoLIVE.

På Figur 19 ses det, at der ved 10 årshændelsen ligger sig vand i rundkørslen og på Holbergsgade og desuden er der vand ved dagcenteret. Vand, der ikke lægger sig i lavningerne, løber videre mod syd ad Nørregade, hvor det løber ind mellem husene ved Dalgasvej og Brorsonsvej. Ved 100 årshændelsen ligger der ikke mere vand i risikoområdet, da de lokale lavninger er fyldt op ved 10 årshændelsen og afstrømningen fra området øges dermed.

4.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

Risikoområde 45 ligger i toppunktet for tre kloakledninger, der henholdsvis løber mod øst ad Trehusevej, mod syd ad Holbergsgade og mod vest til Aakjærsvej. Den sidste ledning er som den eneste en separat regnvandsledning. Hallen er i modellen afkoblet kloaksystemet, da de snarest separeres og vil nedsive alt deres regnvand (se mere herom i afsnit 4.5.1). Denne afkobling har forbedret forholdene i status, hvorfor oversvømmelserne ikke er så udbredte som i oversvømmelseskortet. Dette viser, at afkoblingen af hallen bør have høj prioritet. Modellering af topstrækninger i modeller er altid behæftet med betydelige usikkerheder, da ledningsdimensionerne ofte er små, hvilket gør at den direkte tilstrømning fra oplande får meget stor betydning og ofte modelleres der for høje opstuvninger i topbrønde end længere nede i kloaksystemet (forsinkelsen i oplandene i modellen er ofte det der er sværest at modellere). Altså bør beregningerne i risikoområde tages med forbehold.

Kloakoplandet opstrøms de potentielle oversvømmelser i risikoområde 47 består både af fælles- og separatkloakerede områder. På Figur 20 er kloakoplandet opstrøms illustreret. Oplandet udgør totalt 17,3 ha.



Figur 20: Kloakopland til risikoområde 47. Til venstre: Opland til knudepunkt for fællesledningerne i rundkørslen, grøn er fælles kloakeret og blå er separat kloakeret. Det separatkloakerede opland samles i et bassin syd for skolen forfra det pumpes over i fælleskledningen i Aarkjærsvej. Til højre: Oplande fra statusmodellen. Grøn er fælles kloakeret, blå er separatkloakeret og orange nedsiver. NB: Fra skolen er der 690 m^2 tagareal, der leder til fælleskledningen i Nørregade.

Beregningerne på kloaksystemet viser et generelt stærkt underdimensioneret kloaksystem. Beregninger med en 2 års CDS-regn uden sikkerhedsfaktor viser udbredt stuvning til over terræn over det meste af byen, hvor ledningerne blot burde være fuldt løbende. Dette er især gældende i de fælleskloakerede oplande og derved også i risikoområde 47. Desuden bevirker terrænforholdene, at vand på terræn højere oppe i kloaksystemet til en vis udstrækning løbe til risikoområde 47 og videre mod syd til området ved Dalgasvej.

4.3 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

Kommunen og forsyningen har ingen indberetninger vedr. vand på terræn i risikoområderne. Der er udsendt spørgeskema vedr. problemer med vand på terræn til 29 adresser i Frederiks (se bilag 1 og 2) og af disse er 6 vendt tilbage. Den eneste ejendom, der har oplevet problemer med vand på terræn, er dagscentret. Dagcentret beskriver, at der kan gå lidt tid før vandet, trækker væk fra deres P-plads, højst sandsynligt pga. manglende kapacitet i nedstrøms kloakledninger samt i de interne ledninger. Dagcentret har ikke oplevet problemer med tilstrømmende vand fra de omkringliggende veje.

4.4 Konsekvens ved oversvømmelse

Figur 21 viser de oversvømmelser, kloakken giver anledning til ved henholdsvis en 10, 20 og 50 års hændelse ved risikoområde 45. Denne figur viser kun oversvømmelser forårsaget af opstuvning fra kloaksystemet.



Figur 21: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 45 i Frederiks. Beregningerne er fra status beregninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

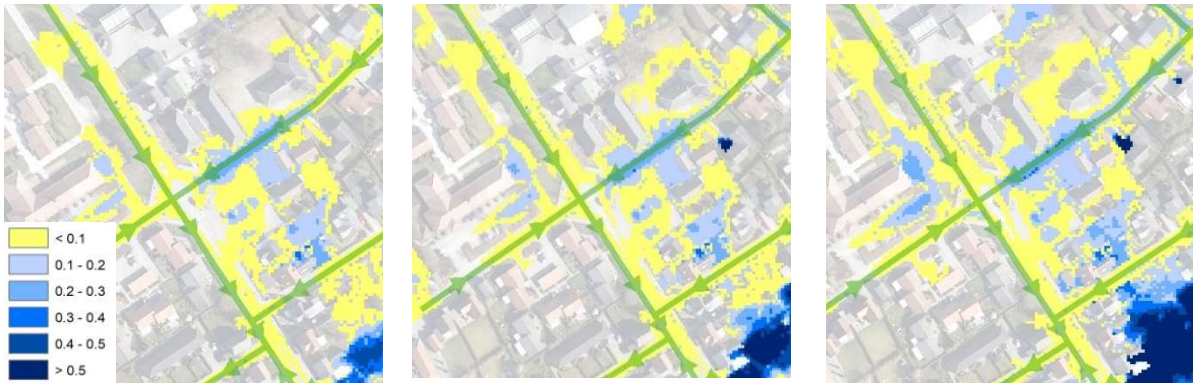
Vandet samler sig i en mindre fordybning på hallens P-plads (denne del af p-pladsen var under konstruktion da terrænmodellen blev udarbejdet – fordybningen fremgår ikke af nyere

orthofotos), på begge sider af Holbergsgade i krydset med Trehusevej samt mellem husene ved Aakjærsvej. De første 2 lokaliteter er ikke kritiske, da vandet ikke kan stuve særlig højt op før det løber videre, men den sidste kan være kritisk, hvis beboerne oplever vand på terræn, da vandet samler sig tæt ved huse. Denne oversvømmelse ligger dog udenfor risiko område 45, og vil ikke blive nærmere behandlet i nærværende rapport. Der løber desuden vand på vejene i området, men dybden er under 10 cm og vurderes ikke til at være kritisk.

Figur 22 viser de beregnede opstuvninger i statusmodellen ved risikoområde 47 ved henholdsvis en 10, 20 og 50 års hændelse. Af figuren ses, at der i risikoområdet vil stå vand

- på Holbergsgade umiddelbart øst for rundkørslen
- en smule vand vil samle sig på asfaltpladsen sydøst for rundkørslen
- der vil samle sig vand på de interne pladser/veje foran dagcenteret (hvilket dagcenteret også oplever).

Desuden viser statusberegningerne, at der vil være store vandmængder på terræn mellem husene syd for Dalgasvej, men dette område ligger udenfor risikoområde 47. Der er desuden store sammenhængende områder medstuvning af vand på under 10 cm dybde. Disse områder vurderes ikke at være kritiske, men da det er fællesvand, der opstuver i området, ville det være at foretrække, at opstuvningen helt undgås.



