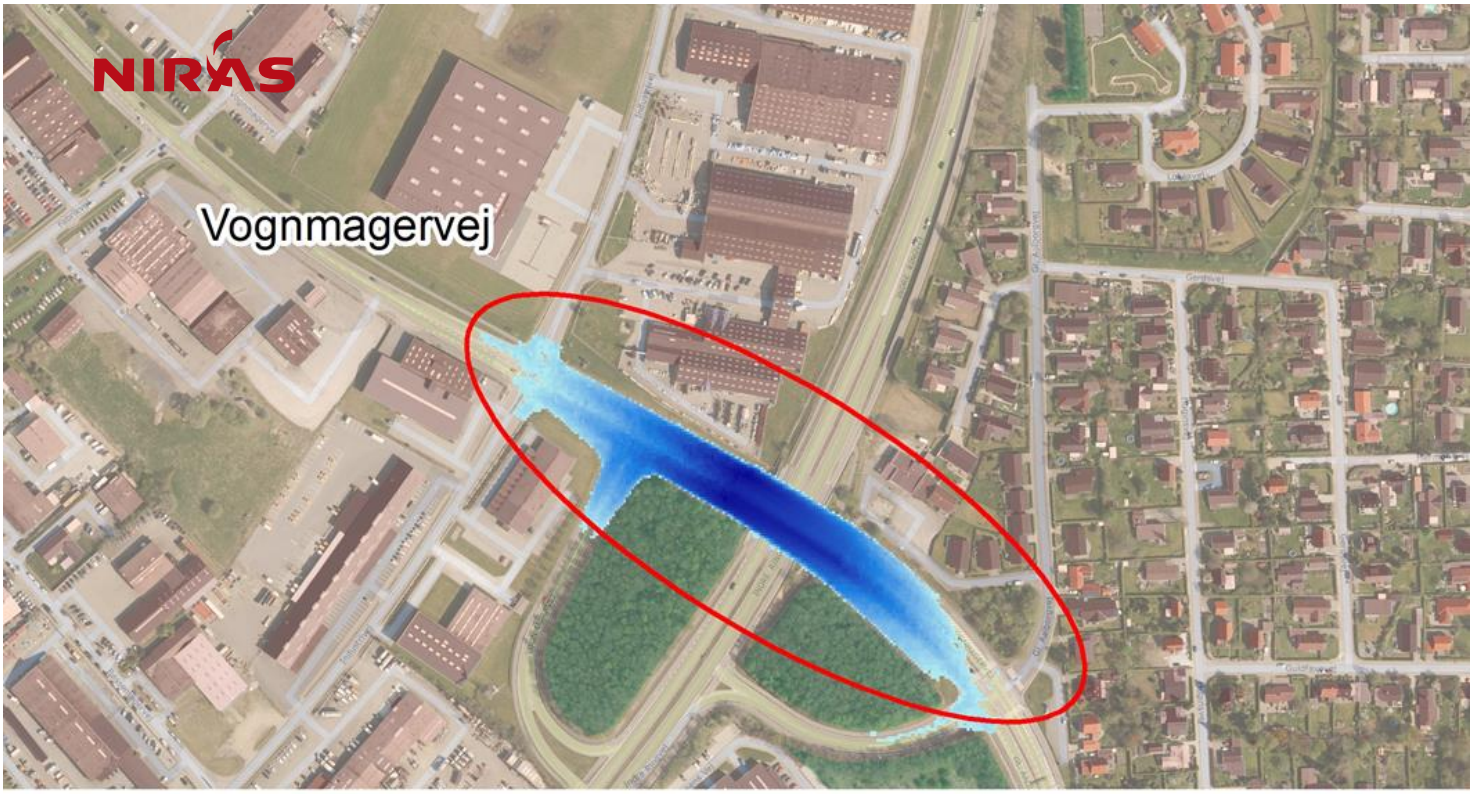


Forundersøgelse af 4 risikoområder

Baggrundsrapport

VIBORG KOMMUNE

19. FEBRUAR 2018

Indhold

1	**Indledning og baggrund**	**4**
1.1	Modelforudsætninger	4
2	**Eksisterende bindinger**	**5**
3	**Delprojekt 1 - Vognmagervej**	**7**
3.1	Kortlægning og konkretisering	7
3.1.1	Overfladeafstrømning	7
3.1.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	9
3.1.3	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	10
3.1.4	Konsekvens ved oversvømmelse	11
3.2	Indsatsmuligheder	13
3.2.1	Beredskab	14
3.2.2	Pumpestation	14
3.2.3	Gravitationsledning	16
3.2.4	Bassin	17
3.3	Vurderinger	19
3.3.1	Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	19
3.3.2	Vurderingsskema	19
4	**Delprojekt 2 - Sct. Ibs Gade**	**21**
4.1	Kortlægning og konkretisering	21
4.1.1	Overfladeafstrømning	21
4.1.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	23
4.1.3	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	28
4.1.4	Konsekvens ved oversvømmelse	28
4.2	Indsatsmuligheder	32
4.2.1	Kontrol af fastspændte dæksler	32
4.2.2	Etablering af grøft i Pilehaven	32
4.3	Vurderinger	33
4.3.1	Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	33
5	**Delprojekt 3 – Mønsted**	**34**
5.1	Kortlægning og konkretisering	34
5.1.1	Overfladeafstrømning	35
5.1.2	Tilbagestuvning fra kloaksystemet	37

5.1.3	Oversvømmelse fra Mønsted Bæk	38
5.1.4	Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg	43
5.1.5	Konsekvens ved oversvømmelse	43
5.2	Indsatsmuligheder	45
5.2.1	Styret vandføring, Kalkværksvej	45
5.2.2	Styret vandføring, Bredgade	45
5.2.3	Større underføringer	46
5.2.4	Tilbageholdelse af overfladevand	47
5.2.5	Oversvømmelse fra Solbakken og ned mod Mønsted Bæk	54
5.3	Vurderinger	55
5.3.1	Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand	55
6	**Anbefalinger**	**56**
6.1.1	Vognmagervej	56
6.1.2	Sct. Ibs Gade	56
6.1.3	Mønsted	56

Bilag 1

Løsningsforslag Vognmagervej

Bilag 2

Løsningsforslag Sct. Ibs Gade

Bilag 3

Grafer over Mønsted Bæk

Bilag 4

Løsningsforslag Mønsted

Projekt nr.: 229933
Dokument nr.: 1226161237
Version 7
Revision 2

Udarbejdet af JHKR/KWS/RBN
Kontrolleret af HLP
Godkendt af DPI

1 Indledning og baggrund

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

- Delprojekt 1: Risikoområde 9
- Delprojekt 2: Risikoområde 13
- Delprojekt 3: Risikoområde 55 og 56

Figur 1.1: Illustration af de fire udpeget risikoområder.

Nærværende rapport er et resultat af forundersøgelserne som NIRAS har udarbejdet for Viborg Kommune. Rapporten er et resultat af en proces bestående af 3 faser. I fase 1 er der udarbejdet en risiko- og konsekvensvurdering af delprojekterne. Dette blev præsenteret på møde mellem Viborg Kommune, Energi Viborg Vand A/S og NIRAS, hvor der ligeledes blev drøftet indsatser til minimering af oversvømmelsesrisikoen. Efterfølgende har NIRAS i fase 2 skitseret løsningsforslagene og udarbejdet anlægsoverslag på anlæggene. Endeligt er der i fase 3 lavet tilpasninger, efter projektmøde med præsentation af nærværende afrapportering.

Afrapportering er opbygget med afsæt i de 3 delprojekter, dvs. at der til hvert delprojekt er udarbejdet en risikoanalyse, konsekvensanalyse og løsningsforslag. Afslutningsvis er der lavet en anbefaling til videre bearbejdning af løsningsforslagene.

1.1 Modelforudsætninger

I gennem analyser og udarbejdelse af løsningsforslagene er der arbejdet med de Mike Urban modeller, som blev Energi Viborg Vand fik udarbejdet i forbindelse med oversvømmelsesberegningerne. Mike Urban modellerne til oversvømmelsesberegningerne blev udarbejdet af NIRAS.

Generelt gælder for alle modellerne, at de er udarbejdet i forbindelse med generering af oversvømmelseskort. Dvs. at detaljeringsgraden ikke er så præcis, at de i alle tilfælde kan benyttes til detaildimensionering. Der er i nærværende rapport foretaget mindre opdateringer/tilpasninger af modellen, en beskrivelse af disse opdateringer kommer løbende i de dertilhørende afsnit. Modellernes detaljeringsgrad vurderes dog fuldt ud tilstrækkelig til de forundersøgelser der er udført i nærværende rapport. En yderlig gennemgang og evt. tilpasning af detaljeringsgraden, vil først være nødvendigt ved en eventuel detaildimensionering.

2 Eksisterende bindinger

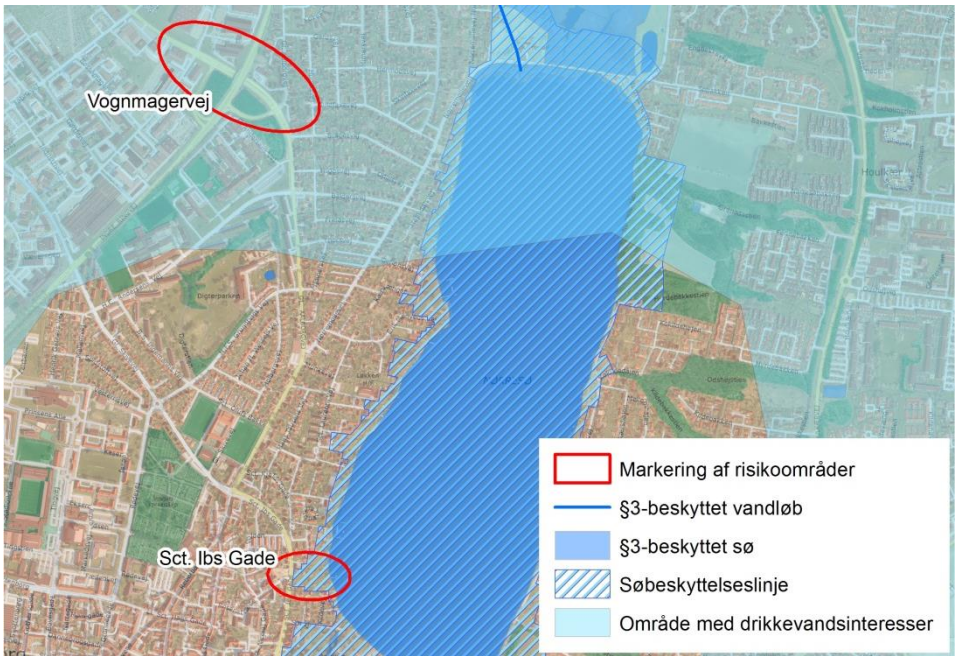
I det følgende kommer der en gennemgang af de eksisterende bindinger, der er for de enkelte områder, herunder fredninger mm.

På figur 2.1 ses en markering af de to indsatsområder, der er beliggende i Viborg, dvs. Vognmagervej (risikoområde nr. 9) og Sct. Ibs Gade (risikoområde nr. 13).

Vognmagervej er beliggende inden for område med drikkevandsinteresse. Derudover er der ingen umiddelbare fredninger eller andre begrænsninger i forhold til at finde en løsning til problemstillingen.

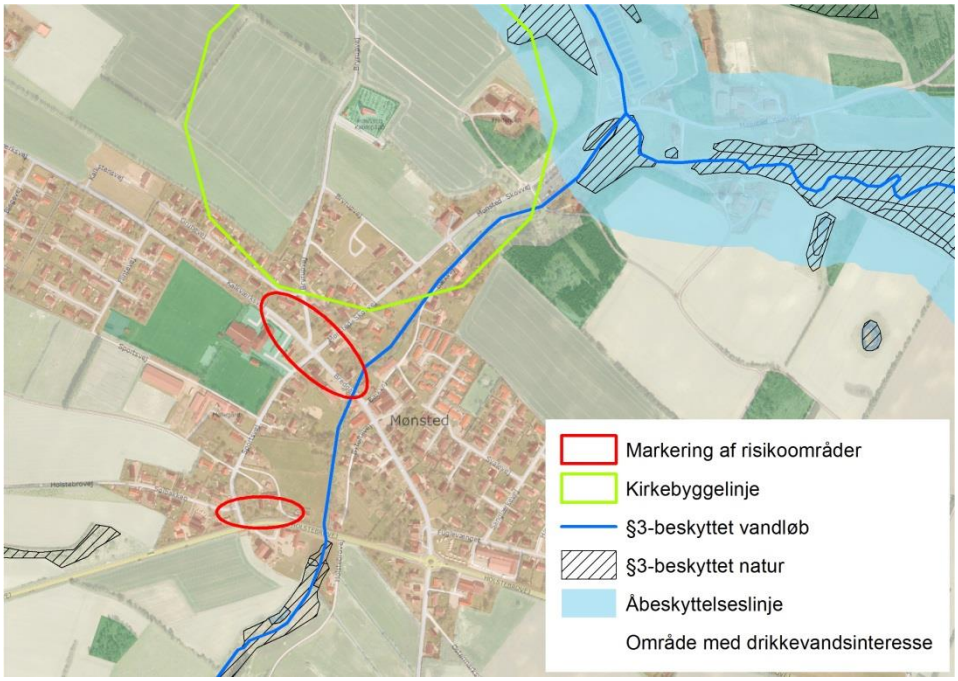
Den beregningsmæssige oversvømmelse ved Sct. Ibs Gade sker indenfor søbeskyttelseslinjen til Nørresø, ligesom Nørresø er §3-beskyttet. Det grønne område, som oversvømmelsen sker ud i, kaldes Pilehaven. Dette område er tidligere benyttet som kirkegård, hvorfor store udgravninger/etablering af rør i systemet ikke er hensigtsmæssigt.

Figur 2.1: Illustration af fredninger ved de to risikoområder 9 og 13, beliggende i Viborg by.



På figur 2.2 ses de forskellige fredninger samt naturbeskyttelser, der er i området omkring risikoområde 55 og 56. Der er ingen fredninger lige hvor oversvømmelsen opstår, dog ledes oversvømmelsen ned til et §3-beskyttet vandløb.

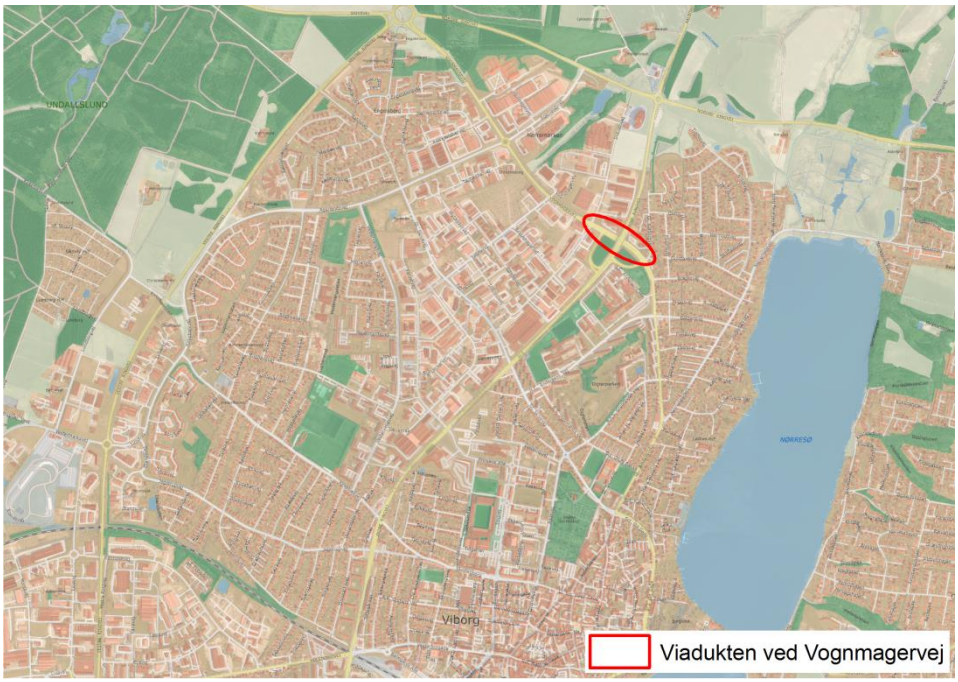
Figur 2.2: Illustration af fredninger ved de to risikoområder 55 og 56, beliggende i Mønsted by.



3 Delprojekt 1 - Vognmagervej

Oversvømmelsen ved Vognmagervej sker i en viadukt, hvor Vognmagervej krydser under Indre Ringvej. På figur 3.1 ses markering af viadukten. Som det ses, er viadukten en del af den trafikale hovedtransport gennem byen hvorfor, det rent infrastrukturmæssigt, er kritisk, når den står under vand.

Figur 3.1: Illustration af placering af viadukten ved Vognmagervej i Viborg.