Figur 22: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 47 i Frederiks. Beregningerne er fra status beregninger udført i 2020. Fra venstre vises maksimal dybde af vand på terræn i meter for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

Fremtiden

Det topografiske opland og kloakoplandet til område 45 ved Hallen er hovedsageligt ikke bebygget, derfor vil der kunne ske en kraftig øgning af befæstelsen i oplandet, hvilket alt andet lige vil forværre problemerne i fremtiden. Desuden foreskriver klimaprognoserne, at der vil komme kraftigere regn i fremtiden, hvorved oversvømmelserne vil kunne ske hyppigere end pt. De nuværende problemer vurderes dog til at være negligible.

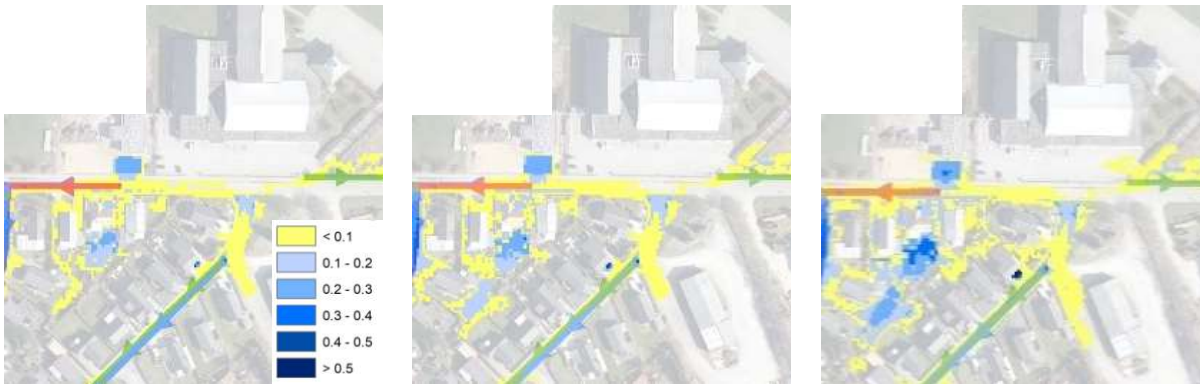
Det topografiske opland og kloakoplandet til område 47 ved rundkørslen indeholder udover oplandet til område 45 en fuld bebygget del i centrum af Frederiks samt ubebyggede marker vest for hallen. Derfor vil der kunne ske en øgning af befæstelses i oplandet, hvilket ligeledes vil forværre problemerne i fremtiden. Desuden foreskriver klimaprognoserne, at der vil komme kraftigere regn i fremtiden, hvorved oversvømmelserne vil kunne ske hyppigere end pt.

4.5 Indsatsmuligheder

4.5.1 Separatkloakering

Energi Viborg Vand A/S planlægger at separatkloakere Holbergsgade, Parkalle og Nørregade nord for rundkørslen. I forbindelse med separatkloakeringen anlægges et nyt bassin bag plejehjemmet med overløb til eksisterende fælleskloak i Nørregade syd for rundkørslen. Separeringen bevirker at oversvømmelser i fremtiden kun vil bestå af separat regnvand i de to omtalte områder, hvilket ikke har samme negative konsekvenser som opspædet spildevand.

Separeringen mm. i Frederiks har hverken positiv eller negativ virkning på de beregnede oversvømmelser i risikoområde 45, se Figur 23, primært fordi frakoblingen af hallen også er medtaget i statusberegningerne. Oversvømmelserne vurderes også til at være så lidt udbredte, med lav vanddybde og kort varighed, at de ikke bør udgøre en risiko. Den eneste oversvømmelse som potentielt kan udgøre en risiko, er vandet på kørebanen på Holbergsgade i krydset med Trehusevej. Men da denne modellerede oversvømmelse ikke opfattes som generende af naboejendommene, foretages der ikke yderligere.



Figur 23: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 45 i Frederiks. Beregningerne er fra plan beregninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

Separeringen mm. i Frederiks har hverken positiv eller negativ virkning på de beregnede oversvømmelser i risikoområde 47, se Figur 24. Dog bevirker separeringen, at vandet nu kun består af separat regnvand og ikke som før opspædet spildevand, hvilket alt andet lige er at foretrække.



Figur 24: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 47 i Frederiks. Beregningerne er fra plan beregninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

Vedr. opstuvet vand på Holbergsgade og foran plejecenteret i risikoområde 47 passer modellen resultater overens med, at plejecentret oplever vand på P-pladsen. I modellen introduceres dette vand dog via terræn, mens brugerne af plejecentret oplever, at vandet der lander på P-pladsen ikke kan trænge ned i kloakken. Ifølge beregningerne introduceres der allerede en del vand til terræn ved 10 års hændelsen. Det bør derfor overvejes, hvilken gentagelsesperiode man ønsker at sikre til og om man vil prioritere frie veje i området frem for dagcenterets veje og P-plads.

Oversvømmelsen på Holbergsgade er til stede i henholdsvis ca. 1; 1,5 og lidt over 2 timer ved de tre hændelser[3]. Den maksimale vandstand på vejen er ved alle tre hændelser mellem 30 og 35 cm helt inde ved kantstenen. Begge del indikerer, at oversvømmelsen er uden de store konsekvenser for adgangen i byen. Vandet løber dog videre over fortovet og mod syd til området ved Dalgasvej, hvor det bidrager til den større oversvømmelse, der er beregnet her. Det skal dog

[3] Dette er ved de specifikke CDS hændelser benyttet til simuleringerne. Andre regn vil give et andet mønster for oversvømmelsen og derved også en anden varighed for oversvømmelsen

nævnes at ingen beboer ved Dalgasvej er vendt tilbage på spørgeskemaet, og det vurderes derfor, at der ikke opleves problemer med vand på terræn i området.

Ved plejecenteret bliver vandet liggende i lokale lavninger, men det må forventes, at der findes en afvanding af P-pladsen, således vandet i virkeligheden løber tilbage i ledningerne, når disse har kapacitet. Varigheden af oversvømmelsen, kan derfor ikke bestemmes ud fra modellen, men forventes at være i samme størrelsesorden som ved Holbergsgade. Den maksimale vanddybde foran plejecenteret er ca. 30 cm.

Voluminerne, der samles ved dagcenteret og vand der samles på Holbergsgade og derved skal håndteres i klimasikringen af område 47, fremgår af Tabel 1.

	10 år	20 år	50 år
Volumen af vand der skal håndteres ved plejehjemmet [m^3]	280	410	680
Volumen af vand der håndteres fra Holbergsgade og Aakjærsvej [m^3]	360	480	630
I alt [m^3]	**640**	**890**	**1.310**

Tabel 1: Voluminer af vand der skal håndteres ved dagcenteret og ved Holdbergsgade

Umiddelbart er der fire løsninger til at håndtere vandet fra Holbergsgade og dagcenteret. Den endelige løsning kan være en kombination af de tre:

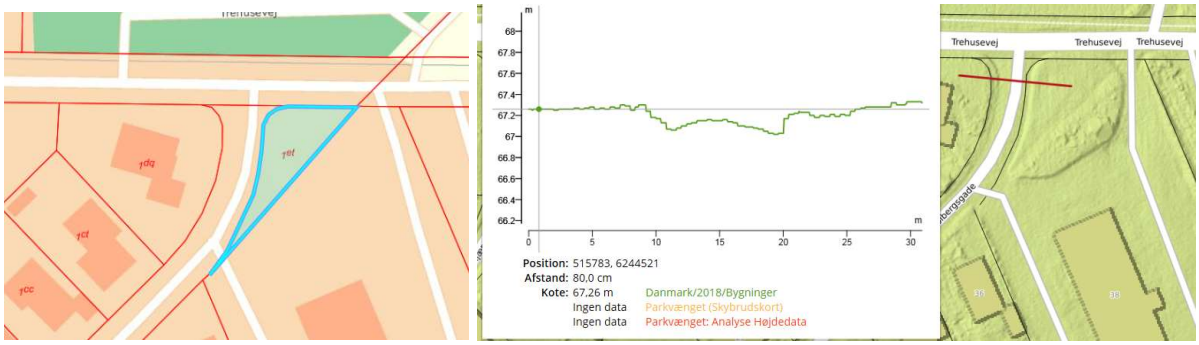
1. Tilbageholde vand ved skolen, således overløb fra bassinet til Aakjærsvej mindskes.
2. Øge volumen af nyt regnvandsbassin vest for dagcenteret. Dette kræver at ledninger fra Aakjærsvej og hele vejen ned til bassinet øges i dimension. Desuden er det oplagt at kombinere med tiltag i punkt 1.
3. Øge dimension af ledninger fra Aakjærsvej frem til rundkørslen, hvorfra vandet ledes til nyt nedsivningsbassin (grøft) ved dagcenteret langs Nørregade.
4. Tillade vandet at løbe på vejene Aakjærsvej og Nørregade. Vandet ledes over fortov og til pladsen sydøst for rundkørslen, der omlægges. Når der igen er plads i kloakken, løber vandet retur.

Ad 2.
Nuværende projekteret volumen for bassinet vest for dagcenteret er 675 m^3. For at kunne håndtere opstuvet vand ved en 10 årshændelse kræves yderligere 640 m^3 - altså en fordobling af det projekterede volumen. Bassinet er et underjordisk bassin og en udvidelse heraf er forholdsvist omkostningstungt. For at få vandet ned til bassinet fremfor op på terræn, skal nederste ledningsstrækning på Aakjærsvej øges i dimension fra den projekterede Ø315 til min. en Ø500 (ved alle tre regnhændelser), mens den projekterede ledning videre i Holbergsgade og hen til nyt bassin skal øges fra en Ø600 til min. en Ø800 ved alle tre hændelser. Det kræver dog detailberegninger for bekræftelse af dimensioner og nødvendig volumen af bassin.

Ad 1, 3 og 4.
Disse løsninger beskrives nærmere i næste afsnit.

4.5.1.1 Håndtering på terræn

I risikoområde 45 ved krydset mellem Holbergsgade og Trehusevej findes en lille kommunal ejet jordlod (matrikel 1bf) syd for Holbergsgade, som er udlagt i græs jf. Figur 25. Denne trekant kunne eventuelt sænkes og anvendes til nedsivningsgrøft, vis der opstår generende mængder af vand på vejbanen. Hvis den nordlige del af Holbergsgade (vejen har tagfald) også skal afvandes, skal "trekanten" sænkes så meget, at vandet kan ledes til nedsivningsgrøften gennem rendestensbrønd og ledning.



Figur 25: Forslag til placering af evt. nedsivningsgrøft i risikoområde 45.

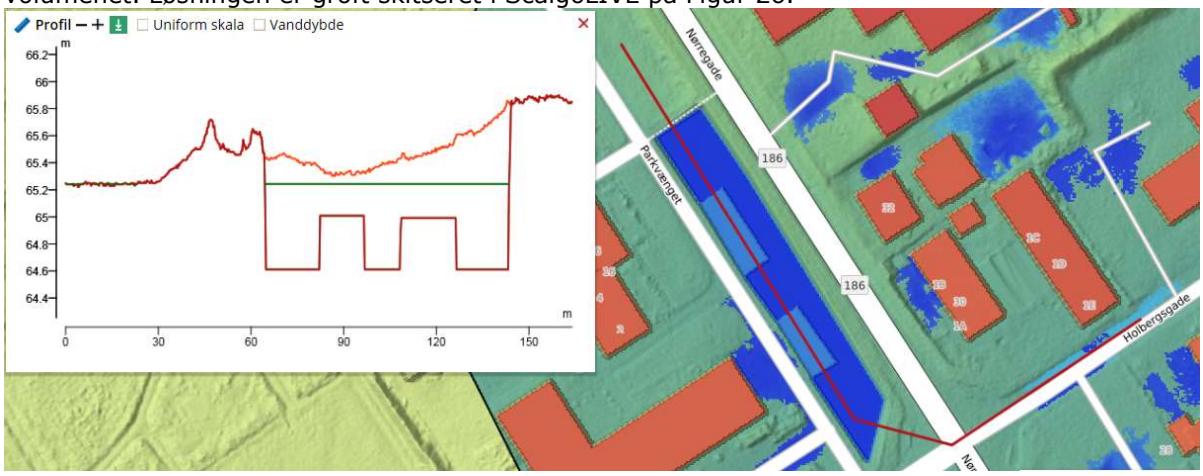
Som beskrevet i ovenstående afsnit kan vandet på terræn i risikoområde 47 i Frederiks håndteres ved 3 alternativer eller kombinationer heraf:

1. Håndtere mere vand lokalt på skolen.
2. Øge volumen af projekteret bassin ved dagcenter samt øge dimensioner af projekterede ledninger og/eller lave foranstaltninger på skolen således vand holdes tilbage under store regn.
3. Anlægge nedsivningsbassin ved dagcenteret samt øge dimensioner af projekterede ledninger.
4. Tillade vand at løbe på vejene og lede vandet til plads sydøst for rundkørslen.

Ad 1.
Kapaciteten af ledningerne i Aakjærsvej og Holbergsgade er allerede næsten opbrugt ved dimensions givende regn. Derfor påvirkes disse meget negativt, når bassinet syd for skolen går i overløb og aflaster til denne ledning. En løsning kunne være, at skolen tilbageholder vand på skolens område ved større regn, således overløb fra eksisterende bassin mindskes og derved aflastes kloakken i Aakjærsvej og Holbergsgade. Dette ville lette trykket på nedstrømledninger og mindske men ikke fjerne opstuvninger til terræn.

Ad 2.
Denne løsning er beskrevet i ovenstående afsnit.

Ad 3.
Pladsen ved dagcenteret til nedsivningsbassin/grøft er begrænset. Alt efter hvor meget vand der ønskes håndteres samt hvor stor nedsivningsevne, der er i jorden, skal eksisterende træer ud mod Nørregade fjernes. Desuden kan eksisterende P-pladser ud mod Nørregade eventuelt inddrages i bassinet, således de oversvømmes ved en given vandstand i bassinet og derved øger volumenet. Løsningen er groft skitseret i ScalgoLIVE på Figur 26.



Figur 26: Forslag til nedsivningsbassin/grøft ved dagcenteret, bemærk P-pladserne, som bliver oversvømmet sjældnere end selve bassinet. På længdeprofilet (langs den røde linie på billedet til højre) er rød streg nyt terræn, grøn er maks. vandspejl og orange er eksisterende terræn.