3.1 Kortlægning og konkretisering

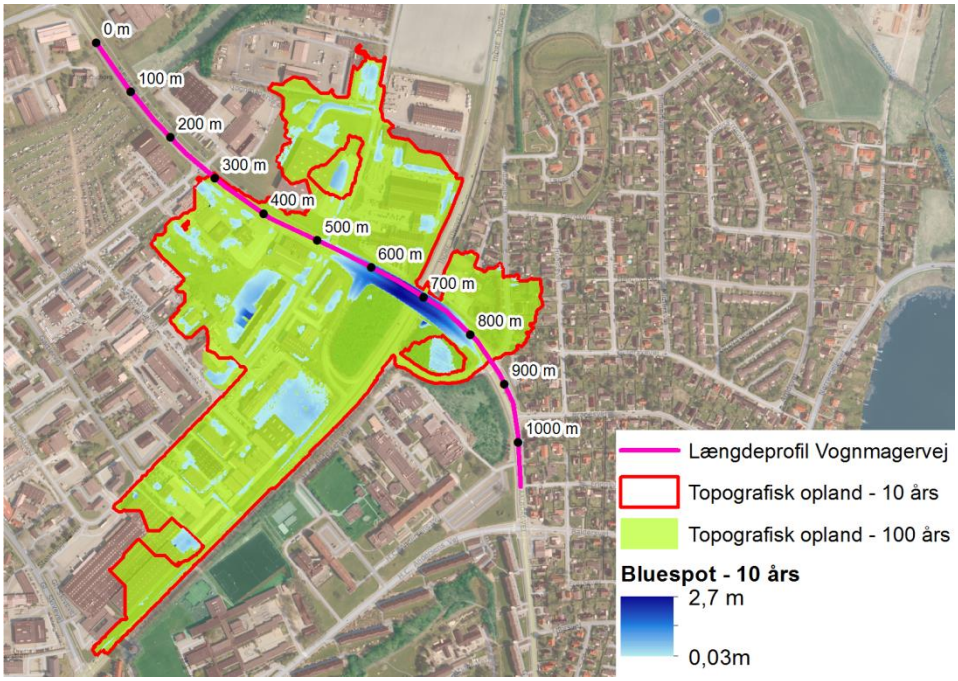
I det følgende kommer en kortlægning og konkretisering af kilden/kilderne til oversvømmelsen herunder hvilke konsekvens selve oversvømmelsen har både i en status- og fremtidssituation.

3.1.1 Overfladeafstrømning

På figur 3.2 ses det topografiske opland som, rent terrænmæssigt, afvander til viadukten under Indre Ringvej. Det topografiske opland er vist i forhold til en regndybde svarende til hhv. en 10 og en 100 års hændelse med en varighed på 4 timer. Som det ses, er der ikke stor forskel i udbredelsen af det topografiske opland.

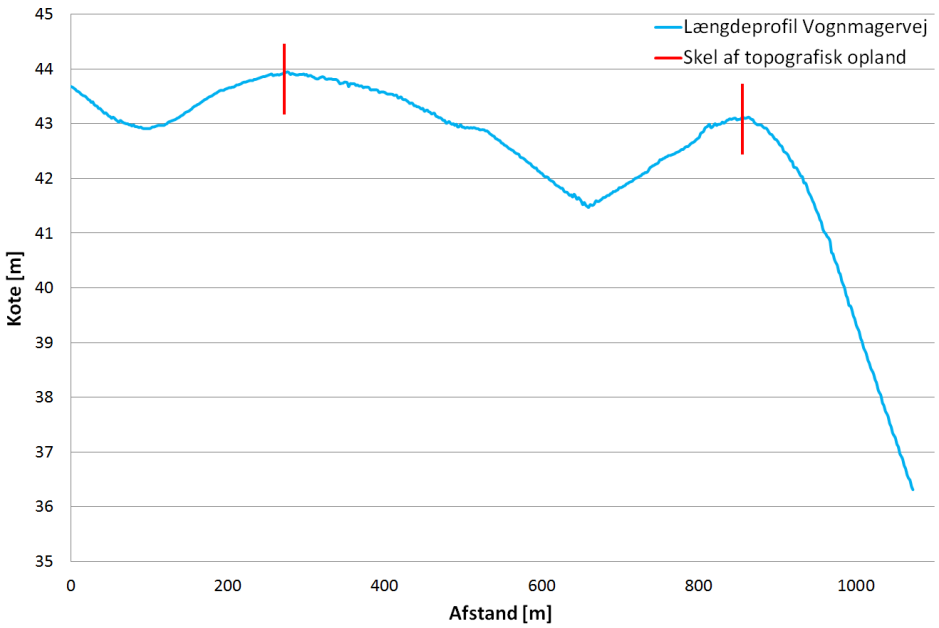
Det topografiske opland dækker over et område på 25,1 ha ved en 10 års hændelse og 26,8 ha ved en 100 års hændelse. På figur 3.2 ses den fyldning af lavninger der vil opstå ved en 10 års hændelse, udelukkende på baggrund af terrænforholdende, dvs. at der ikke er taget højde for det overfladevand der transporteres væk via ledningsnettet. Lavningerne er spredt ud over det topografiske opland, men da hele oplandet er befæstet samt kloakeret, må det antages, at størstedelen af det overfladevand der lander inden for det topografiske opland, via ledningsnet eller terræn vil blive ledt ned til lavningen i viadukten såfremt der ikke er kapacitet til at lede det væk i afløbssystemet.

Figur 3.2: Illustration over det topografiske opland til viadukten ved Vognmagervej samt de lavninger der er indenfor området.



På figur 3.3 ses længdeprofil for Vognmagervej, længdeprofilet vises for strækningen markeret på figur 3.2. Placeringen af det topografiske skel er ligeledes illustreret. Som det ses, vil der ikke umiddelbart ske afstrømning, via Vognmagervej, fra de tilstødende topografiske oplande.

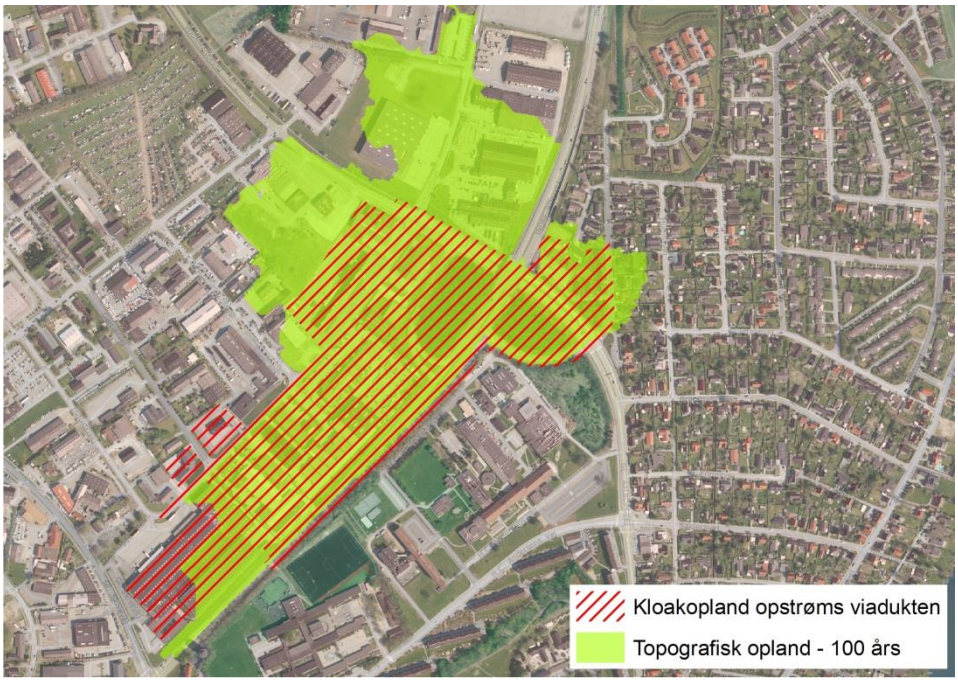
Figur 3.3: Længdeprofil for Vognmagervej i området ved viadukten.



3.1.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

Kloakoplandet opstrøms viadukten er beliggende i et separatkloakeret opland, hvorfor der ikke vil komme opspædt spildevand på terræn i forbindelse med oversvømmelse. På figur 3.4 ses det opstrøms kloakopland samt det topografiske opland. Som det ses, stemmer disse nogenlunde overens. Dog er det topografiske opland lidt større mod nord hvorfor overfladevand fra dette kloakopland også, i forbindelse med kapacitetsproblemer i ledningsnettet, vil afstrømme til viadukten. Dette opland er også separatkloakeret.

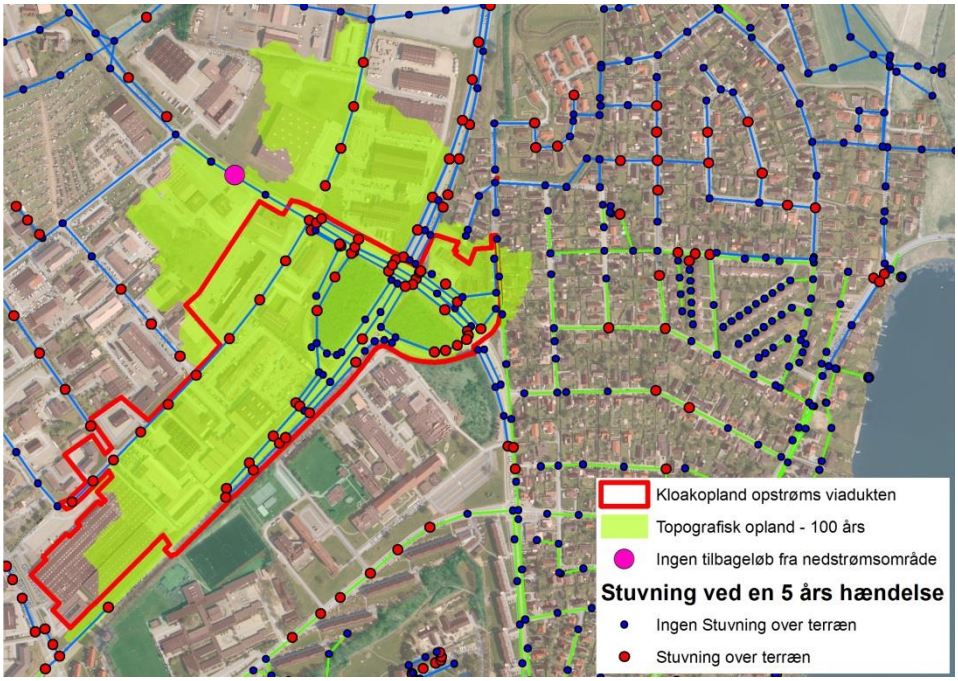
Figur 3.4: Illustration af kloakoplande samt topografisk opland for viadukten ved Vognmagervej.



På figur 3.5 er det markeret, i hvilke brønde der sker opstuvning til terræn. Derudover er kloaksystemet samt det topografiske opland opstrøms viadukten vist. Størstedelen af det overfladevand der stuver til terræn inden for det topografiske opland vil, som tidligere nævnt, afstrømme til viadukten.

Det er kontrolleret, at der ikke sker tilbagestuvning i ledningsnettet fra det nedstrømsbeliggende område. Denne kontrol er foretaget i ledningen markeret med pink cirkel på figur 3.5. Der sker ingen tilbageløb i denne ledning.

Figur 3.5: Markering af brønde hvor der, beregningsmæssigt, sker opstuvning til terræn. Opstuvning indenfor det topografiske opland vil, som udgangspunkt, afstrømmer til viadukten.



3.1.3 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

Sideløbende med udarbejdelse af nærværende rapport har Energi Viborg Vand fået kørt tv på strækningen i viadukten. Her er det konstateret, at et sandfang på en af brøndende i viadukten var 70 % fyldt ligesom ledningerne var ca. 40 % fyldt med sand. På baggrund af dette, vil det være hensigtsmæssigt at få området udpeget som et driftspunkt, hvor der skal ske en hyppig oprensning.

Der er kendskab til, at der kan stå op til 50 cm vand i viadukten. Dette resulterede for et par år siden i, at beredskabet var ude og omdirigere trafikken, så den blev ledt udenom viadukten i et par timer. Der er ingen decideret plan for, hvornår beredskab skal træde i kraft. I situationer, hvor der er vand i viadukten, forsvinder vandet forholdsvis hurtigt igen, og der er kun kendskab til, at viadukten har stået vandfyldt i nogle timer.

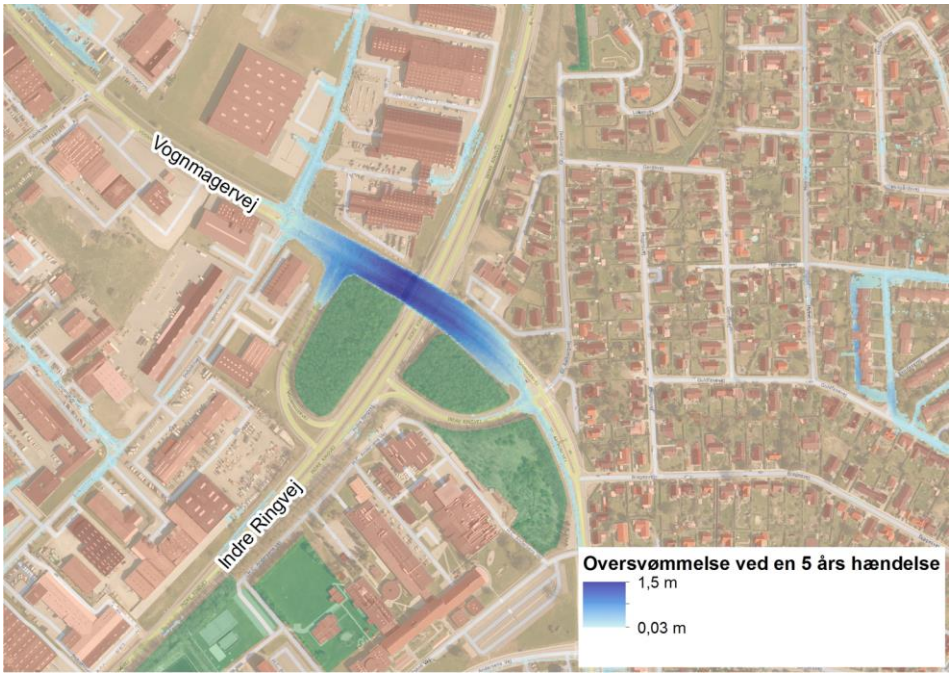
Både Falck og brandstationen, se illustration af figur 3.6, er beliggende i nærheden af viadukten og denne vil antageligt fungere som overordnet transportvej for en del udrykninger. Dette gør det ekstra vigtigt enten at sikre, at der ikke sker oversvømmelse eller have en beredskabsplan klar med omkørsel, for at sikre at udrykningskøretøjer ikke bliver unødigt forsinket.

Figur 3.6: Placering af Brandstation og Falck I forhold til viadukten ved Vognmagervej.

3.1.4 Konsekvens ved oversvømmelse

På Figur 3.7 og Figur 3.8 ses den beregningsmæssige udbredelse ved hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Som det ses, er der ikke så stor forskel på udbredelsen, ved de to hændelser, i selve viadukten. Oversvømmelsen afgrænses til hovedsageligt at oversvømme vejen, og giver ikke umiddelbart anledning til oversvømmelse af bygninger.

Figur 3.7: Illustration af beregningsmæssig oversvømmelse ved en 5 års hændelse.



Figur 3.8: Illustration af beregningsmæssig oversvømmelse ved en 100 års hændelse.

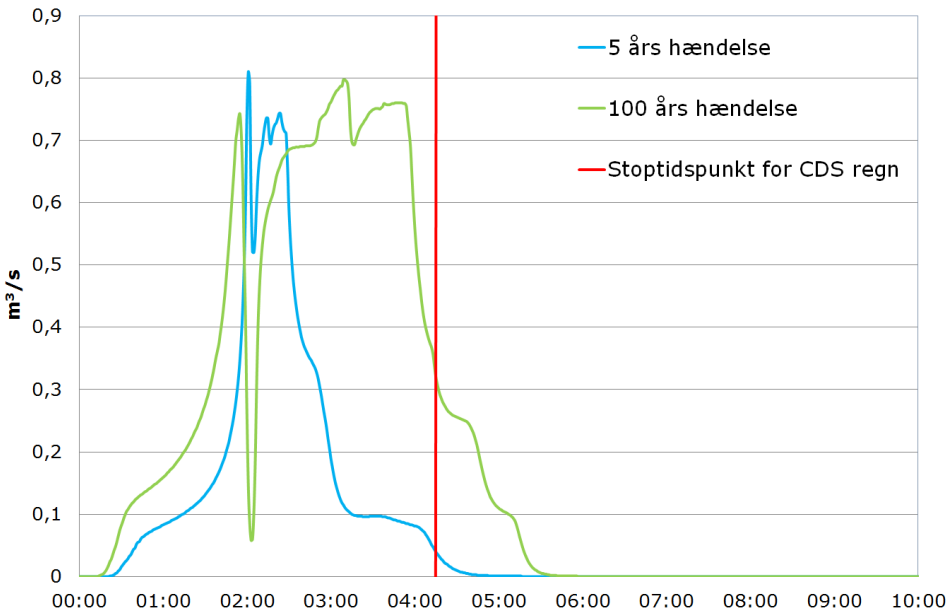
I tabel 3.1 ses den maksimale vanddybde i viadukten ved hhv. en 5, 10, 20, 50 og 100 års hændelse. Derudover er volumenet af oversvømmelsen i selve viadukten angivet.

Tabel 3.1: Beregnede vanddybder samt volumener i viadukten ved Vognmagervej ved forskellige gentagelsesperioder.

	Maksimal vanddybde	Volumen
5 års hændelse	1,53 m	8.060 m^3
10 års hændelse	1,54 m	8.190 m^3
20 års hændelse	1,56 m	8.460 m^3
50 års hændelse	1,60 m	9.070 m^3
100 års hændelse	1,64 m	9.490 m^3

Den eksisterende ledning i Vognmagervej (lige efter Industrivej) som leder vandet væk fra viadukten er en ø800. Ledningen har, jf. den hydrauliske model, en maksimal kapacitet på 800 l/s. Ud fra dette vil det tage 2,8 og 3,3 timer at tømme hhv. en 5 og en 100 års hændelse, når der er kapacitet i systemet igen. På Figur 3.9 ses flowet i den udvalgte ledning ved hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Derudover er det angivet, hvornår den benyttede CDS regn er slut. Som det ses, er der forholdsvis hurtigt kapacitet i rørene igen efter at regnen er stoppet. Dette stemmer fint overens med observationerne om, at vandet hurtigt forsvinder igen.

Figur 3.9: Flow I ledning væk fra viadukten ved hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Derudover er stoptidspunktet for den benyttede CDS-regn angivet.



Status

Den beregningsmæssige oversvømmelse har en dybde på ca. 1,5 m allerede ved en 5 års hændelse. Dette giver, som tidligere nævnt, trafikale problemer, og er derfor ikke hensigtsmæssigt eller acceptabelt.

Som nævnt, resulterer oversvømmelsen i, at det i perioder med kraftig regn ikke er muligt at køre gennem viadukten. Dog er det i en begrænset periode, 2-4 timer, der står meget vand i viadukten.

Fremtiden

Både det topografiske og kloakoplandet som afvander til viadukten er nærmest fuldt befæstet, så ud fra denne betragtning vil der ikke umiddelbart ske en øget befæstelse som vil resulterer i mere overfladevand til området. Dog er der en forventning om, at der vil komme kraftigere regnhændelser i fremtiden, pba. dette, vil der ske oversvømmelse hyppigere i fremtiden end nu.

3.2 Indsatsmuligheder

I dette afsnit er opstillet forskellige indsatsmuligheder til løsning af oversvømmelsesproblematikken ved viadukten ved Vognmagervej.

Til nogle af de foreslåede løsningsmuligheder har det været nødvendigt med supplerende beregning. Til beregning af nødvendige flow til tømning af viadukten ved Vognmagervej er der i nærværende afsnit foretaget en forsimpling af den hydrauliske model, så den kun indeholder området ved viadukten. Dette er gjort for at formindske beregningstiden. For at lede det vand der stuver til terræn inden for det topografiske opland ned til viadukten, er der fra alle brønde indsat et overløb fra dækselkoten og ned til viadukten. Der er forskellige usikkerheder ved denne metode, da der f.eks. ikke tages højde for den tid overfladevandet vil være om at strømme på terræn ned til viadukten. Forsimplingen vurderes dog at give et tilstrækkeligt præcist resultat, til brug i nærværende forundersøgelse.

I nogle af de foreslåede løsninger ledes overfladevandet ned til Engelandsdalen, i disse løsninger forudsættes det, at der er kapacitet i Engelandsdalen til at modtage og videreføre denne vandmængde. Forsyningen har planer om, evt. at åbne op så overfladevandet kan ledes på terræn i Engelandsdalen ned til det eksisterende bassin.

3.2.1 Beredskab

En mulig løsning i forbindelse med oversvømmelse af viadukten er udarbejdelse af en beredskabsplan som sikre, at vejen afspærres og alt trafik ledes andre veje.

Udarbejdelse af en beredskabsplan skal sikre, at mandskabet ved kommunens materielgård ved hvilket materiel der skal bruges for at sikre området ligesom det er fastsat hvilket mandskab der skal sikre/afspærre området. En beredskabsplan skal også indeholde en form for alarmsystem, så indsatsen kan træde i kraft hurtigst muligt.

Den beskrevne indsatsen vil være den samme, lige gyldigt om der sikres til en 5 eller en 100 års hændelse, da udbredelsen af oversvømmelsen stort set er ens.

Hvis beredskab vælges som løsning, accepteres, at viadukten er vandfyldt indtil, vandet er afledt. Det vurderes som værende i en periode på op til 3-4 timer. Dog længere tid ved meget langvarende regnhændelser.

<u>Økonomi</u>
Økonomien kan deles op i en fast del til udarbejdelse af beredskabsplan, indkøb af materialer m.m. samt en driftsdel. I tabel 3.2 fremgår økonomien ved de forskellige hændelser samt hvad den årlige ydelse er i gennemsnit pr. år. I bilag 1 fremgår de enkelte overslag for hver hændelse. Som det ses vil den fastedel stige når der sikres til en større hændelse. Dette skyldes, at en 100 års hændelse, statistisk set, vil ske en gang på 100 år, så i løbet af disse 100 år, vil der løbende komme en udgift til vedligeholdelse af udstyret. Dog falder den gennemsnitlige udgift pr. år i takt med at det er en større hændelse der sikres for, dette skyldes, at den første udgift til indkøb af materialer vil blive delt ud over flere år. Den første udgift til indkøb af materiel er dermed dyre end den efterfølgende vedligeholdelsesudgift.

Tabel 3.2: Angivelse af udgifter til udførelse af beredskab til forskellige hændelser.

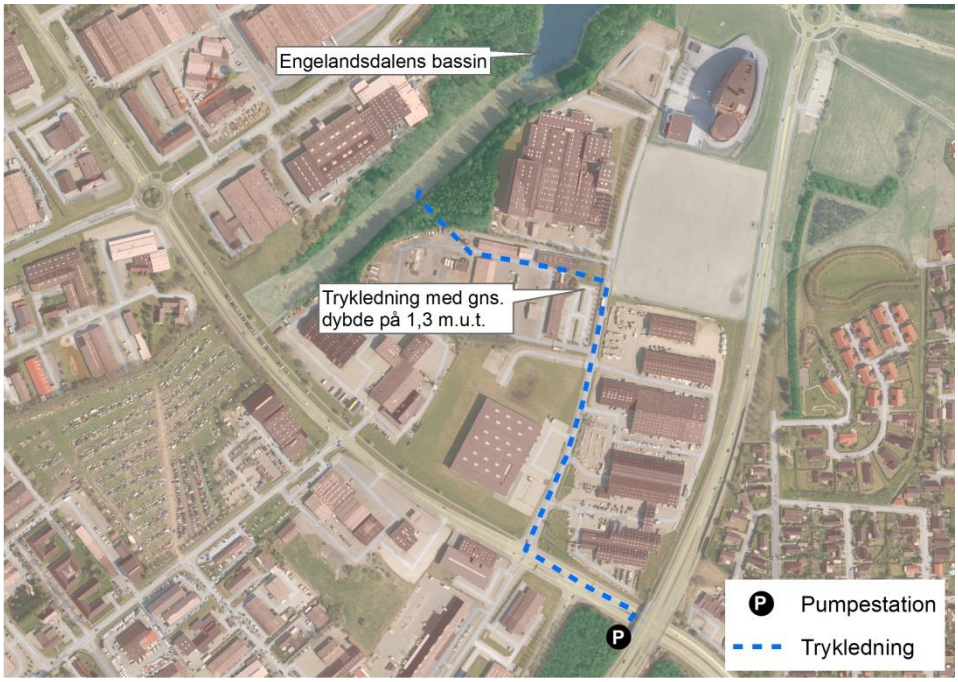
	Samlet overslag på fast del og driftsdel i hele perioden	Gennemsnitlig udgift pr. år
5 års hændelse	75.000,00 kr.	15.000,00 kr.
10 års hændelse	95.000,00 kr.	9.500,00 kr.
20 års hændelse	125.000,00 kr.	6.250,00 kr.
50 års hændelse	225.000,00 kr.	4.500,00 kr.
100 års hændelse	385.000,00 kr.	3.850,00 kr.

3.2.2 Pumpestation

En mulig løsning for at undgå oversvømmelse af viadukten er, at der etableres en pumpestation, som kan håndtere det tilstrømmende overfladevand.

Regnvandet pumpes fra pumpestationen gennem en ny trykledning ned i Engelandsdalens bassin. Pumpestationen sættes i det grønne område ved viadukten og ledningen lægges i Vognmagervej og Industrivej, en illustration af løsningen er vist på figur 3.10.

Figur 3.10: Illustration af trace for pumpeledning fra viadukten ved Vognmagervej og frem til Engelandsdalen.



Det undersøges, via den hydrauliske model, hvor store mængder der skal pumpes væk, til de enkelte hændelser, for at undgå overfladevand i viadukten. I tabel 3.3 er dette flow angivet. Derudover er den nødvendige ledningsdimension for trykledningen angivet.

Tabel 3.3: Angivelse af nødvendig pumpeydelse samt dimension for at pumpe overfladevandet fra viadukten væk.

	Nødvendig pumpeydelse	Nødvendig dimension af trykledning
5 års hændelse	366 l/s	Ø600
10 års hændelse	494 l/s	Ø700
20 års hændelse	906 l/s	Ø800
50 års hændelse	1.490 l/s	Ø1000
100 års hændelse	2.170 l/s	Ø1200

De angivne pumpeydelser samt ledningsdimensioner i tabel 3.3, vurderes som værende urealistiske store. Og ikke en løsning man vil vælge. På baggrund af dette er det undersøgt, hvor længe der vil være overfladevand i viadukten hvis der vælges en pumpe med en mere realistisk ydelse. Dette ses af tabel 3.4. Opholdstiden er beregnet via en håndberegning, såfremt denne løsning vælges anbefales det, at opholdstiden kontrolleres via en hydraulisk beregning.

Tabel 3.4: Angivelse af pumpeydelser der vurderes realistiske samt opholdstiden for vand på terræn.

	Tilpasset pumpeydelse og ledningsdimension	Tilpasset dimension af trykledning	Opholdstid på terræn
5 års hændelse	100 l/s	Ø280	1,4 t
10 års hændelse	100 l/s	Ø280	2,3 t
20 års hændelse	200 l/s	Ø400	2,1 t
50 års hændelse	200 l/s	Ø400	3,3 t
100 års hændelse	200 l/s	Ø400	5,1 t

Da pumpen kun skal benyttes i forbindelse med, at det eksisterende system ikke har tilstrækkeligt med kapacitet, er der en risiko for, at hjulene i pumperne kan sætte sig fast, da pumpestationen ikke vil komme til at køre jævnligt. Derudover er en pumpestation afhængig af strøm.

<u>Økonomi</u>
Økonomien beregnes ud fra de tilpassede pumpeydelser vist i tabel 3.5. Da det, som nævnt, ikke vurderes som hensigtsmæssigt at etablere en trykledning med de dimensioner der er angivet i tabel 3.3. I bilag 1 fremgår de enkelte overslag for hver hændelse.

Tabel 3.5: Angivelse af økonomisk overslag på udgiften for etablering af pumpestation samt trykledning til sikring ved forskellige hændelser.

	Løsning	Overslag
5 års hændelse	100 l/s – Ø280	2,6 mio. kr.
10 års hændelse	100 l/s – Ø280	2,6 mio. kr.
20 års hændelse	200 l/s – Ø400	2,8 mio. kr.
50 års hændelse	200 l/s – Ø400	2,8 mio. kr.
100 års hændelse	200 l/s – Ø400	2,8 mio. kr.

3.2.3 Gravitationsledning

En anden løsningen for at undgå oversvømmelse af viadukten er etablering af en gravitationsledning. Denne ledning foreslås etableret med tracé som skitseret på figur 3.11. Ledningen placeres fra Vognmagervej og ned gennem Industrivej og frem til bassinet i Engelandsdalen. Den eksisterende gravitationsledning i Industrivej opgraves og udskiftes med en ny og større ledning. Overfladevandet fra de tilstødende oplande langs Industrivej tilkobles derfor også den nye ledning. De nødvendige ledningsdimensioner ses af tabel 3.6.

De nye ledningsdimensioner fremgår af tabel 3.6 og løsningen er illustreret på figur 3.11. Ledningsdimensionerne indeholder det tilkoblede overfladevand fra Industrivej.

Figur 3.11: Illustration af foreslået trace for en ny gravitationsledning samt en ca. dybde på de enkelte brønde for at opnå et fald på minimum 3 ‰.

For at kunne opsamle overfladevandet i viadukten, skal den nye gravitationsledning ligge 3,5-5,1 meters dybde, hvilket medfører høje anlægsomkostningen.

Et andet muligt tracé er en ny eller opdimensionering af eksisterende ledning i Vognmagervej. Dette vil kræve opgravning af vejen og ligeledes etablering af ny ledning forholdsvis dybt. Da vejen er stærkt trafikret vurderes tracéet gennem Industrivej som værende bedre, og der ses ikke nærmere på en ny ledning i Vognmagervej.

<u>Økonomi</u>
Økonomien for etablering af de nødvendige ledningsdimensioner til håndtering af de forskellige hændelser ses i tabel 3.6. I bilag 1 fremgår de enkelte overslag for hver hændelse.

Tabel 3.6: Angivelse af nødvendig rørdimension samt skønnet økonomi for etablering af gravitationsledning.

	Nødvendig rørdimension	Overslag
5 års hændelse	Ø700	4,5 mio. kr.
10 års hændelse	Ø800	4,9 mio. kr.
20 års hændelse	Ø1000	5,5 mio. kr.
50 års hændelse	Ø1200	7,1 mio. kr.
100 års hændelse	Ø1400	10,7 mio. kr.

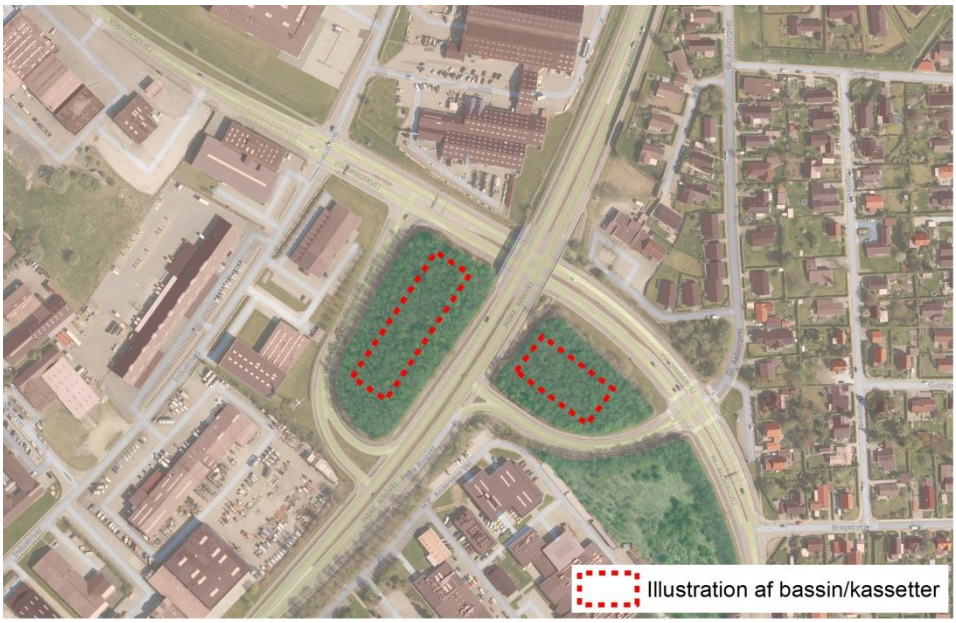
3.2.4 Bassin

For at undgå oversvømmelse af viadukten kan overfladevandet i stedet ledes til forsinkelse i de tilstødende grønne arealer op til viadukten. Pga. nødvendigt

skråningsanlæg samt afstand til vejfladerne anbefales forsinkelsen foretaget i et underjordisk bassin, i form af kassetter (det skal undersøges om disse skal være tætte eller om der må ske en nedsivning i området). Efter endt regnhændelse, når der er kapacitet i systemet igen, skal bassinerne tømmes igen, via eksisterende ledningsnet.

Bassinets størrelse vil afhænge af, hvilken hændelse der sikres for. Jo større bassinet bliver, des højere hændelse vil der kunne sikres for. I tabel 3.7 ses nødvendigt bassinvolumen i forhold til de enkelte hændelser. Område til placering af underjordisk bassin er illustreret på figur 3.12. Det er ikke undersøgt nærmere hvorvidt det er muligt at opnå tilstrækkeligt med volumen uden at det bliver nødvendigt med bassiner der er så dybe, at overfladevandet efterfølgende skal pumpe op fra bassinerne igen.

Figur 3.12: Illustration af områder hvor der kan etableres bassinvolumen (kassetter). Omridset viser ikke den endelige udbredelse.



<u>Økonomi</u>

Økonomien for sikring af de enkelte regnhændelser kan aflæses i tabel 3.7. I bilag 1 fremgår de enkelte overslag for hver hændelse.

Tabel 3.7: Angivelse af bassinvolumen samt anlægsøkonomi til de enkelte hændelser.

	Bassinvolumen	Overslag
5 års hændelse	8.060 m^3	18,3 mio. kr.
10 års hændelse	8.190 m^3	18,5 mio. kr.
20 års hændelse	8.460 m^3	19,3 mio. kr.
50 års hændelse	9.070 m^3	20,5 mio. kr.
100 års hændelse	9.490 m^3	21,8 mio. kr.

3.3 Vurderinger

En oversvømmelse i tunnelen vil give en væsentlig påvirkning af trafikken og medfører trafikale problemer i Viborg. Problemer med oversvømmelser i det pågældende område er oplevet få gange. Derfor vil det som indledning være relevant at registrere, hvor ofte der opstår problemer som følge af oversvømmelser i tunnelen. I registrerings-/måleperioden anses beredskab for den bedste løsning.

Opstår problemerne tilstrækkeligt ofte bør der laves permanente løsninger. Såfremt dette ikke sker vurderes et beredskab at være tilstrækkeligt.