I det skitserede forslag afgraves mellem 70 og 1 m jord og p-pladsene sænkes med ca. 20-30 cm, dette giver mulighed for stuvning af ca. 60 cm vand i området. Stiger vandet yderligere, vil der ske stuvning på Holbergsgade. Løsningen giver et volumen på ca. 450 m^3 (der skal dog afgraves ca. 800 m^3 jord). Inddrages P-pladserne ikke, vil maksimal volumen være ca. 400 m^3. Der vil ske en nedsivning af vand under selve regnen. Hvor meget dette omfatter, kræver nærmere kendskab til jordforholdene, men hvis det antages, at der er sand i området, svarer det til at der nedsiver ca. 2 l/s over hele bassinets areal, givere det ca. 7 m^3 i timen. I bassinet skal regnvandet tildels nedsive og kan tildels ledes tilbage til kloakken via en kuppelrist el.lign.
Vand fra Holbergsgade ledes til dagcenteret via kloakledninger. Disse skal opdimensioneres til sammen dimensioner som i pkt. 1, men strækningen er ca. 130 m kortere.

Ad 4.
Arealet sydøst for rundkørslen er privatejet og omfatter to små områder med jordforurening af klasse 2 (tidligere tankstation). Desuden er arealet kun ca. 1000 m^2, hvilket begrænser volumenet af vand, der kan håndteres på pladsen til ca. 100 m^3 ved 10 cm vanddybde[4]. Laves der en større sænkning af terrænet, vil voluminet blive tilsvarende større. Under alle omstændigheder, kan volumenet ikke blive stort nok til at sikre Holbergsgade mod en 10 årshændelse, hvorfor denne løsning bør kombineres med en af de andre løsninger. For at tømme pladsen igen, skal der etableres en "tømmeledning" med kontraklap fra pladsen til projekteret regnvandsledning. Tømmeledningen udstyres med kontraklap for at sikre at der ikke sker oversvømmelse af pladsen ved en for lav kote.

4.6 Vurderinger

Der er ikke indrapporteret problemer med vand på terræn ved de to risikoområder bortset fra at der kan stå vand på P-pladsen ved dagscentret indtil der er plads i kloakken. Dette indikerer, at der ikke findes de store problemer med vand på terræn, som statusberegningerne viser[5].

Ved Risikoområde 45 opleves den modellerede mindre samling af vand i krydset ikke som generende. Opleves der gener i fremtiden grundet udbygning eller øget regn, kan der etableres nedsivningsgrøft på sydsiden af Holbergsgade samt en rist i nordsiden, der afvander til grøften. De eventuelle fremtidige gener vurderes dog til at være små og af forbigående karakter. Desuden forventes separeringen, som fjerner en del vand fra området, gennemført i løbet af de nærmeste år.

De modellerede oversvømmelser i risikoområde 47, er af en mere kompleks karakter. De består både af lokale opstuvninger fra kloakken, men også af vand, der løber til fra højereliggende oplande og brønde. Det afstrømmende vand fortsætter desuden videre mod syd til Dalgasvej, hvor det samles i en større lavning. Beboere i området har dog ikke vendt tilbage på spørgeskema vedr. vand på terræn, hvorfor det vurderes at der ikke er problemer med vand på terræn. Der er meget begrænsede muligheder for håndtering af vandet på terræn i området, da området er stærkt bebygget og fordi terrænet hælder mod syd, hvor der også er fuld bebygget. De modellerede oversvømmelser opleves ikke i virkeligheden. Det kan dog overvejes om der bør sigtes efter en kombinationsløsning af de fire beskrevne løsninger. Det projekterede bassin vest fra dagcenteret skal udvides betydeligt for at kunne håndtere blot en 10 årshændelse, hvilken ikke vurderes at være en mulig løsning pga. anlægsøkonomien.

Det anbefales at anlægge nedsivningsbassin/-grøft ved dagcenteret for at håndtere vand i rundkørslen og ved dagcenteret, hvis deres gener øges. Anlægges det skitserede bassin, kan det håndtere op til en 20 års hændelse.
Hvis det besluttes at medtage vand fra Holbergsgade i bassinet, håndteres mindre end en 10 års hændelse. Hvis det projekterede betonbassin også udvides med ca. 200 m^3 er området sikret til en 10 års hændelse. Udvides bassinet med 250 m^3 burde der være sikret til en 20 års hændelse – disse voluminer skal dog verificeres ved detailberegninger. En udnyttelse af arealet sydøst for

[4] Terrænet skal sænkes med 20-30 cm for at opnå dette volumen svarende til ca. 750 m^3 jord.

[5] Hvis resultater endda er gjort kunstigt mere positive, da hallen er frakoblet kloakken.

rundkørslen vurderes til at bidrage med så lille et volumen, at løsningen ikke er rentabel. Dog bør arealet indtænkes, hvis der sker byfornyelse på stedet.

Anlæggelse af nedsivningsbassinet ved dagcenteret samt eventuel en udvidelse af projekteret bassin (samt op dimensionering af ledninger), vurderes som den bedste løsning. Hvis skolen derudover tilbageholder en del af deres vand (især i peak-situationen under større regn), således eksisterende bassin ikke går i overløb, vil dette aflaste kloaksystemet nedstrøms betydeligt. Der bør også ses på, om det er muligt at øge pumpeydelsen fra det eksisterende bassin. Det vurderes, at modellen kraftigt overestimerer problemerne i området, da forsyningen ikke har modtaget klager over gener i området.

Det vurderes, at risikoen for oversvømmelser i område 45 er lille og med små konsekvenser. I område 47 vurderes risikoen og konsekvenserne som større.

4.7 Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

Den planlagte separering er Energi Viborg Vand A/S's ansvar inklusive bassinvolumen på 650 m^3. Øges volumen i bassin og øges dimensioner af ledninger er dette Kommunens ansvar. Ligeledes vil Kommunen have ansvaret for bassinløsninger på terræn og hertil hørende ledninger.

4.8 Anlægsoverslag

Risikoområde 45				
Beskrivelse	**Enhed**	**Stykpris**	**Antal**	**i alt**
Rendestensbrønd	stk.	5.000	1	5.000
Ledning Ø200 mm d. 1,5m. Inkl. retablering af vej	M	1.700	15	25.500
Nedsivningsgrøft ved Holbergsgade	m^3	115	100	11.500
I alt				42.000
Risikoområde 47				
Beskrivelse	**Enhed**	**Stykpris**	**Antal**	**i alt**
Nedsivningsbassin ved dagcenteret inkl. træfældning	m^3	130	450	58.500
Ind og udløb til nedsivningsbassin - ledning Ø200. Inkl. retablering af vej.	m	1.700	15	25.500
Udvidelse af betonbassin	m^3	750	250	187.500
Ledning. Øge dimension fra Ø315 til Ø500	m	400	50	20.000
Ledning. Øge dimension fra Ø600 til Ø800	m	800	275	220.000
I alt				511.500

I anlægsoverslaget er tiltag på skolen eller ændring af pumpe ydelse, for at mindske overløb fra eksisterende bassin ikke medtaget. Dette skyldes at alt efter løsning og muligheder skal prisen være stærkt varierende.
Det er endvidere forudsat, at arbejdet udføres af samme entreprenør, som udfører kloaksepareringen og i forbindelse hermed.

5. DELPROJEKT 3 - VAMMEN

Oversvømmelsen i risikoområde 66 i Vammen sker omkring en ejendom beliggende i krydset mellem Norupvej og Grøndalsvej. Begge vejen er mindre gennemgående veje i byen Oversvømmelsen i risikoområde 67 i Vammen sker i et grønt område med eksisterende regnvandsbassin. Se oversigtsfiguren nedenfor.



Figur 27: Vammen By med angivelse af de to risikoområder.

I det følgende kommer en kortlægning og konkretisering af kilderne til oversvømmelsen, herunder hvilken konsekvens selve oversvømmelsen har både i en status- og plansituation.

5.1 Overfladeafstrømning

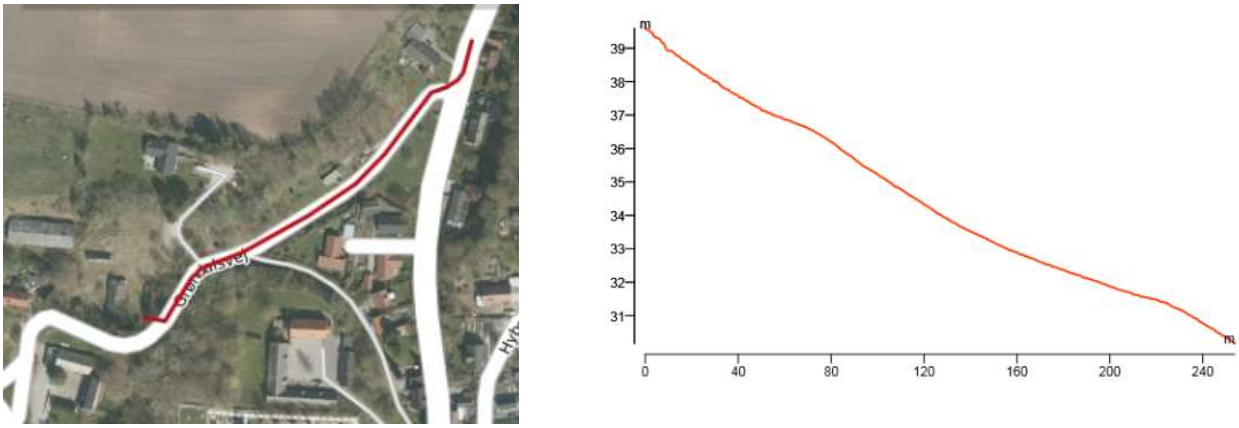
På Figur 28 ses det topografiske opland, som afvander til risikoområdet ved Grøndalsvej i Vammen (risikoområde 66). Det topografiske opland er vist i forhold til regndybden svarende til hhv. en 10 og 100 årshændelse, med en varighed på 4 timer. Dette svarer til en regndybde på henholdsvis 36 og 60 mm. Der er ikke forskel i udbredelsen af det topografiske opland mellem de to hændelser på ca. 4,4 ha. De blå områder indikerer de områder, hvor der vil lægge sig vand ved 100 årshændelsen. Der ses to mindre lavninger ved ejendommen ved Grøndalvej 5 (rød cirkel), hvor der kan stå henholdsvis 13 og 14 cm vand. Hvis der opleves problemer disse steder, kan ejeren forholdsvis nemt lede vandet væk eller uden om husene og videre ud på Grøndalsvej, dog har ejerne ikke reageret på spørgeskemaundersøgelsen, hvorfor det vurderes at problemerne ikke opstår i virkeligheden (se omfang af spørgeskemaundersøgelse i bilag 1 og 2). Ved Norupvej 10

(orange cirkel) findes der en lavning i gårdspladsen, hvor der kan stå op til 18 cm vand. Denne lavning modtager dog kun vand fra egen matrikel, da der findes asfaltvulst langs indkørslen ud til Norupvej, denne vulst skal bibeholdes.



Figur 28: Typografisk opland til ejendom i Vammen ved en 10 og 100 årshændelse med 4 timers varighed (svarende til henholdsvis 36 og 60 mm). Arealet udgør 4,4 Ha og ændrer sig ikke mellem de to hændelser. Med blåt er angivet vand på terræn ved 100 årshændelsen. Data fra ScalgoLive.

På Figur 29 ses længdeprofil fra indkørslen til Grøndalsvej 5 og videre ned af Grøndalsvej. Det ses af forløbet, at vand der løbet til risikoområdet fra det topografiske opland vil løbe videre ned ad Grøndalsvej. Hvis vand fra det topografiske opland giver anledning til oversvømmelse, vil oversvømmelsen være fortrinsvis forbigående, da det drejer sig om strømmende vand og ikke stillestående vand. Beboerne i området har ikke reageret på spørgeskemaundersøgelsen og det vurderes derfor at der ikke opleves problemer med vand på terræn.



Figur 29: Længdeprofil fra Grøndalsvej 5 og videre ned ad Grøndalsvej. Data fra ScalgoLIVE.

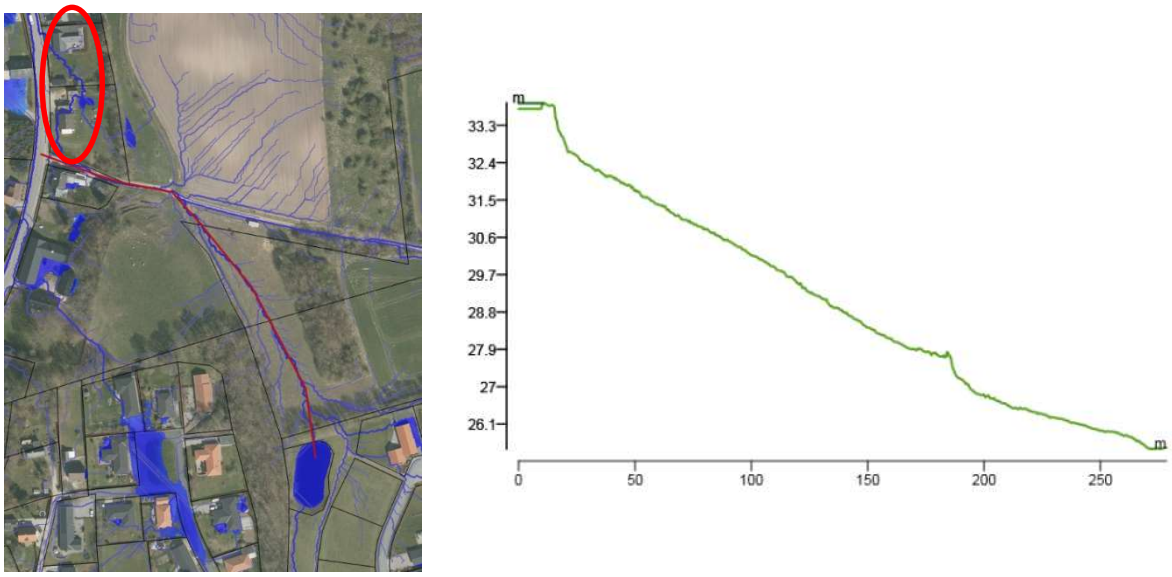
På Figur 30 ses det topografiske opland, som afvander til risikoområde 67 i Vammen. Det topografiske opland er vist ved en regndybde svarende til hhv. en 10 og 100 årshændelse, med en varighed på 4 timer, svarende til en regndybde på henholdsvis 36 og 60 mm. De topografiske

oplande strækker sig over henholdsvis 4,7 og 6,4 Ha. De blå områder indikerer de områder, hvor der vil lægge sig vand ved de respektive hændelser.