3.3.1 Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

De eksisterende rør ved viadukten er lagt i 70'erne og er ved en kontrolberegning konstateret til at være for små. Der udføres en håndberegning for fuldt løbende rør til en 1 års hændelse (110 l/s/ha) og uden sikkerhedstillæg. Denne beregning viser, at de eksisterende rør er for små, selv til datidens dimensioneringskrav.

Skulle Energi Viborg Vand have lagt et rør svarende til dimensionskriteriet på daværende tidspunkt, skulle rørene generelt have været en dimension større. De nuværende rør har dimensionerne i intervallet Ø200-Ø500. Så lige gyldigt hvilken løsning der vælges kan der argumenteres for, at Energi Viborg Vand skal betale, hvad det ville koste at omlægge de eksisterende ledninger, til i gennemsnit en ledningsdimension større. En merpris, for rør i disse dimensioner svarer udelukkende til selve rørprisen, som er forskellige i den løbende meter rørgrav, som anlægges. Afhængig af rørdimensionen vil det give en merpris i nutidskroner i intervallet 150-450 kr./lbm.

Løses problematikken i Vognmagervej ved lægning af en ny gravitationsledning i Industrivej, skal udgiften til lægning af ledningen deles mellem Viborg Kommune og Energi Viborg Vand. Delingen kan f.eks. baseres på, hvilke værdier de eksisterende ledninger har i Energi Viborg Vands database og sammenholde dem med, hvilken niveau som ledningerne skal opfylde for at overholde dimensionskriterierne. Den udgift tilfalder Energi Viborg Vand. De øvrige udgifter i projektet tilfalder Viborg Kommunes, da dette potentielt vil være sikring til over service niveau, og dermed klimatilpasning.

Ligegyldig valg af indsats, bør delingen af udgifterne være fastlagt før projektet igangsættes.

3.3.2 Vurderingsskema

Hver indsatsmulighed er blevet vurderet i forhold til risikoen for punkterne:

- Tekniske udfordringer
- Interessenter
- Speciel opmærksomhed for gennemførelse af indsatsen
- Økonomi (taget ud fra de enkelte løsningsforslag)

Hvert punkt er tildelt en værdi på en skala fra 1 til 10, hvor 1 er dårligst og 10 er bedst. For indsatsen er antallet af point i de enkelte punkter summeret op til et samlet pointantal. Dvs. at løsningen med flest point umiddelbart er mest hensigtsmæssigt, ud fra de opstillede kriterier. I skema 1 fremgår pointgivningen for delprojekt 1 - Vognmagervej.

Indsats	Tekniske udfordringer		Interessenter		Speciel opmærksomhed		Økonomi ved sikringsniveau		Samlet antal point
	Risiko	Point	Risiko	Point	Risiko	Point	Sikringsniveua	Point	
Beredskab	Udarbejdelse af beredskabsplan	8	Beredskabet skal have besked	8	Manglede afspærringsplan	4	5-års periode	8	28
	Kendskab til beredskabsplan				Manglede mandskab		10-års periode	8	28
					Vandet vil stå på vejen i op til 3-4 timer		20-års periode	8	28
							50-års periode	8	28
							100-års periode	8	28
Pumpestation	Kræver fast areal til sætning af station	4	Stabilitet og udvidelse af vejanlægget forringes	5	Pumper kan sætte sig fast	5	5-års periode	6	20
	Kræver el-tilslutning		Gener for trafikken og virksomhederne		El-net kan sætte ud		10-års periode	5	19
	Pumpestation skal sættes minimum 1 m. under eks. ledninger				Pumpen tager lang tid om at tømme		20-års periode	6	20
	Trykledning koordinering med øvrige ledningsejere				oversvømmelsen		50-års periode	4	18
					Indløb på eks. bassin		100-års periode	4	18
Ledning	Kræver koordinering med øvrige ledningsejere	5	Gener for trafikken og virksomhederne	6	Ledning kan stoppe til	9	5-års periode	7	27
					Indløb på eks. bassin		10-års periode	7	27
							20-års periode	6	26
							50-års periode	6	26
							100-års periode	5	25
Bassin	Pladsforhold under udførelsen	5	Stabilitet og udvidelse af vejanlægget forringes	6	Bassin skal tømmes og vedligeholdes	8	5-års periode	3	22
	Størrelse af bassin				Bassin kan stoppe til		10-års periode	3	22
	Skal indbygges i vejanlægget						20-års periode	3	22
							50-års periode	2	21
							100-års periode	2	21

Skema 1 – Pointgivning for Vognmagervej.

4 Delprojekt 2 - Sct. Ibs Gade

Oversvømmelsen af Sct. Ibs Gade, sker på den vejstrækning der er placeret ud for pilehaven. På figur 4.1 ses markering af området. Som det ses, er Sct. Ibs Gade en del af det trafikale hovedtransportsystem i Viborg, hvorfor det rent infrastrukturmæssigt, vil være kritisk, hvis strækningen står under vand.

Figur 4.1: Illustration af Sct. Ibs Gade i området udenfor Pilehaven.

4.1 Kortlægning og konkretisering

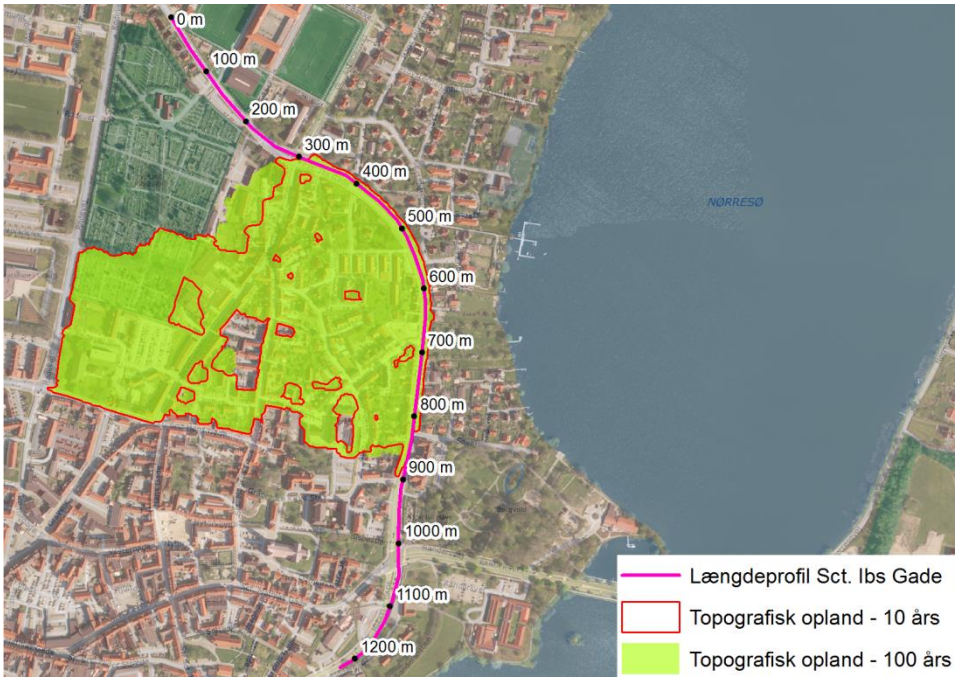
I det følgende kommer en kortlægning og konkretisering af kilden/kilderne til oversvømmelsen, herunder hvilke konsekvenser selve oversvømmelsen har både i en status- og fremtidssituation.

4.1.1 Overfladeafstrømning

På figur 4.2 ses det topografiske opland, som afvander til vejområdet ud for pilehaven. Det topografiske opland er vist i forhold til en regndybde svarende til hhv. en 10 og en 100 års hændelse, med en varighed på 4 timer. Som det ses, er der ikke stor forskel i udbredelsen af det topografiske opland.

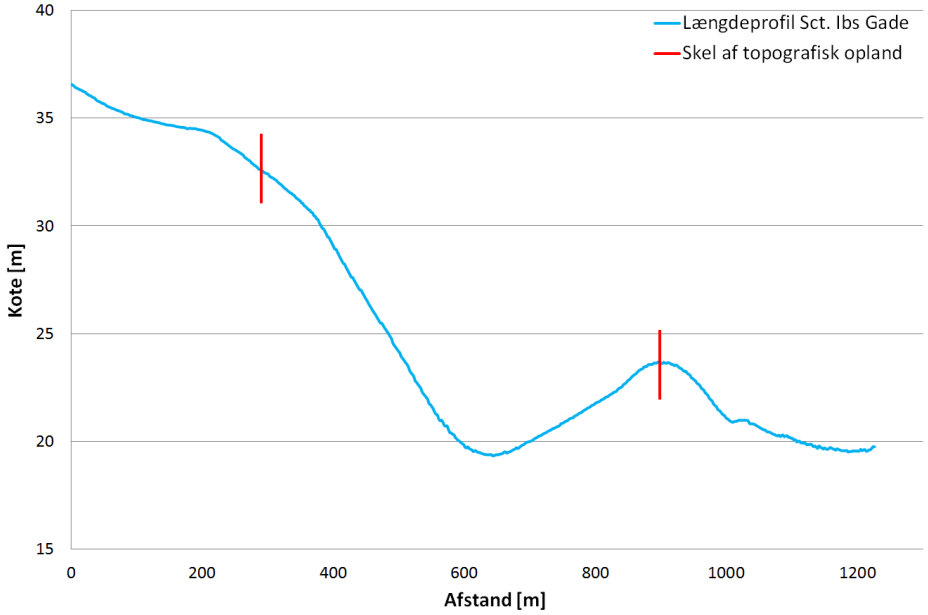
Det topografiske opland dækker over et område på hhv. 16,6 ha ved en 10 års hændelse og 18,3 ha ved en 100 års hændelse.

Figur 4.2: Illustration af topografisk opland til lavningen I Sct. Ibs Gade udenfor Pilehaven.



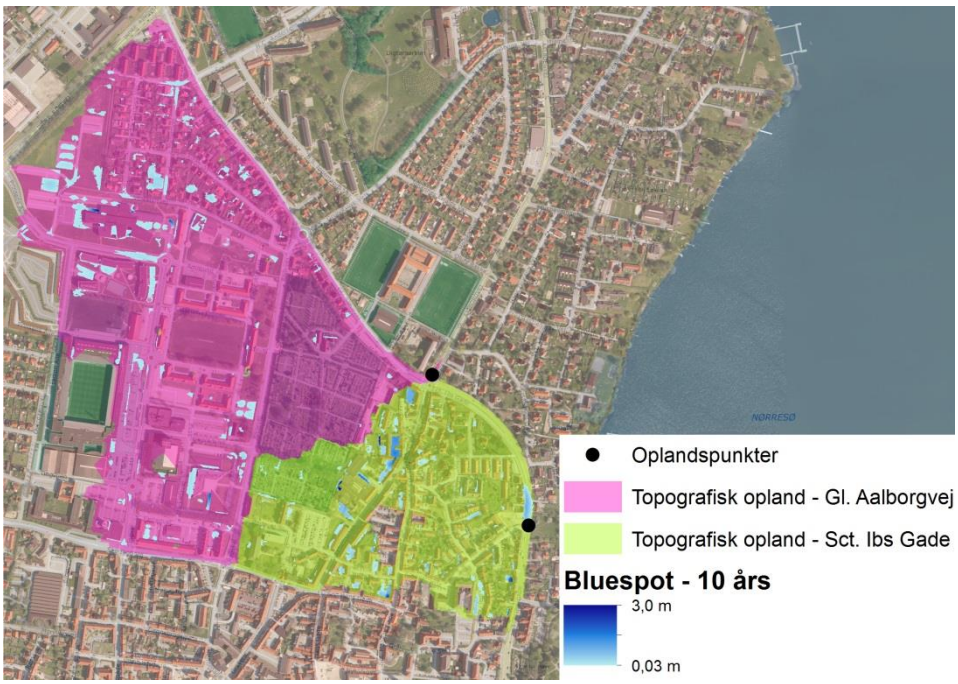
På figur 4.3 ses længdeprofil for en del af Gl. Skivevej og Sct. Ibs Gade. Længdeprofilet vises for strækningen markeret på figur 4.2. Placeringen af det topografiske skel er ligeledes illustreret. Det topografiske opland til oversvømmelsen ved Pilehaven starter ved 300 m, men faldet på de første 300 m har også fald ned mod området ved Pilehaven. Så her må det antages, at der er sandsynlighed for, at en del af overfladevandet vil strømme ned af Sct. Ibs Gade, selvom området ligger udenfor det topografiske opland.

Figur 4.3: Længdeprofil for en del af Sct. Ibs Gade. Strækningen er illustreret på figur 4.2.



På figur 4.4 er det topografiske opland, svarende til en 100 års hændelse, vist for de to markeringer. Dvs. hhv. ved Sct. Ibs Gade uden for Pilehaven samt ved krydset ned til Gl. Aalborgvej.

Figur 4.4: Topografisk opland til de to markerede punkter. Derudover vises blue spot for de naturlige lavninger indenfor området.



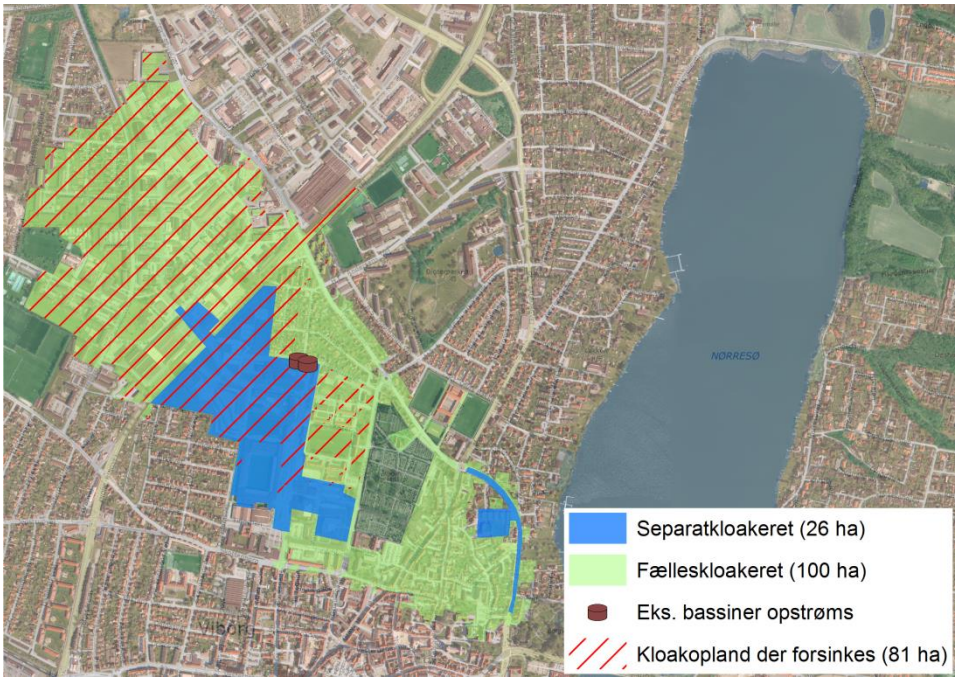
Det topografiske opland dækker over et område på 18,3 ha og 43,1 ha for hhv. oplandet til Sct. Ibs Gade og oplandet til Gl. Aalborgvej. På Figur 4.4 ses den fyldning af lavninger der vil opstå ved en 10 års hændelse. Lavningerne er spredt ud over det topografiske opland, men da størstedelen af oplandene er befæstet samt kloakeret, må det antages, at størstedelen af det overfladevand der lander inden for det topografiske opland til Sct. Ibs Gade, via ledningsnet eller terræn, vil blive ledt ned til området ud for Pilehaven. En del af det overfladevand der lander i det topografiske opland til Gl. Aalborgvej vil også afstrømme til området, det er dog ikke muligt at vurdere hvor meget der vil strømme af Sct. Ibs Gade i forhold til Gl. Aalborgvej.

4.1.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

Kloakoplandet opstrøms den potentielle oversvømmelse ved Sct. Ibs Gade er beliggende i både et separat- og et fælleskloakeret opland. På Figur 4.5 er kloakoplandet opstrøms illustreret. Vejvandet fra Sct. Ibs Gade samt et mindre boligområde, ved Volden, er separatkloakeret og ledes i et særskilt regnvandssystem til udløb i Nørresø. Derudover er et større område omkring stadion også separatkloakeret, her ledes overfladevandet ned i det fælleskloakeret område.

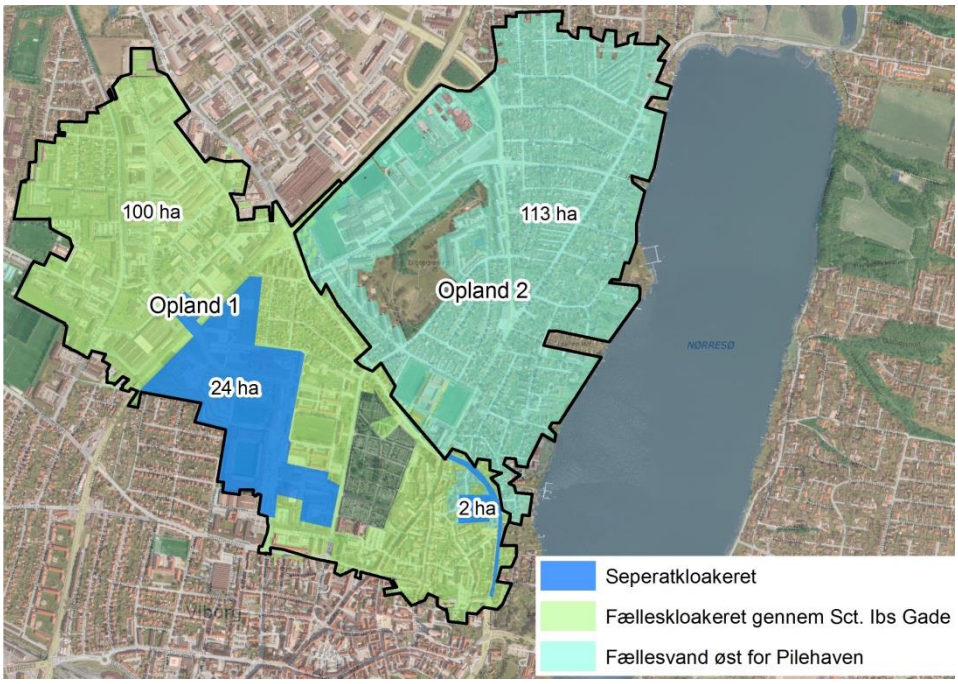
Samlet består kloakoplandet opstrøms oversvømmelsen ved Sct. Ibs Gade af 100 ha fælleskloak og 26 ha separatkloak. Heraf forsinkes de 81 ha i eksisterende bassiner ved Vesterrisvej inden overfladevandet ledes videre i systemet igen.