Figur 30: Til venstre: Typografisk opland til grønt område i Vammen ved en 10 årshændelse med 4 timers varighed (svarende til 36 mm). Arealet udgør 4,5 Ha. Med blåt er angivet vand på terræn ved samme hændelse. Til højre: Typografisk opland til grønt område i Vammen ved en 100 årshændelse med 4 timers varighed (svarende til 60 mm). Arealet udgør 6,5 Ha. Med blåt er angivet vand på terræn ved samme hændelse. Data fra ScalgoLive.

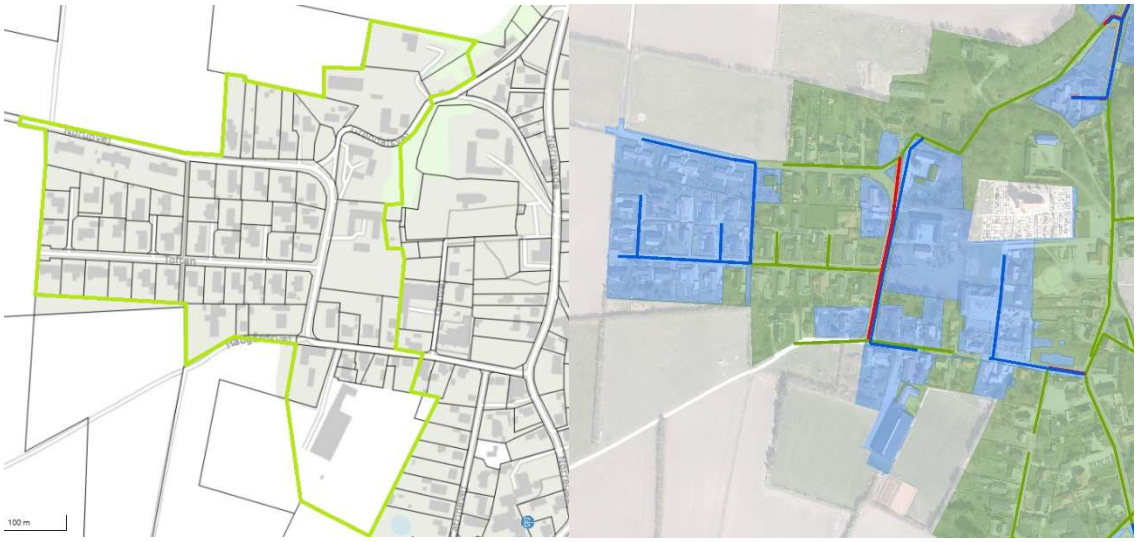
Det topografiske opland består hovedsageligt af grønne områder og der vil først ske afstrømning ved større regnhændelser. Ved risikoområdet findes der et regnvandsbassin som ligger i en lavning. Går bassinet i overløb vil vandet naturligt løbe mod nord og følge vejen mod vest, se Figur 31. Lige før vandet løber ud på Nørregade er der fare for at vandet finder vej ind i de private haver ved Nørregade 42 og 46 (rød cirkel). Dette kan forhindres ved en mindre terrænregulering langs den nordlige side af vejen.



Figur 31: Længde profil fra bassin og ned langs strømningsvejen fra bassinet.

5.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

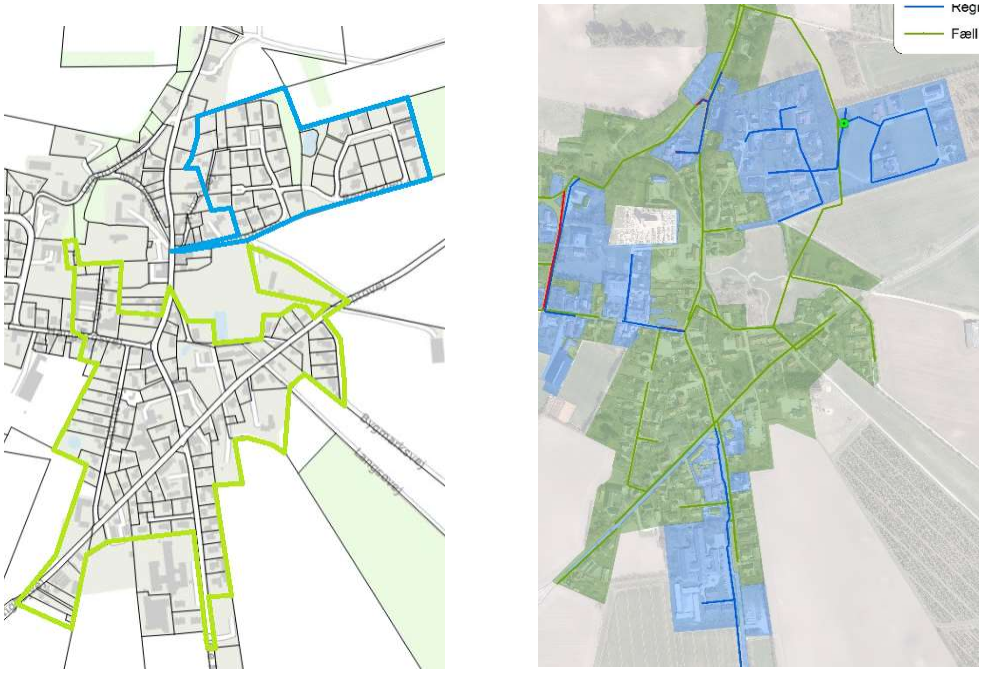
Kloakoplandet opstrøms den potentielle oversvømmelse ved Grøndalsvej består både af fælles- og separatkloakerede områder. På Figur 32 er kloakoplandet opstrøms illustreret. Oplandet udgør totalt 10,4 ha.



Figur 32: Kloakopland til risikoområde 66. Til venstre: Opland til fællesledning der løber gennem risikoområdet. Til højre: Oplande fra Statusmodellen. Grøn er fælles kloakeret, mens blå er separatkloakeret.

I modellen, som er benyttet til udarbejdelse af oversvømmelseskortet, løber vandet fra oplandet i ledningen langs Grøndalsvej og ved krydset med Nørregade ender vander i en spildevandsledning med en indre dimension på 180mm - dette giver en flaskehals. Den lille dimension forårsager stuvning tilbage i systemet og tvinger vand op på terræn. Der findes en regnvandsledning ved Nørregade med en indre dimension på 700mm. I virkeligheden er der højst sandsynligt en forbindelse mellem fælles- og regnvandsledningen til aflastning af fællesledningen under regnvejr. Et sådan overløb ville mindske vand på terræn i overgangsperioden, indtil hele oplandet er blevet separatkloakeret.