Figur 4.5: Illustration af kloakopland opstrøms lavningen i Sct. Ibs Gade udenfor Pilehaven.



Ud over det opland der ledes til ledningsnettet i Sct. Ibs Gade vest for Pilehaven, ledes der også et opland i et ledningsnet gennem Pilehaven. De to systemer er koblet sammen flere steder. En illustration af oplandene ses af figur 4.6 og et udsnit af ledningsnettet for området ses af figur 4.7.

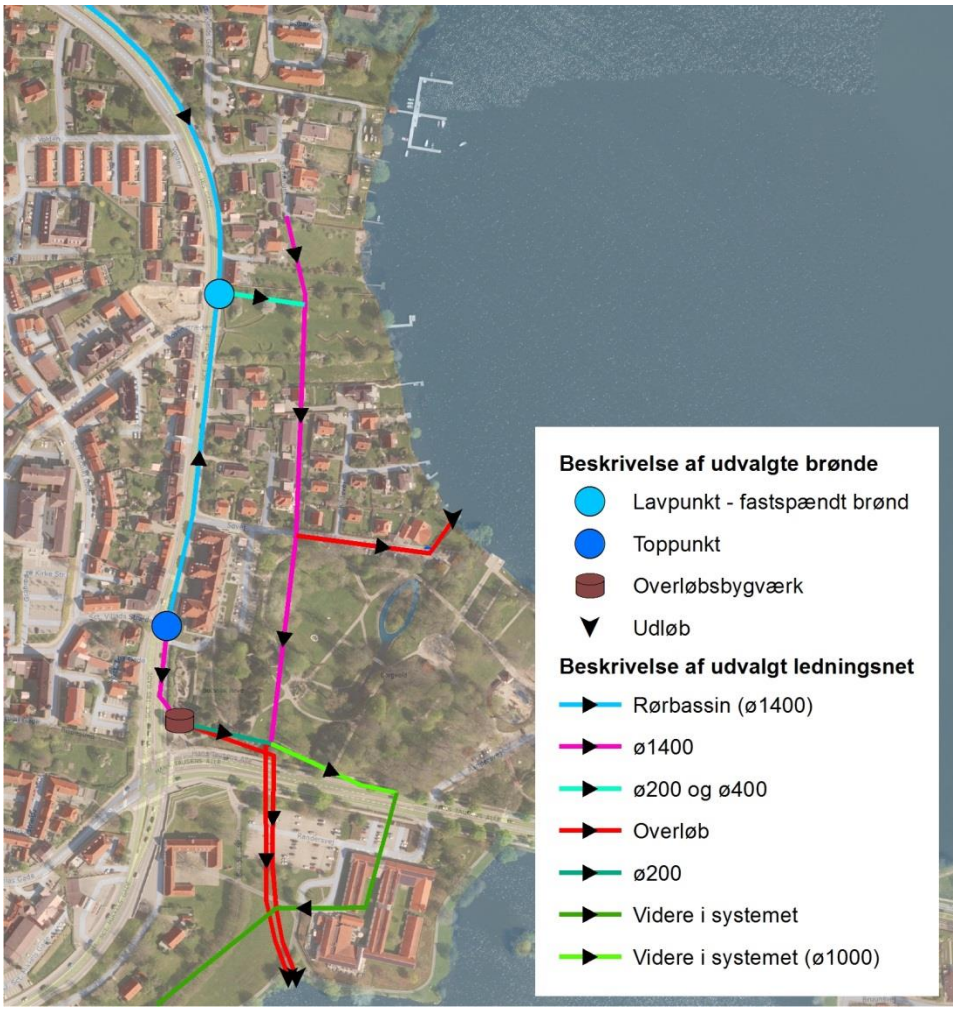
Figur 4.6: Illustration af kloakoplande opstrøms ledning I Sct. Ibs Gade samt ledning i den østligste del af Pilehaven.



På figur 4.7 er ledningsnettet i området omkring Sct. Ibs Gade illustreret. Der er en ø1400 ledning, som fungere som rørbassin, i en del af Sct. Ibs Gade. Til denne

ledning tilføjes opland 1 jf. figur 4.6. Der er ligeledes etableret en ø1400 ledning gennem Pilehaven, denne modtager overfladevand fra opland 2 jf. figur 4.6. Fra ledningen, i Sct. Ibs Gade, er der etableret en ø200 og en ø400 ledning gennem Pilehaven og hen til den ø1400, der er her. Planen er, at ø200 ledningen skal benyttes ved en hverdagssituation, når denne er 60 % fyldt, åbnes et spjæld og ø400 ledningen tages også i brug. Dette gør, at ø1400 ledningen i Sct. Ibs Gade vil fungere som et rørbassin. Når rørbassinet er fyldt vil vandet blive presset over toppunktet i Sct. Ibs Gade, se markering på figur 4.7, og ned til bygværket placeret ved krydset mellem Sct. Ibs Gade og Randersvej. Herfra ledes vandet enten videre i fællessystemet, eller via overløb ned til Søndersø.

Figur 4.7: Illustration af ledningstyper og sammenhæng i området omkring Pilehaven.

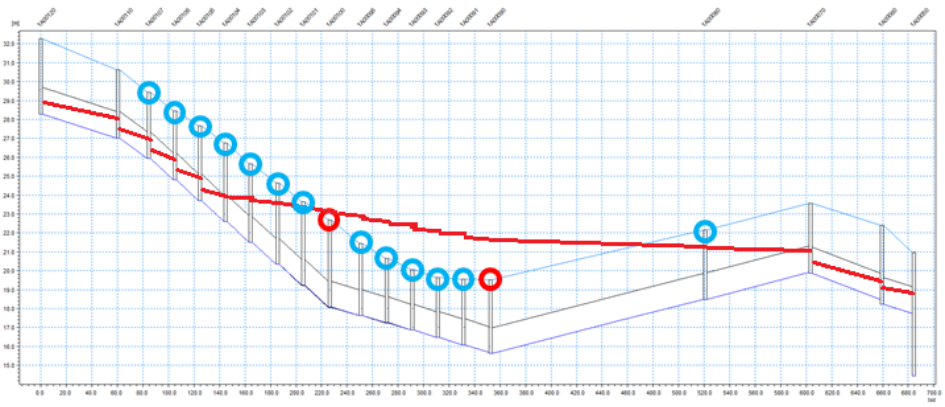


For at rørbassinet i Sct. Ibs Gade fungerer, er det nødvendigt med fastspændte dæksler for at kunne opnå et trykniveau, der får vandet over toppunktet i vejen og videre ned til bygværket ved Randersvej. I forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport er der fundet frem til, at en del brønde i Sct. Ibs Gade ikke er brønde men fiktive punkter i databasen som sikrer, at ledningen har det rigtige tracé. Derudover er der to fastspændte dæksler. De fiktive punkter samt de fastspændte brønde er vist på figur 4.8. Disse brønde og punkter er alle medtaget som almindelige brønde i modellen der er benyttet til udarbejdelse af oversvømmelseskort. Det betyder, at den tidligere beregnet oversvømmelse større end reelt.

Figur 4.8: Visning af trykspændte dæksler samt brønde der er fiktive punkter.

På figur 4.9 er de fiktive punkter markeret med blå og de fastspændte med rød. Derudover er den maksimale vandstand/trykniveau, for en 5 års hændelse, vist med rød. Som det ses, er der et trykniveau ved de fastspændte dæksler, men da vandet ikke kan løbe over her, vil vandet i stedet, blive presset videre i systemet og ned til bygværket, når der ikke er mere kapacitet i ledningerne igennem Pilehaven. Ved 5 års hændelse er det beregningsmæssige trykniveau, for det fastspændte dæksel i lavningen på ca. 2 m. Ved en 100 års hændelse er dette trykniveau på ca. 4 m. Et så stort trykniveau vil umiddelbart slide på konstruktionen og evt. nedsætte brøndens levetid. En risiko ved et så stort trykniveau er ligeledes, at der er risiko for at hele dækslet løfter sig, evt. ved brud i vejen.

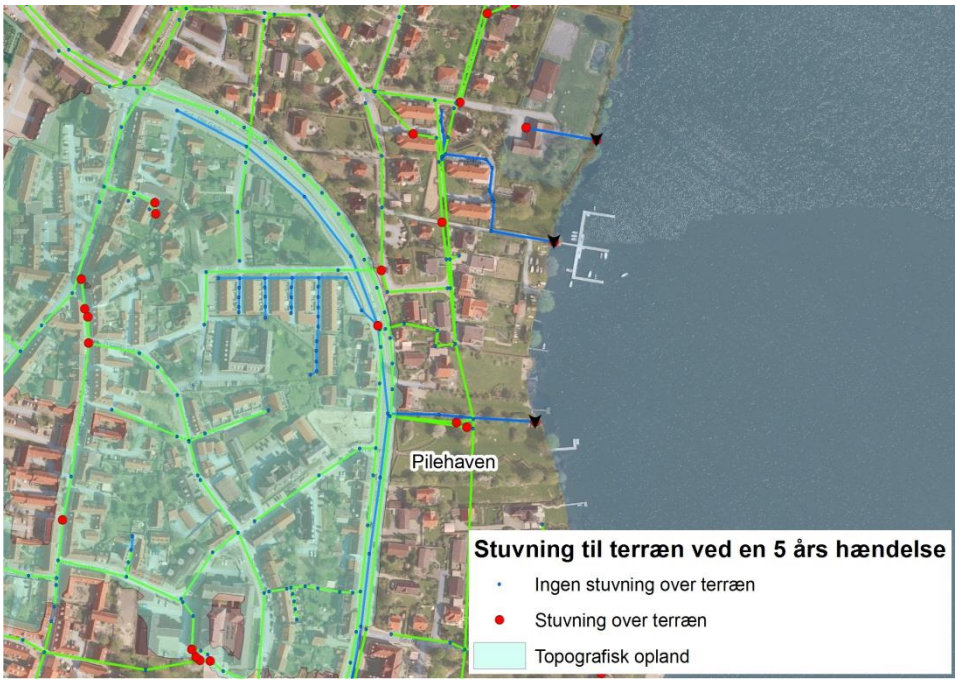
Figur 4.9: Visning af maksimal stuvning I ledningsstrækning I Sct. Ibs Gade. Brønde markeret med rød er trykspændte og brønde markeret med blå er fiktive punkter.



På figur 4.10 er det illustreret, i hvilke brønde der sker opstuvning til terræn, ved en 5 års hændelse, efter at de viste brønde på figur 4.8 er ændret. Når disse dæksler er fastspændt sker der på Sct. Ibs Gade kun opstuvning til terræn i en

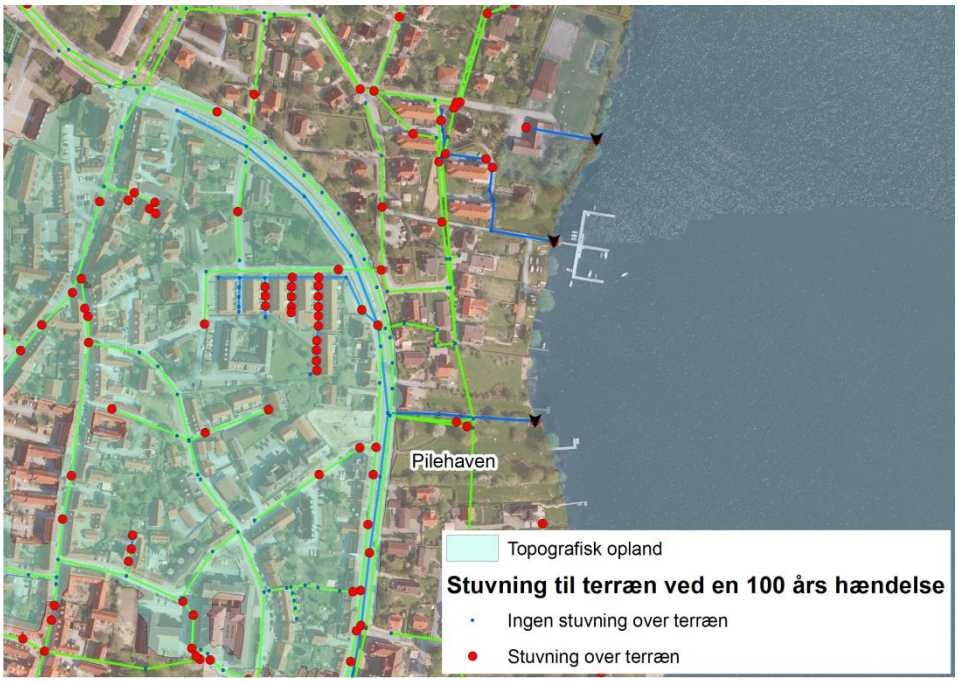
enkelt brønd, dette er fra regnvandsledningen. Fra fællessystemet sker der opstuvning i de to ledninger, der krydser gennem Pilehaven.

Figur 4.10: Markering af brønde med opstuvning til terræn ved en 5 års hændelse.



På figur 4.11 ses i hvilke brønde der sker stuvning til terræn ved en 100 års hændelse. Som det ses sker dette fra rigtig mange brønde beliggende indenfor det topografiske opland. Overfladevandet vil fra disse brønde derfor afstrømme til lavningen i Sct. Ibs Gade.

Figur 4.11: Markering af brønde med opstuvning til terræn ved en 100 års hændelse.



4.1.3 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

Området ved Sct. Ibs Gade som er i risiko for oversvømmelse er, som tidligere nævnt, en vigtig transportvej gennem Viborg, og der er registreret kødannelse både morgen og eftermiddag. Der er dog ikke kendskab til store problemer med oversvømmelse af vejen. Efter at modellen er blevet opdateret med de fastspændte dæksler, hvorved oversvømmelsen er reduceret, stemmer beregningen bedre overens med det observerede.

Der er problemer med rensning af rendestensbrøndende på Sct. Ibs Gade hvilket resulterer i, at der ligger meget sand i 'buen' og overfladevandet har derfor problemer med at komme ned i kloaksystemet og vil derfor samle sig i lavningen udenfor Pilehaven.

Den ø200 ledning der ligger fra rørbassinet (ø1400) i Sct. Ibs Gade og ned gennem Pilehaven har stor risiko for tilstopning, pga. den store reduktion i dimension. Det er derfor vigtigt at have dette som et driftspunkt, der ofte skal kontrolleres.

4.1.4 Konsekvens ved oversvømmelse

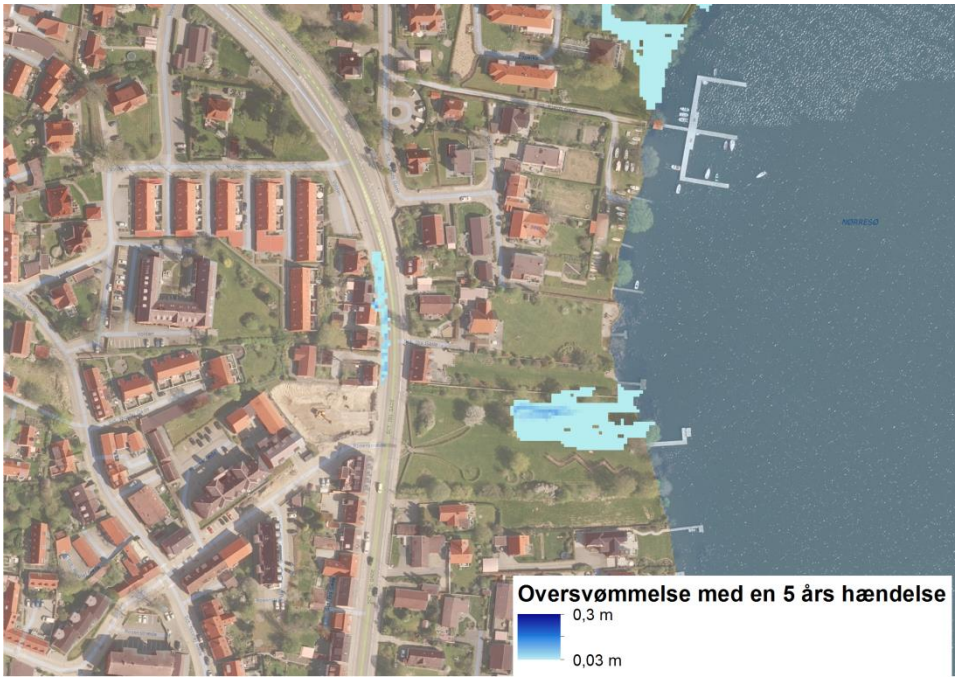
Af tabel 4.1 ses den maksimale vanddybde på Sct. Ibs Gade lige ud for Pilehaven, ved hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Derudover er volumenet angivet. Denne oversvømmelse er beregnet med tilpasning af de fiktive samt fastspændte dæksler.