Ved risikoområde 67 i Vammen løber der både en fælleskloak- og en regnvandskloakledning gennem området. Regnvandsledningen af vander boligområder lige omkring risikoområdet og ledder vandet til regnvandsbassinet, markeret med blåt omrids på Figur 33. Bassinet nedsiver og har overløb til marken nord for bassinet. Fællesledningen afvander det meste af den sydlige del af byen, totalt 14,2 Ha, der både er fælles og separatkloakeret, alt vandet ender dog i fællesledningen der løber videre til rensningsanlægget mod nord, markeret med grønt omrids på Figur 33.



Figur 33: Kloakopland til risikoområde 67. Til venstre: opland til fællesledning der løber gennem risikoområdet (markeret med grøn) og separat regnvandsopland der ledes til bassinet i risikoområdet (markeret med blåt). Til højre: Oplande fra Statusmodellen. Grøn er fælles kloakeret mens blå er separatkloakeret.

5.3 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

Der er ikke kendskab til oversvømmelser ved Grøndalsvej i Vammen. Dog er der lavet en mindre asfaltvulst på tværs af indkørslen til Norupvej 10 og desuden er der kantsten langs Grøndalsvej, hvilket indikerer, at der er registreret strømmende vand på selve Grøndalsvej.

Ved risikoområde 67 vil bassinet gå i overløb, når regnen overstiger kapaciteten i bassinet. Viborg Vand A/S har indgået aftale med ejeren af marken nord for bassinet om, at overløbsvand må løbe over på marken.

I forbindelse med denne rapport er der udsendt spørgeskema vedr. gener med vand på terræn til 4 adresser i Vammen (se bilag 1 og 2). En kunne ikke afleveres resten vendte ikke tilbage.

5.4 Konsekvens ved oversvømmelse

Oversvømmelserne i de to risikoområder kommer fra både fælles- og separatkloakerede oplande, hvorfor der potentielt kommer opspædet spildevand på terræn, hvilket ikke er hensigtsmæssigt.

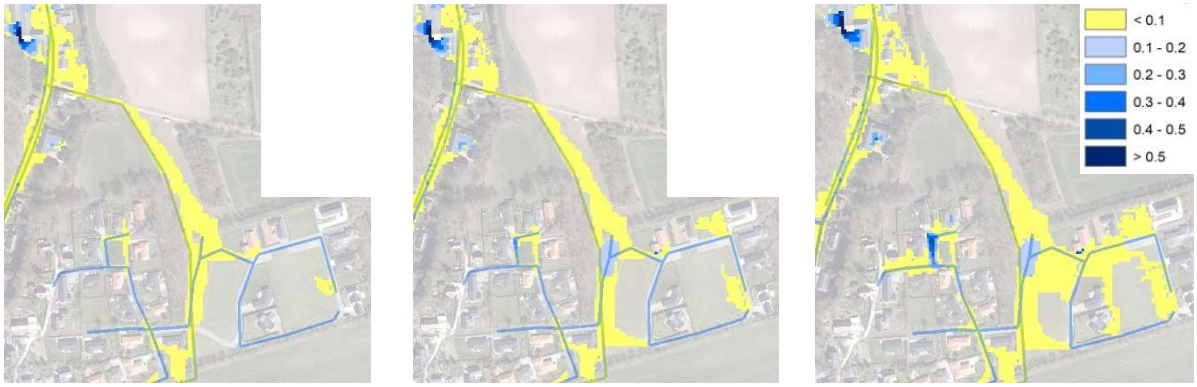
I Risikoområde 66, er især ejendommen Grøndalsvej 5, ifølge modellerne i risiko for oversvømmelse fra både kloak og topografisk opland. På figur Figur 34 ses vand på terræn beregnet med statusmodellen ved 10, 20 og 50 års hændelserne. Beregningerne viser en større udbredelse af vand omkring ejendommen Grøndalsvej 5 og langs vejen nord for Norupvej 10. Dog er den maksimale vanddybde i størstedelen af området under 10 cm (angivet med gult på Figur 34), desuden er vandet i bevægelse og strømmer hurtigt væk igen. De eneste steder, hvor der er vand dybere end 10 cm, er ved de to lavninger, som også er beskrevet i afsnit 5.1.



Figur 34: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 66 i Vammen. Beregningerne er fra nye status beregninger udført i 2020. Fra venstre vises maksimal dybde af vand på terræn i meter for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelse.

Den største lavning ved Grøndalsvej 5 ligger vest for laden/maskinhuset, men vurderes ikke til at have en kritisk indflydelse på ejendommen. Den mindre lavning ligger mellem laden/maskinhuset og privatboligen og udgør en større risiko, men denne lavning giver kun anledning til maksimalt 20 cm vand på terræn.

Risikoområde 67 ligger i et grøntområde med anlagt regnvandsbassin. Bassiner har overløb til mark nord for bassinet, hvilket er aftalt med lodsejer. I området viser statusmodellen maksimalt 10 cm vand på terræn med undtagelse af selve bassinet som jo er anlagt til formålet, jf. Figur 35



Figur 35: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 67 i Vammen. Beregningerne er fra nye status beregninger udført i 2020. Fra venstre vises maksimal dybde af vand på terræn i meter for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelse.

Som beskrevet i afsnit 5.1 løber vandet fra risikoområdet videre mod nordøst. En stor del af strækningen, udgør vandet ingen risiko og vil til en stor udtrækning nedsive (er ikke medtaget i modelberegningerne). Ved Nørregade 57 samles vand, der løber på terræn fra både risikoområde 66 og 67 og kan forårsage vanddybder på over 50 cm, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Beregningerne tager dog ikke højde for, at en del af vandet vil forsvinde ved nedsivning, inden det når Nørregade 57.

Fremtiden

Det topografiske opland og kloakoplandet til område 67 er ikke fuldt udbygget. Derfor vil der kunne ske en øgning af befæstelses i oplandet, hvilket vil forværre problemerne i fremtiden. Klimaprognoserne foreskriver desuden, at der vil komme kraftigere regn i fremtiden, hvorved oversvømmelserne vil kunne ske hyppigere end i dag.
Den fælleskloakerede del af Vammen skal på et tidspunkt separeres, hvilket højst sandsynlig vil forbedre situationen, da dette vil eliminere flaskehalse samt sikre, at det er regnvand der stuver op frem for fællesvand. Forsyningen har udarbejdet dispositionsforslag for separeringen og opdelt byen i 5 etaper. Hvornår denne separering gennemføres er endnu ikke fastlagt.

5.5 Indsatsmuligheder

5.5.1 Separatkloakering

Som nævnt i foregående afsnit, så planlægger Energi Viborg Vand A/S at separatkloakere hele Vammen by. Dette bevirker at eventuelle oversvømmelser i fremtiden kun vil bestå af separat regnvand, hvilket ikke har samme negative konsekvenser som opspædet spildevand.

Når etape 2 og 3 – separering af Norupvej, Toften, Haugårdvej mv. gennemføres har det stor gavnlig virkning på risikoområde 66. Det ses af Figur 36, at separeringen helt fjerner risikoen for vand på terræn ved risikoområde 66 ved de tre benyttede regn, dog med løbende vand på vejen ved 50 års hændelsen.



Figur 36: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 66 i Vammen. Beregningerne er fra planberegninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen. Til venstre er markeret hvor det anbefales at etablere en opkant indtil separerringen er gennemført.