Tabel 4.1: Angivelse af maksimaldybde samt volumen ved oversvømmelsen for hhv. en 5 og en 100 års hændelse

	Maksimal vanddybde	Volumen
5 års hændelse	0,12 m	10 m^3
100 års hændelse	0,42 m	154 m^3

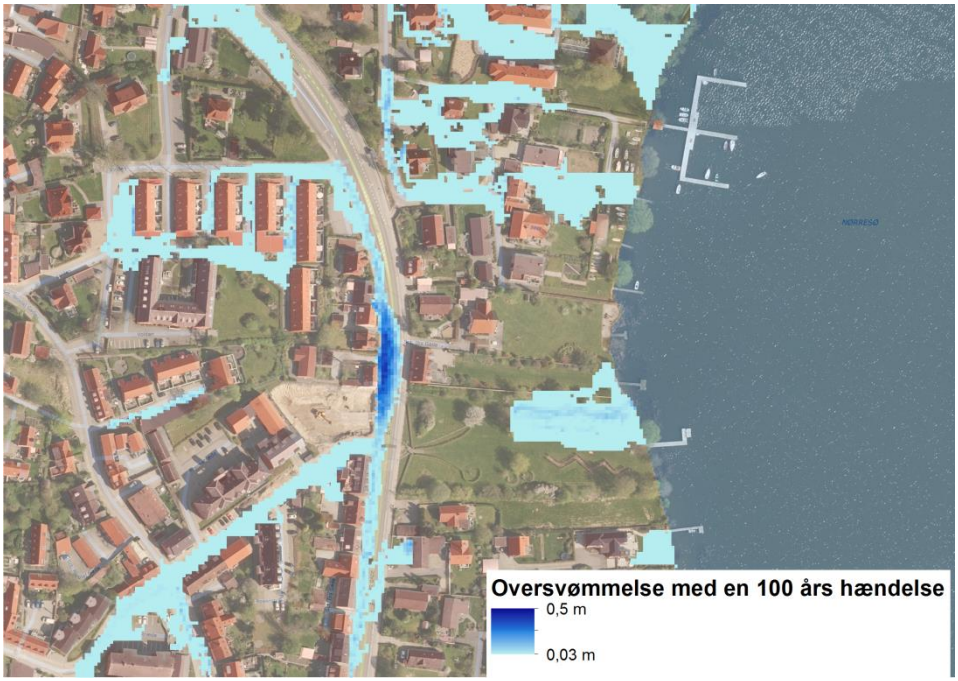
Ved en 5 års hændelse sker oversvømmelsen i Sct. Ibs Gade fra den separatkloakerede regnvandsledning, se figur 4.10. Denne oversvømmelse resulterer i ca. 10 m^3 vand på vejen med en maksimal dybde på ca. 12 cm. Det skal tages stilling til, hvorvidt man vil acceptere en oversvømmelse i en sådan størrelsesorden, når bygninger ikke oversvømmes. Udbredelsen af oversvømmelsen ses af figur 4.12. Her ses også udbredelse fra overløbet fra fællessystemet i Pilehaven.

Figur 4.12: Beregningsmæssig oversvømmelse ved en 5 års hændelse I området omkring Pilehaven.



På figur 4.11 ses fra hvilke brønde der sker stuvning til terræn ved en 100 års hændelse, udbredelsen af oversvømmelsen ses af figur 4.13. Som det ses oversvømmes der en del områder, og vandet samles i lavningen ved Sct. Ibs Gade. Oversvømmelsen stammer både fra separat- og fælleskloak. Sct. Ibs Gade har fald mod vest, hvorfor overfladevandet falder ind mod husene og skal stuve højt før det ledes gennem Pilehaven ned til Nørresø.

Figur 4.13: Beregningsmæssig oversvømmelse ved en 100 års hændelse I området omkring Pilehaven.

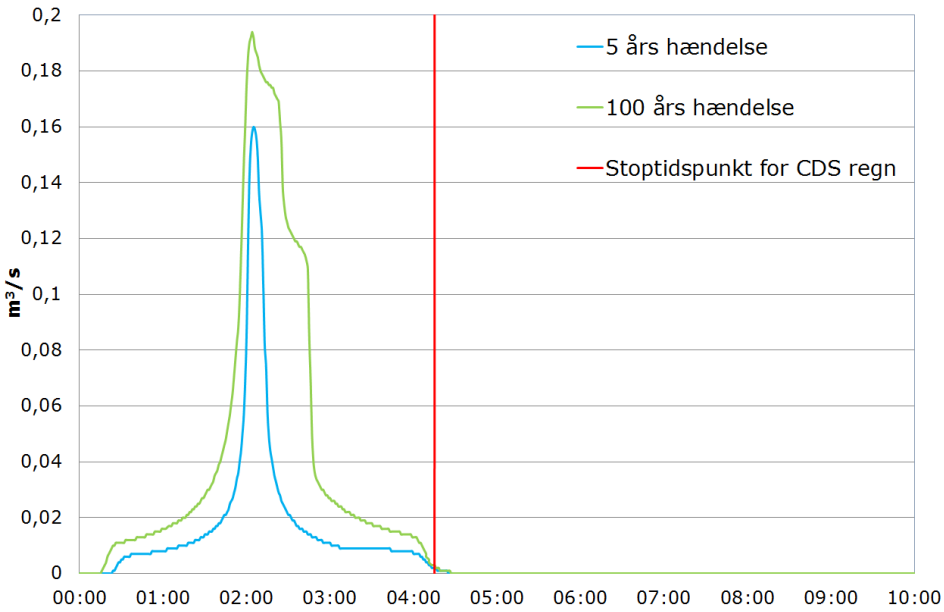


Lavningen ved Sct. Ibs Gade er beliggende uden for nr. 43. Som det ses på figur 4.14, er der her to rendestensriste, markeret med rød. Det antages, at disse afvander til den separate regnvandsledning der er i vejen. Så lavningen tømmes via dette system, dvs. direkte ud til Nørresø. Dette gælder også overfladevand fra det fælleskloakerede opland.

Figur 4.14: Markering af rendestensbrønde til den separate regnvandsledning beliggende I lavpunktet ved Sct. Ibs Gade.

Den eksisterende regnvandsledning under Sct. Ibs Gade og gennem Pilehaven er en ø315. Ledningen har, jf. den hydrauliske model, en maksimal kapacitet på lige under 200 l/s. Ud fra dette vil det tage 1 min og 13 min at tømme hhv. en 5 og en 100 års hændelse, når der er kapacitet i systemet igen. På figur 4.15 ses flowet i den udvalgte ledning ved hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Derudover er det angivet, hvornår den benyttede CDS regn er stoppet. Som det ses, er der hurtigt kapacitet i rørene igen efter at regnen er ovre. Dette betyder, at overfladevandet hurtigt er væk igen, hvilket stemmer fint overens med, at der ikke er observeret oversvømmelse i området.

Figur 4.15: Flow i eksisterende regnvandsledning som krydser Sct. Ibs Gade. Vises for hhv. en 5 og en 100 års hændelse. Derudover ses stoptidspunktet for den benyttede regn.



Status

Den beregningsmæssige oversvømmelse har en dybde på 12 cm ved en 5 års hændelse og 42 cm ved en 100 års hændelse. Vandet tømmes hurtigt væk igen. Der skal laves en vurdering af, hvorvidt man vil acceptere, at der står vand på terræn, både i forhold til alm. service niveau og i forhold til skybrud, hvor der beregningsmæssigt vil stå 42 cm.

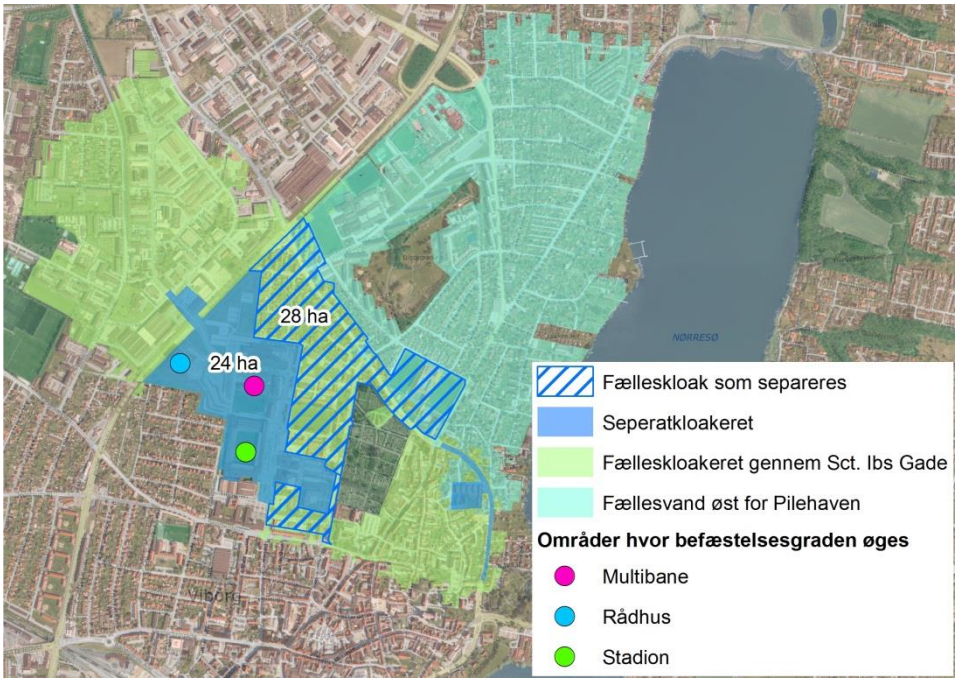
Et andet aspekt, der er vigtigt er at forholde sig til er, at de fastspændte dæksler i Sct. Ibs Gade udsættes for et højt trykniveau, som i værste tilfælde kan resultere i, at dækslerne springer af / asfalten revner.

Fremtiden

Der udvikles, på det kloakopland der ligger opstrøms Sct. Ibs Gade, hvorfor området højst sandsynligt vil blive yderligere befæstet i fremtiden. Dette gælder bl.a. i området omkring stadion og rådhuset. Ligesom den eksisterende multibane fjernes og erstattes af kollegier. En markering af disse områder ses af figur 4.16. Derudover mangler der generelt p-pladser i byen, hvorfor der også er en formodning om, at mindre grønne områder befæstet og benyttes til parkering.

Ud over, at nogle områder befæstes yderligere, er der også planer om, at det separatkloakerede område, der i dag tilkobles fællessystemet, skal frakobles og ledes til rensedam inden udledning til Nørresø. I den forbindelse skal en del af det fælleskloakerede opland ændres til separatkloak og ligeledes frakobles fællessystemet. På figur 4.16 er dette område markeret. Når disse områder frakobles vil der blive ledt ca. 52 ha mindre overfladevand ned gennem Sct. Ibs Gade, hvilke vil formindske trykniveauet på ledningsnettet ned gennem Sct. Ibs Gade. Der er ikke en tidshorisont på, hvornår frakoblingen vil ske.

Figur 4.16: Illustration af områder som er planlagt at skulle frakobles fællessystemet ned gennem Sct. Ibs Gade



4.2 Indsatsmuligheder

I dette afsnit er mulige tiltag omkring problemstillingen ved Sct. Ibs Gade beskrevet.

4.2.1 Kontrol af fastspændte dæksler

I forbindelse med udarbejdelse af nærværende notat er det fundet, at der potentielt ikke er problemer med stor oversvømmelse i lavpunktet ved Sct. Ibs Gade. Derimod vurderes den største risiko for punktet i Sct. Ibs Gade at være de fastspændte dæksler, jf. figur 4.8. Ved en 5 og en 100 årshændelse opstår der, ved brønden i lavningen, beregningsmæssigt, et trykniveau på hhv. 2 og 4 mvs. Det kan i værste tilfælde resulterer i, at dækslerne springer af eller asfalten omkring går i stykker. Begge scenarier vil resultere i oversvømmelse ligesom det formegentligt vil være nødvendigt med afspærring af trafikken indtil dækslet eller asfalten er repareret igen.

For at undgå at dækslerne river sig løs eller asfalten går i stykker anbefales det, at dækslerne og deres fæstnelse i brøndene gennemgås minimum årligt. Derudover anbefales det, at der udføres supplerende beregning på, hvorvidt brønden kan holde til de beregningsmæssig tryk.

Som et ekstra supplement til beregning af, hvor vidt dækslerne kan klare de beregnede trykniveauer, vil det være oplagt med en form for måling af, hvor ofte dækslerne reelt er udsat for tryk, da gentagelsesperiode også vil have betydning for, hvor meget der slides på dækslerne.

4.2.2 Etablering af grøft i Pilehaven

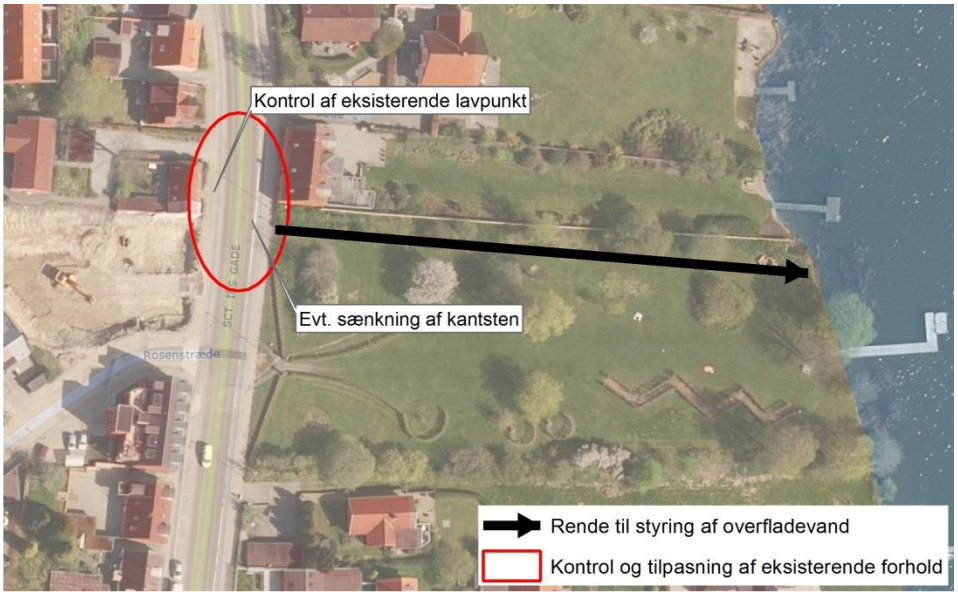
Såfremt det findes, at det fastspændte dæksel i lavpunktet ved Sct. Ibs Gade er under for stort pres og det derfor ikke er hensigtsmæssigt med et system, hvor dette trykniveau er nødvendigt for at presse vandet videre i forbindelse med regnhændelser, kan en mulig løsning være, at lede overfladevandet via terræn ned til Nørresø, når der ikke er tilstrækkeligt med kapacitet i de to eksisterende ledninger der krydser gennem Pilehaven. Vælges en løsning med transport af overfladevand på terræn skal der tages forholdsregler i forhold til, at det er et overløb fra fællessystemet.

En løsning med afstrømning via terræn kræver ændringer i de eksisterende terrænforhold. Inden denne ændring kan fastsættes helt præcist vil det være nødvendigt med en opmåling af de eksisterende terrænforhold i form af af vejanlæg, kantsten mm.

Efter fastlæggelse af det laveste punkt i Sct. Ibs gade kan kantstenene omkring dette punkt evt. sænkes i en strækning på 10 m, så overfladevandet vil løbe over her og ned gennem Pilehaven. I gennem Pilehaven foreslås det at sænke terrænet i en rende/grøft på ca. 10 m i bredden og en dybde på 30 cm. Løsningen er illustreret på figur 4.17.

Der er stor arkæologisk interesse i Pilehaven, hvorfor det ikke kan garanteres, at det ikke giver anledning til problemer, selvom der kun skal afgraves en mindre rende med en dybde på omkring 30 cm. Renden vil skulle placeres over de eksisterende ledninger, som krydser gennem området, hvorfor risikoen vurderes lille.

Figur 4.17: Illustration af ændringer i området ved Sct. Ibs Gade, til sikring i forbindelse med overløb.



<u>Økonomi</u>
Økonomien for sikring mod en løsrivelse af dæksler og etablering af rende er på samlet 0,35 mio. kr.

For etableringen af renden er medregnet arbejder i Sct. Ib's Gade omfattende 100 m^2 asfaltarbejder og 125 løbende meter kantsten, som skal omsættes. I bilag 2 ses overslaget.

4.3 Vurderinger

Problemerne omkring Pilehaven er aldrig oplevet. Efter yderligere kvalificering af kloaksystemets sammenhæng og opdatering af modeller, er det konstateret, at de hydrauliske problemer er håndteret gennem fastspændte dæksler.

Såfremt der ikke var fastspændte dæksler ville der ske oversvømmelse af området. Det vurderes, at problemerne heller ikke i fremtiden vil opstå, såfremt de fastspændte dæksler forbliver fastspændt. Sker der - ved uheld eller manglende drift - ændringer således dækslerne løftes, vil der ske en oversvømmelse af nærliggende huse med fællesvand. Med det store opland vil oversvømmelsen have lang varighed, før der er plads i kloaksystemet til at tømme oversvømmelsen. Såfremt oversvømmelsen sker, vil en rende gennem pilehaven være løsningen.

Det vurderes at risikoen for oversvømmelse af området er lille. Der bør jævnligt føres tilsyn med, om de fastspændte brønde er fastspændt.

4.3.1 Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

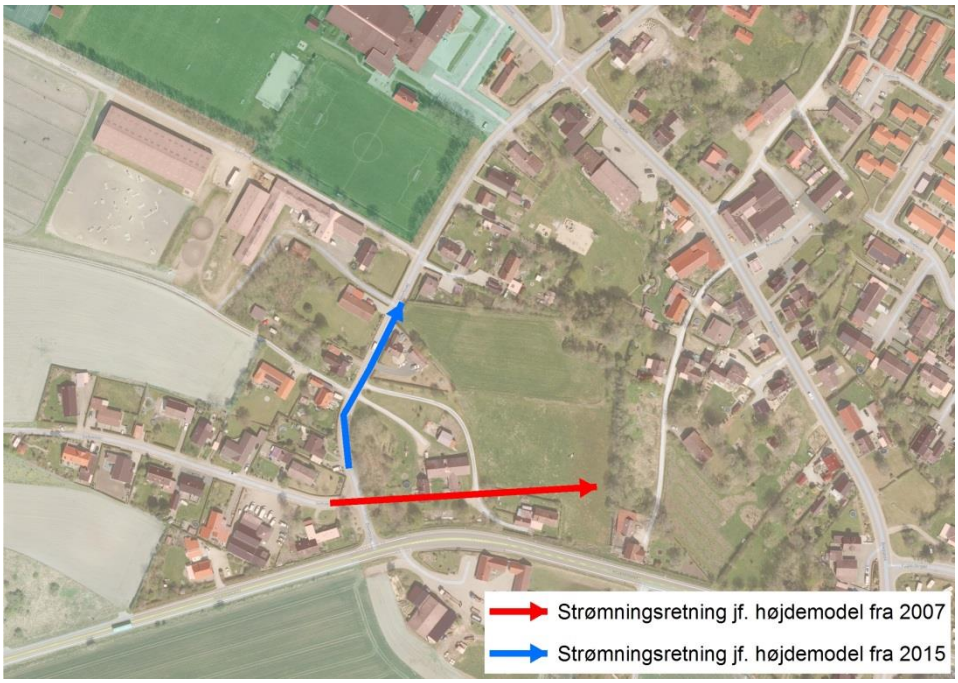
Ved beregningerne er det konstateret, at såfremt dækslerne ikke er fastspændt, vil der ske oversvømmelse allerede ved en 5. års regnhændelse. Så på baggrund af dette, er det Energi Viborg Vands ansvar at sikre, at dækslerne er fastspændt korrekt og at de kan holde til vandtrykket.

Ønskes en sikring af området i form af en grøft vil det være Viborg Kommunes ansvar.

5 Delprojekt 3 – Mønsted

I forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport er der fundet frem til, at opdateringen af højdemodellen fra 2007 til den nyeste model fra 2015 har ændret på strømningsvejen i krydset mellem Solbakken og Sportsvej. I højdemodellen fra 2007, som var den nyeste højdemodel, da oversvømmelseskortene blev lavet, er strømningsretningen som vist med rød pil på figur 5.1. Strømningsretningen i den nye højdemodel følger Sportsvej, illustreret med blå pil på figuren. Denne ændring skyldes bl.a., at den digitale højdemodel fra 2015 er lavet med et tættere grid, hvorfor der er større chancer for, at mindre terræn ændringer som f.eks. kantsten er medtaget korrekt.

Figur 5.1: Illustration af strømningsretning ved højdemodel fra hhv. 2007 og 2015.



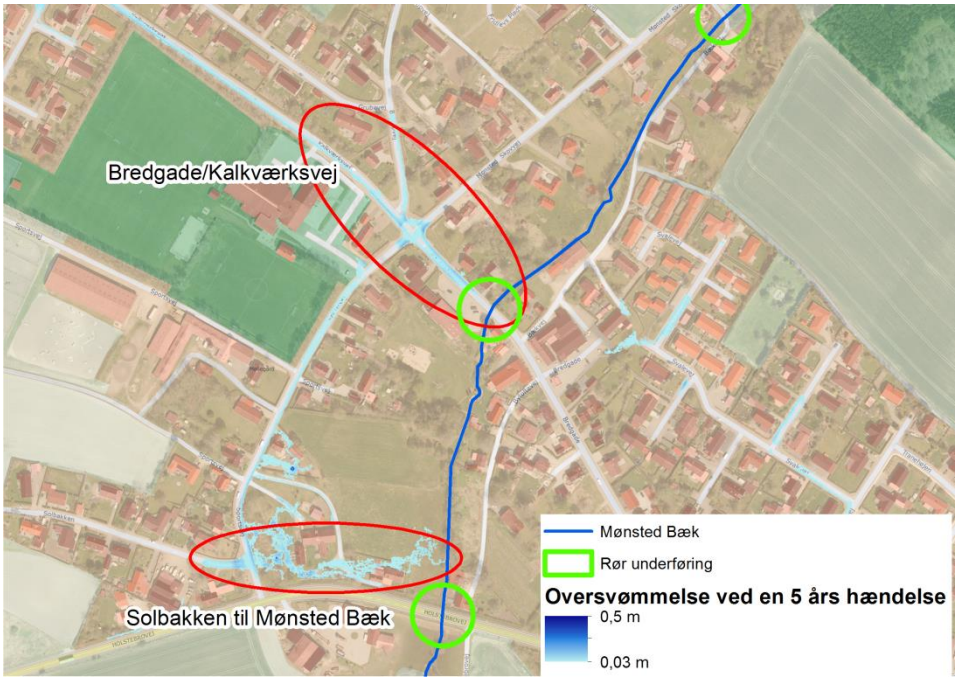
I det følgende vises resultater for beregninger, hvor den nye højdemodel er benyttet.

5.1 Kortlægning og konkretisering

Der fremkommer to oversvømmelser i Mønsted som er udpeget i klimatilpasningsplanen. Dette er oversvømmelse ved krydset mellem Bredgade og Kalkværksvej samt fra Solbakken og ned til Mønsted Bæk. En illustration af de beregningsmæssige oversvømmelser ved en 5 års hændelse ses af figur 5.2. Denne oversvømmelse er efter beregning foretaget med den nye højdemodel, hvorfor den ikke er tilsvarende den figur, der er i kommunens klimatilpasningsplan. På figuren ses ligeledes illustration af Mønsted Bæk samt området hvor bækken er rørlagt i forbindelse med underføringer under veje.

Ud over de viste, beregningsmæssige, oversvømmelse på figur 5.2, som er forårsaget af stuvning til terræn fra kloaksystemet, sker der også opstuvning pga. kapacitetsproblemer i Mønsted Bæk, som løber gennem byen.

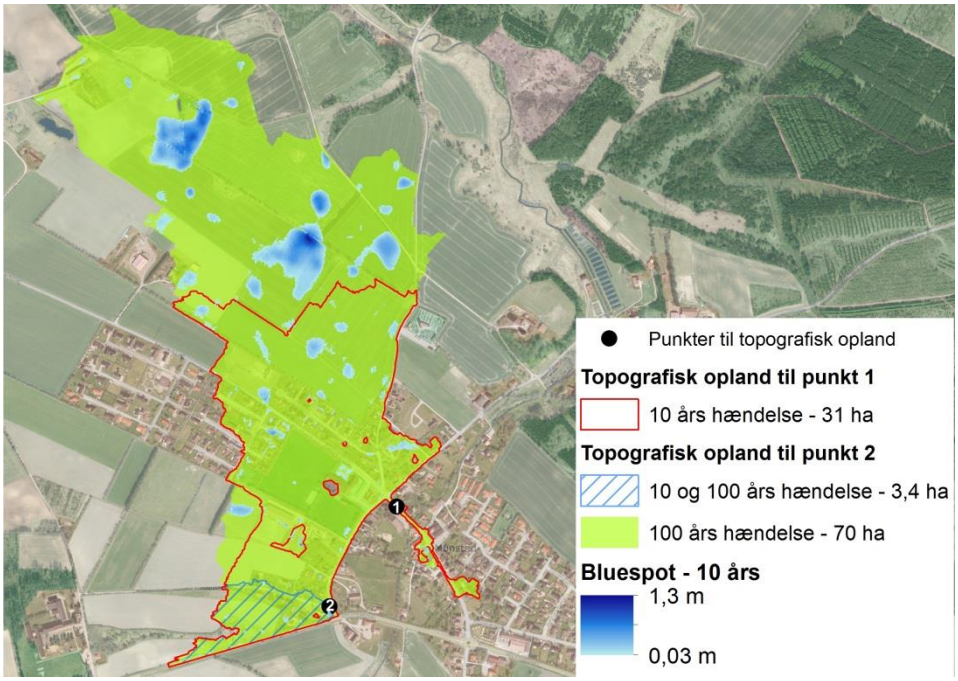
Figur 5.2: Visning samt markering af de to, beregningsmæssige, oversvømmelser som er udpejet i kommunens klimatilpasningsplan.



5.1.1 Overfladeafstrømning

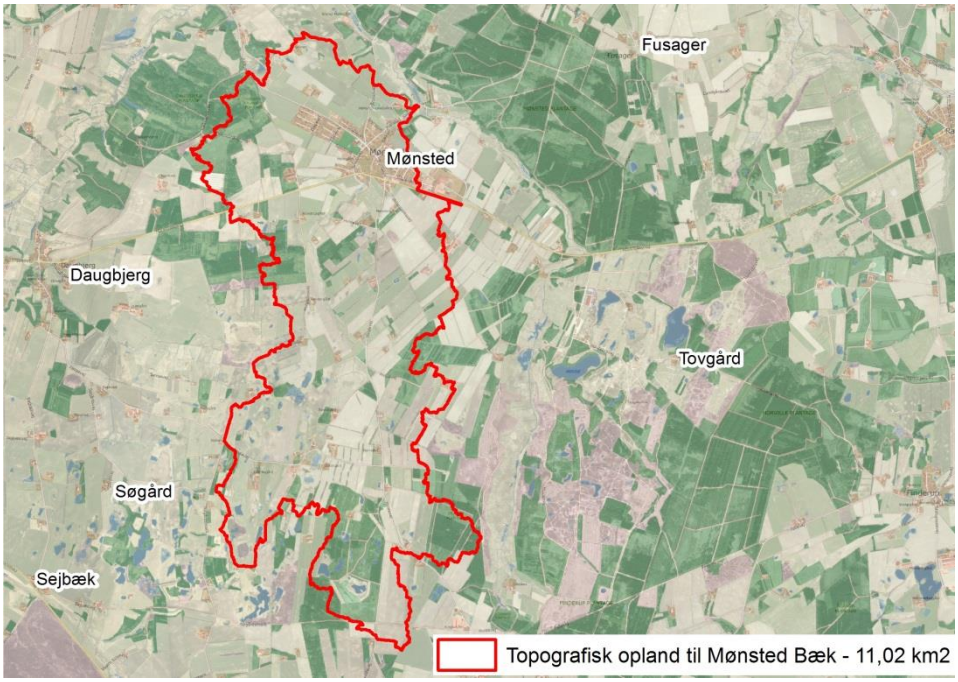
På figur 5.3 ses det topografiske opland som, rent terrænmæssigt, afvander til de to udpegede områder. De udpegede områder er markeret som punkt 1 og 2. Det topografiske opland er vist i forhold til en regndybde svarende til hhv. en 10 og en 100 års hændelse med en varighed på 4 timer. Derudover ses den fyldning af lavninger der vil opstå ved en 10 års hændelse. Det topografiske opland til punkt 2 er ens for både en 10 og en 100 års hændelse. Hvorimod oplandet til punkt 1 er ca. dobbelt så stort til en 100 års hændelse som til en 10 års hændelse. Det ekstra opland, der er med, er et markareal. Som udgangspunkt må det antages, at overfladevand, der lander inden for dette område vil nedsive, inden det afstrømmer til Mønsted by. Der kan dog ske en afstrømning i forbindelse med tøbrud, hvor vandet ikke kan nedsive. Såfremt der opleves problemer med dette, skal forskellige forholdsregler undersøges. Dette scenarie ses der ikke nærmere på i nærværende rapport.

Figur 5.3: Topografisk opland til de to markerede punkter samt visning af fyldning af naturlige lavninger.



På figur 5.4 ses det topografiske opland, som afstrømmer til Mønsted Bæk, frem til udløbspunktet ved Mønsted Å.

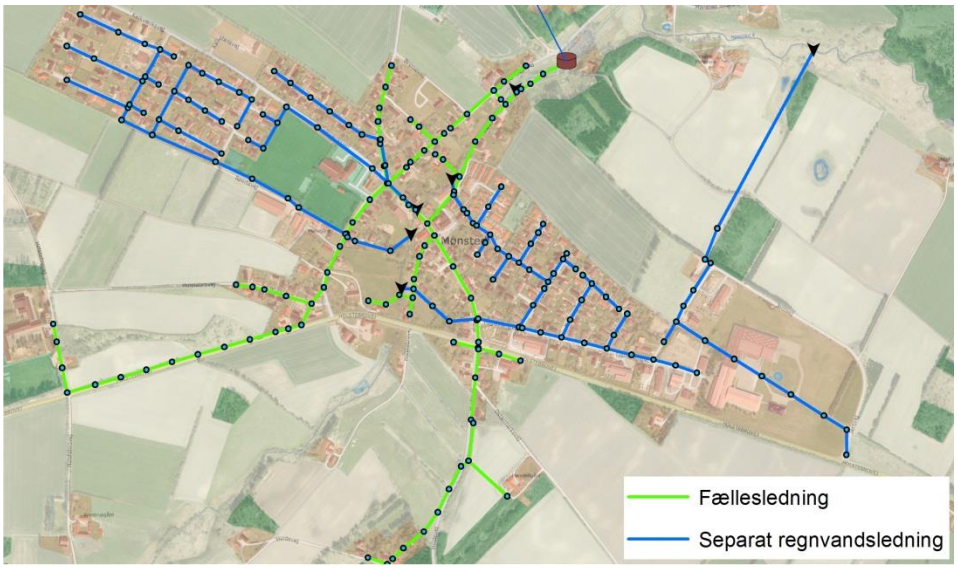
Figur 5.4: Topografisk opland til Mønsted Bæk.



5.1.2 Tilbagestuvning fra kloaksystemet

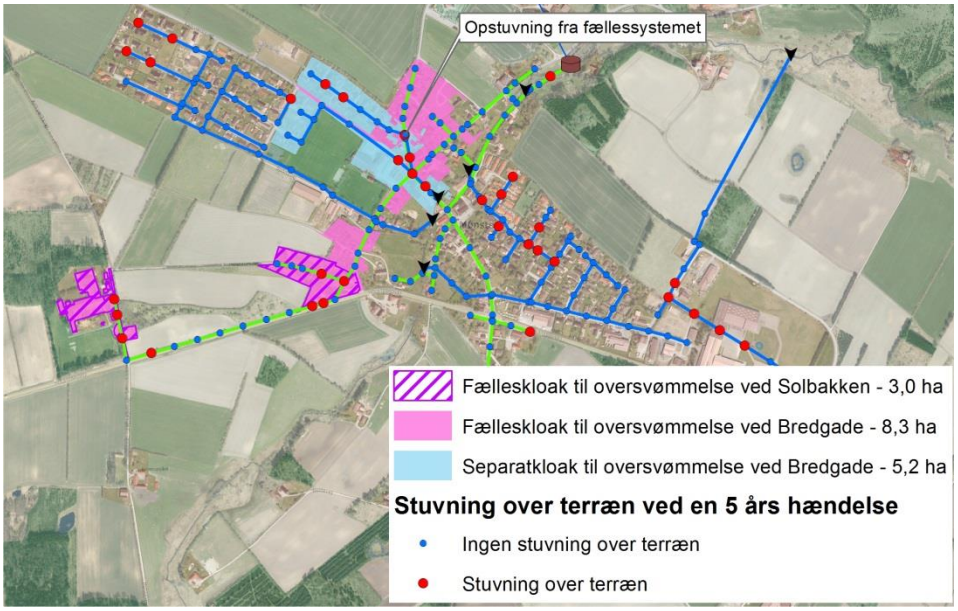
Mønsted by er en blanding mellem fælles- og separatkloakerede oplande, se angivelse af ledningstype på figur 5.5. Alle udløb fra de separatkloakerede oplande sker uforsinket til Mønsted Bæk. Fællesvandet pumpes til Stoholm Renseanlæg, derudover er der et overløb som aflaster til Mønsted Bæk. Da der ingen forsinkelse er på regnvandsudløbene vil det resultere i en stor hydraulisk påvirkning til vandløbet i forbindelse med en regnhændelse. En nærmere undersøgelse af, hvilken betydning dette har for vandløbet, fremgår af afsnit 0.

Figur 5.5: Illustration af ledningsnet I Mønsted.



På figur 5.6 er det markeret i hvilke brønde der, beregningsmæssigt, sker opstuvning til terræn. Derudover er kloakoplandet opstrøms de to udpeget områder også markeret.

Figur 5.6: Visning af brønde med stuvning til terræn samt kloakoplandet opstrøms de to områder der er udpeget.