I perioden indtil separeringen er gennemført kan vand fra kloakken styres ved etablering af en opkant langs den nordlige side af Grøndalsvej (kraftig rød streg på venstre figur i Figur 36), hvis lodsejeren af Grøndalsvej 5 oplever de problemer statusmodellen indikerer. Det har dog ikke været muligt at aflevere spørgeskemaet til adressen. Vand, der kommer "bagfra" fra det topografiske opland, kan håndteres ved mindre terrænændringer på grunden af lodsejeren selv.

Figur 37 viser modelresultaterne efter gennemførelse af alle etaper – inklusiv separering af hele den sydlige del af Vammen. Det ses, at separeringen mindsker området, der vil opleve vand på terræn ved risikoområde 67 ved de tre benyttede regn. Desuden ses det, at oversvømmelsen ved Nørregade 57 er minimeret til at være under 10 cm dyb ved alle tre regnhændelser, og vurderes derfor til ikke at have en konsekvens for lodsejeren. Lodsejerne af Nørregade 42 og 46 har ikke vendt tilbage vedr. spørgeskemaet og derved vurderes det at de ikke oplever problemer med vand på terræn i deres haver, ellers kan vandet styres ud på Nørregade ved terrænændringer langs den nordlige kant af grusvejen syd for Nørregade 42.



Figur 37: Beregnede oversvømmelser ved risikoområde 67 i Vammen. Beregningerne er fra planberegninger udført i 2020. Fra venstre, vises maksimal dybde af vand på terræn i meter, for henholdsvis 10, 20 og 50 årshændelsen.

5.6 Vurderinger

Der er ikke indrapporteret problemer med vand på terræn ved de to risikoområder, dette indikerer at der ikke findes de problemer statusmodelberegningerne viser.

Ved Risikoområde 66 bør det undersøges, om det strømmende vand giver anledning til gener. Bekræftes dette, kan der anlægges asfaltvulst langs den nordlige kant af Grøndalsvej til man er forbi indkørslen til Grøndalsvej 5A. Det har dog ikke været muligt at aflevere spørgeskemaet vedr. problemer med vand på terræn til adressen. Dog vil problemerne forsvinde, når forsyningens planlagte separatkloakering er gennemført. Desuden skal det sikres at asfaltvulst ind til Norupvej 10 bevares ved separering.

Ved risikoområde 67 sker oversvømmelserne til grønne områder, hvor vandet ikke gør skade. Dog kan vandet løbe til Nørregade 42 og 46. Det vurderes, at der ikke opleves problemer i virkeligheden, men der kan udføres en mindre terrænændring på nordsiden af vejen syd for Nørregade 42, således vandet ledes ud på Nørregade. Ved Nørregade 57 viser modelberegningerne store problemer med vand på terræn. Disse afhjælpes, når separeringen af Vammen er gennemført. Opleves der i fremtiden problemer på matriklen, bør der udover den eksisterende opkant etableres et trug langs Nørregade, således vandet føres forbi matriklen.

Det vurderes, at risikoen for oversvømmelser i de to udpegede risikoområder er lille og med små konsekvenser.

5.7 Fordeling – Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

Den planlagte separering er Energi Viborg Vand A/S's ansvar.
Skal der udføres mindre terrænændringer eller etableres opkanter inden separeringen er gennemført, skal disse udføres af Kommunen.

5.8 Anlægsoverslag

Risikoområde 66				
Beskrivelse	**Enhed**	**Stykpris**	**Antal**	**i alt**
Asfaltvulst	[m]	120	130	15.600
I alt				15.600
Risikoområde 67				
Beskrivelse	**Enhed**	**Stykpris**	**Antal**	**i alt**
Terrænregulering	[m3]	500	5	2.500
Trug lang Nørregade	[m]	80	250	20.000
I alt				22.500

BILAG 1 – UDSENDT SPØRGESKEMA

Spørgeskema

Bedes besvares inden d. 2. juli 2020

Undersøgelse af evt. problemer med regnvand og vand fra kloakken på terræn

Dit navn:
Ejendommen adresse:
Tlf.: _____ (angiv dit telefonnr.)
E-mail:_____ (angiv din E-mailadresse)

1) Hvor mange år har du ejet/boet på ejendommen?
_____ år

2) Har der i forbindelse med regnvejr været problemer med vand på vejen ud for din ejendom?
Hvor ofte har der været oversvømmelse ved kraftigere regnskyl i løbet af **de sidste 6 år**:

☐ 0 gange ☐ 1 gang ☐ 2 gange
☐ 3 gange ☐ 4 gange ☐ 5 gange
☐ 6 gange ☐ Flere end 6 gange

3) Har der i forbindelse med kraftigere regnskyl været tilfælde, hvor regnvandet er løbet ind på din ejendom?
Hvor ofte har er det sket i løbet af **de sidste 6 år**:

☐ 0 gange ☐ 1 gang ☐ 2 gange
☐ 3 gange ☐ 4 gange ☐ 5 gange
☐ 6 gange ☐ Flere end 6 gange

4) Har du lavet nogle foranstaltninger for at imødegå at regnvand er løbet ind på din ejendom?
Beskriv hvilke:
_____
_____
_____

5) Eventuelle bemærkninger eller andre problemer med kloakken:
Her kan du for eksempel angive, om der skulle være problemer med at regnvandet strømmer til fra andre sider end vejen ud for din ejendom.
_____
_____
_____
_____

Dato:_____ Underskrift: _____

BILAG 2 – MODTAGERE AF SPØRGESKEMA

Hammershøj

Hyldevænget	10	8830 Tjele
Hyldevænget	12	8830 Tjele
Hyldevænget	16	8830 Tjele
Hyldevænget	18	8830 Tjele
Hyldevænget	20	8830 Tjele
Hyldevænget	22	8830 Tjele
Frederiksberg	17	8830 Tjele
Frederiksberg	19	8830 Tjele

Frederiks

Holbergsgade	1A	7470 Karup
Holbergsgade	1B	7470 Karup
Holbergsgade	1C	7470 Karup
Holbergsgade	1D	7470 Karup
Holbergsgade	1E	7470 Karup
Holbergsgade	2	7470 Karup
Holbergsgade	2A	7470 Karup
Holbergsgade	2B	7470 Karup
Holbergsgade	3	7470 Karup
Holbergsgade	4	7470 Karup
Holbergsgade	37	7470 Karup
Holbergsgade	38	7470 Karup
Holbergsgade	35	7470 Karup
Parkalle	2	7470 Karup
Aakjærvej	5D	7470 Karup
Brorsonsvej	1	7470 Karup
Brorsonsvej	3	7470 Karup
Nørregade	18	7470 Karup
Nørregade	20	7470 Karup
Nørregade	22	7470 Karup
Dalgasvej	2	7470 Karup
Dalgasvej	3	7470 Karup
Dalgasvej	7	7470 Karup
Aakjærvej	24	7470 Karup
Aakjærvej	22	7470 Karup
Aakjærvej	20	7470 Karup
Trehusevej	16	7470 Karup
Trehusevej	18	7470 Karup
Trehusevej	20	7470 Karup

Vammen

Grøndalsvej	5	8830 Tjele
Nørregade	42	8830 Tjele
Nørregade	46	8830 Tjele
Nørregade	57	8830 Tjele