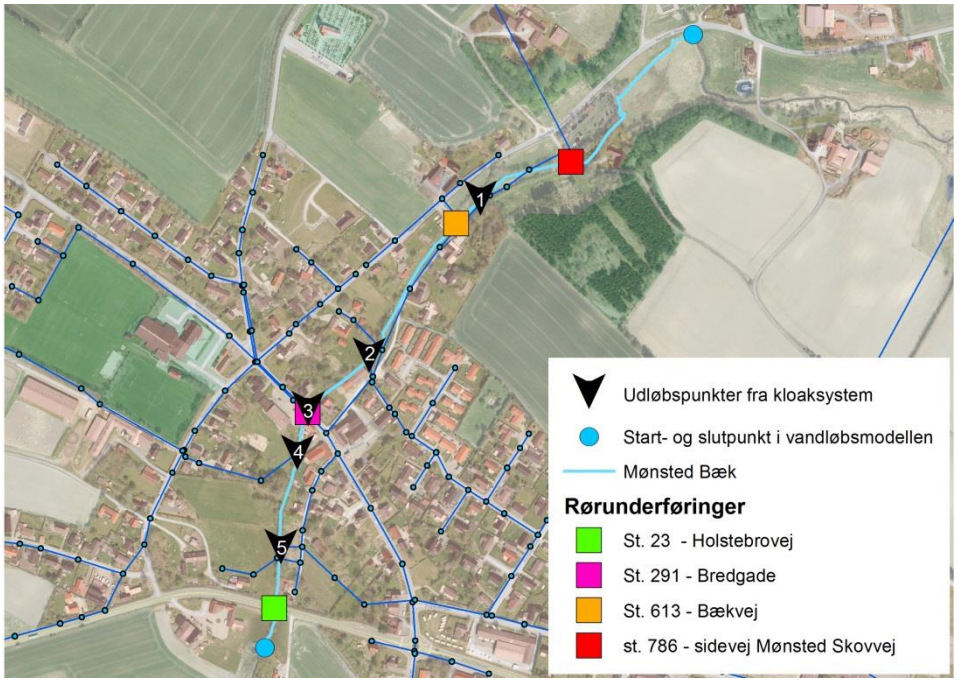


Det overfladevand, der stuver til terræn ved Solbakken, er fra fællessystemet, hvorfor der her vil komme opspædt spildevand på terræn. Den oversvømmelse, der sker fra kloaksystemet i krydset mellem Bredgade og Kalkværksvej stammer både fra det fælles- og det separatkloakerede system.

5.1.3 Oversvømmelse fra Mønsted Bæk

Viborg Kommune har i uge 46 2017 opmålt 20 profiler og 4 underføringer i Mønsted Bæk på strækningen 0-1034, se figur 5.7 for start- og slutpunkt af vandløbsstrækningen. Profilerne og underføringerne er blevet lagt ind i MIKE 11, som benyttes til vandløbsmodellering. Der er i modellen foretaget scenarieberegninger for hhv. en 5 og en 10 års hændelse for at vurdere kapaciteten af vandløbet. Herunder også i hvor høj grad underføringerne er hydraulisk begrænsende.

Udløb 1 er overløb fra fælleskloakken. Udløb 2- 5 er regnbetingede udløb fra det separate regnvandssystem. Udløb 3 ledes til bækken lige nedstrøms underføringen ved Bredgade.



Figur 5.7: Mønsted Bæk strækning st. 0-1034 med angivelse af de fire opmålte underføringer samt de uforsinkede udløb fra kloakoplandet.

<u>Opsætning af vandløbsmodel</u>

I det følgende kommer en beskrivelse af de parametre samt forudsætninger der er foretaget i forbindelse med opsætning af vandløbsmodellen. Vandløbsmodellen opsættes i MIKE 11.

Vandløbets udformning er defineret ud fra de, af kommunen, opmålte profiler foretaget i uge 46 2017.

De fire rørunderføringer under vejen defineres ligeledes ud fra opmålingen. Der er følgende underføringer, disse er også markeret på figur 5.7

- St. 23 ved Holstebrovej (ø1250mm, længde 33 m)
- St. 291 ved Bredgade (ø500mm, længde 15 m)
- St. 613 ved Bækvej (ø700mm, længde 12 m)
- St. 786 ved sidevej til Mønsted Skovvej (ø600mm, længde 9 m)

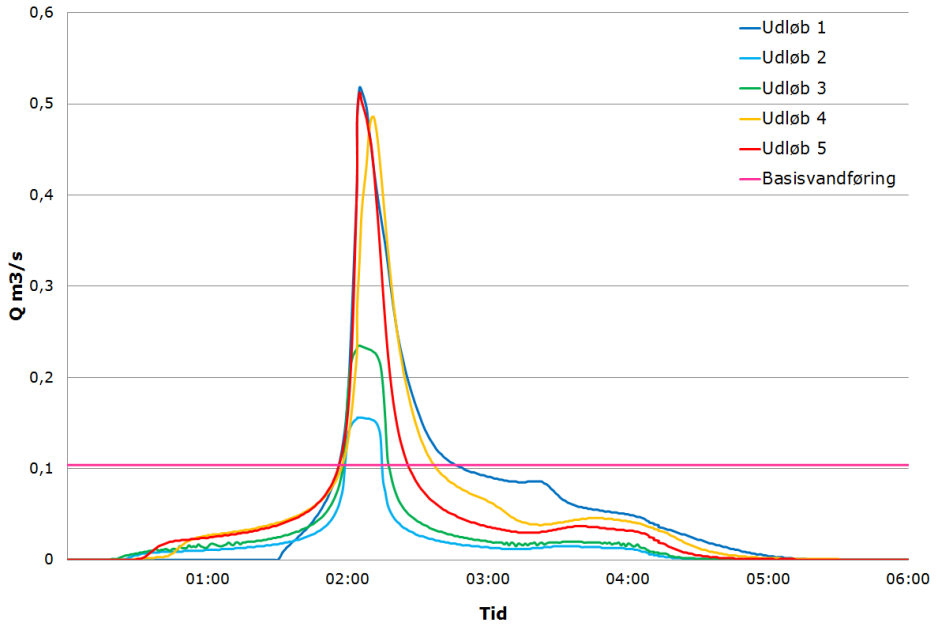
Der benyttes et manningtal på 12. Dette er vurderet ud fra oplysninger og fotomateriale fra Viborg Kommune og NIRAS besigtigelse. Modstanden i underføringerne sættes til n=0,017.

Basisvandføring sættes til årsmiddelvandføring svarende til 9,4 l/s/km^2 (baseret på NIRAS' vurdering af karakteristiske afstrømninger). Der er 11,02 km^2 opland ved udløbet af Mønsted Bæk til Mønsted Å, hvilket medfører en årsmiddelvandføring på 103 l/s ved udløb til Mønsted Å. Dette vurderes at være en konservativ gennemsnitsbetragtning for de perioder, hvor der forventes skybrud (sommer/efterår). Nedstrøms rand i Mønsted Å sættes til kote 20,26 m vurderet ud fra opmåling og regulativ for Mønsted Å.

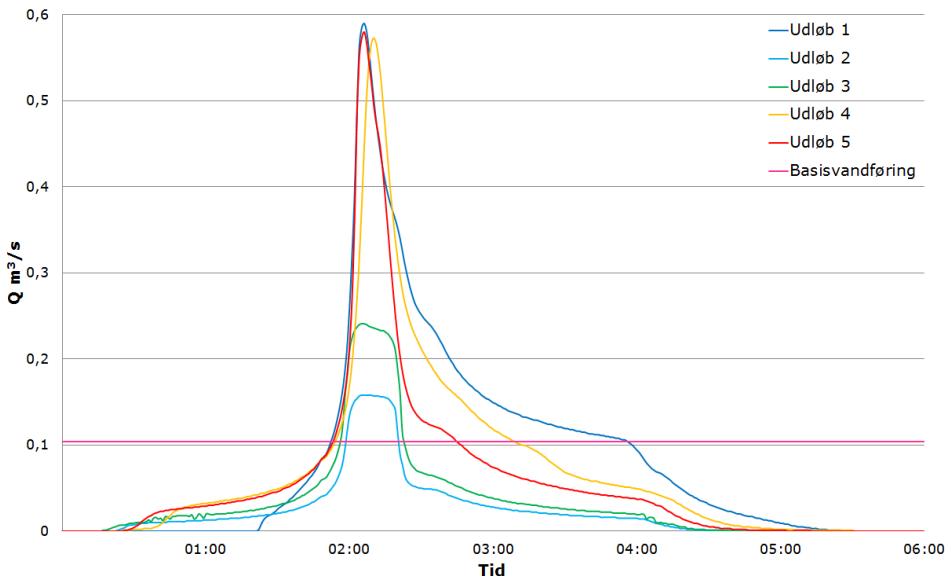
Middelafstrømningen benyttes som basisvandføring i de følgende beregninger, både når der kontrolleres for en 5 og en 10 års hændelse. Dette skyldes, at responstiden fra det topografiske opland er væsentlig længere end kloaksystemets responstid, hvorfor det må forventes, at det maksimale flow fra kloakoplandet og det resterende topografiske opland ikke vil være sammenfaldende. Derudover vil middelafstrømningen typisk være højere end sommervandføringen, hvor det forventes at de store renghændelser kommer. Så ud fra dette vurderes, at de følgende konklusioner ikke vil ændre sig væsentligt ved beregning med stigende vandføring fra oplandet ifm. en given afstrømningshændelse. Det kan dog vælges, i forbindelse med en detaildimensionering at udarbejde statistiske analyser af det hydrologiske oplands responstid.

De fem uforsinkede udledninger fra kloakoplandet til bækken, se markering på figur 5.7, giver et væsentlig bidrag til vandføringen i Mønsted Bæk. Afstrømningshydrograferne fra udledningspunkterne for hhv. en 5 og en 10 års hændelse ses af figur 5.8 og figur 5.9. Basisvandføringen er ligeledes vist på figurerne. Som det ses er det specielt ved udløb, 1, 2 og 5 der er en høj spidsbelastning.

Figur 5.8: Afstrømningshydrografer for de 5 udløb ved en 5 års hændelse.



Figur 5.9: Afstrømningshydrografer for de 5 udløb ved en 10 års hændelse.



Basisvandføringen samt flowet ved de 5 udløb indsættes i vandløbsmodellen. På Figur 5.10 ses en beregning udelukkende med basis flowet, dvs. uden påvirkning fra det kloakerede opland. På figuren ses hhv. bund samt højre og venstre brink for vandløbsstrækningen. Den maksimale vandstand for beregningen vist ligesom de tre underføringer, Bredgade, Bækvej samt sidevej til Mønsted Skovvej, er markeret med hhv. rød, blå og grøn.

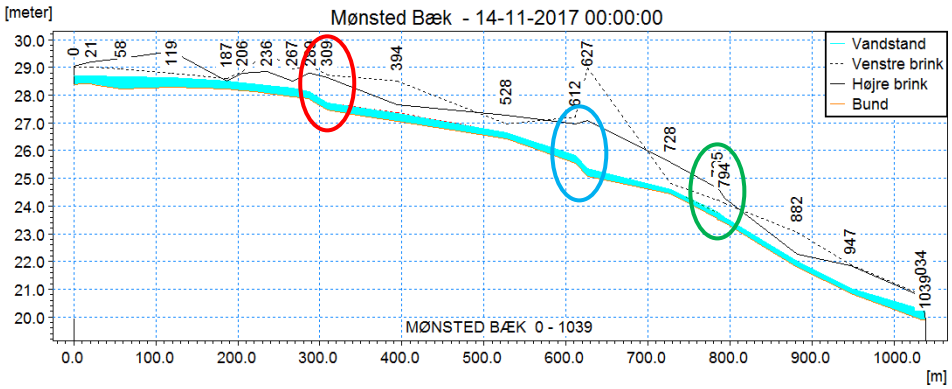
På figur 5.11 og figur 5.12 ses en beregning, hvor de uforsinkede udløb er medtaget for hhv. en 5 og en 10 års hændelse.

Resultater fra vandløbsmodellen viser, at der ved nogle kritiske punkter er stuvning i vandløbet helt op til brinken udelukkende med basisvandføringen. Dette gælder hovedsageligt i st. 187, som er beliggende lige opstrøms underføringen ved Bredgade, dog sker der ikke overløb jf. beregningen.

Figur 5.10: Længdeprofil ved middelvandføring på 103 l/s uden bymæssig påvirkning.

Underføringen ved Bredgade er markeret med rød, underføringen ved Bækvej med blå og underføringen ved sidevej til Mønsted Skovvej med grøn.

Større graf ses af bilag 3.

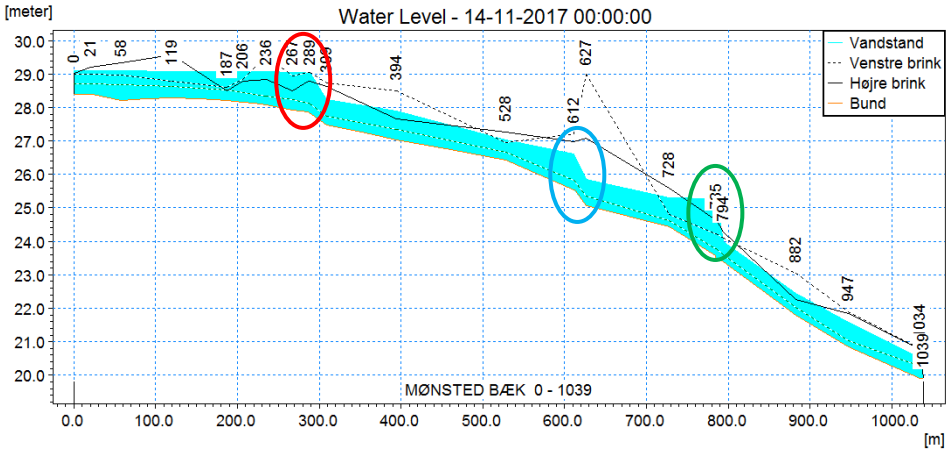


Som det fremgår af figur 5.11 er der ved en 5 års hændelse kapacitetsproblemer i underføringerne ved hhv. Bredgade, Bækvej og sidevejen til Mønsted Skovvej. Underføringerne har kraftig tilbagestuvende effekt ved spidsbelastninger. Ift. faldforhold og terræn er opstuvning specielt kritisk ved underføringen ved Bredgade (st. 291) og sidevejen til Mønsted Skovvej (st. 786).

Figur 5.11: Længdeprofil ved maksvandføring ved 5 års hændelse.

Underføringen ved Bredgade er markeret med rød, underføringen ved Bækvej med blå og underføringen ved sidevej til Mønsted Skovvej med grøn.

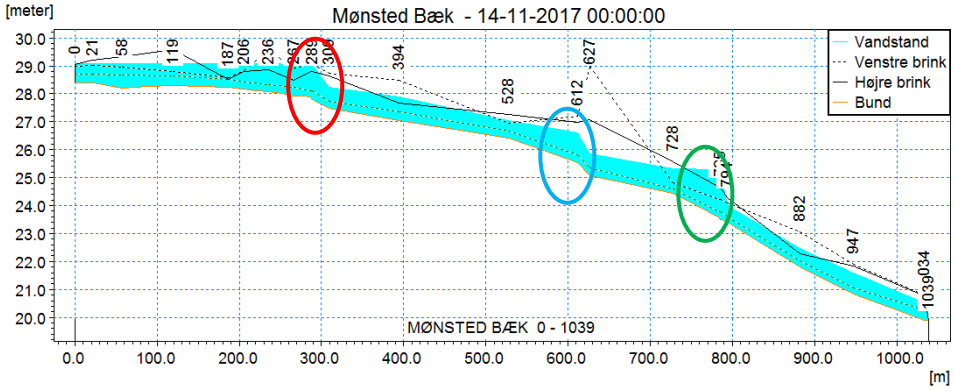
Større graf ses af bilag 3.



Figur 5.12: Længdeprofil ved maksvandføring ved 10 års hændelse.

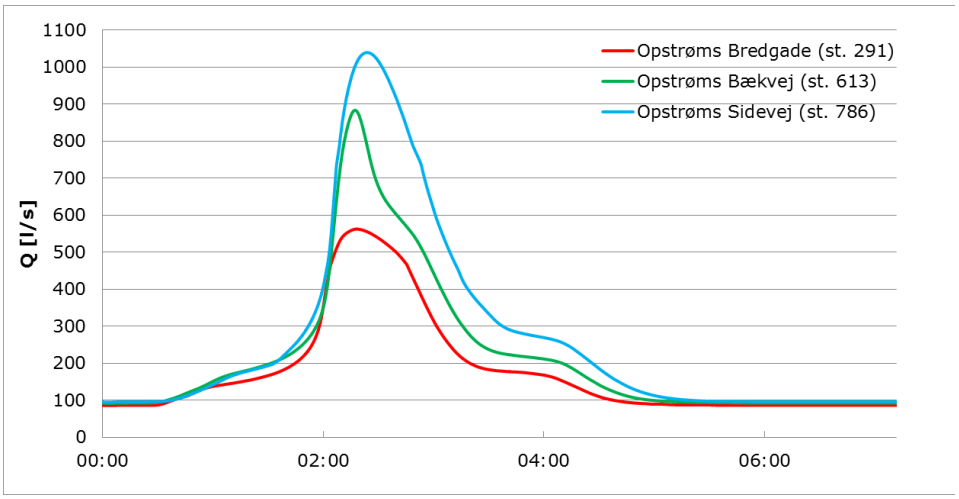
Underføringen ved Bredgade er markeret med rød, underføringen ved Bækvej med blå og underføringen ved sidevej til Mønsted Skovvej med grøn.

Større graf ses af bilag 3.



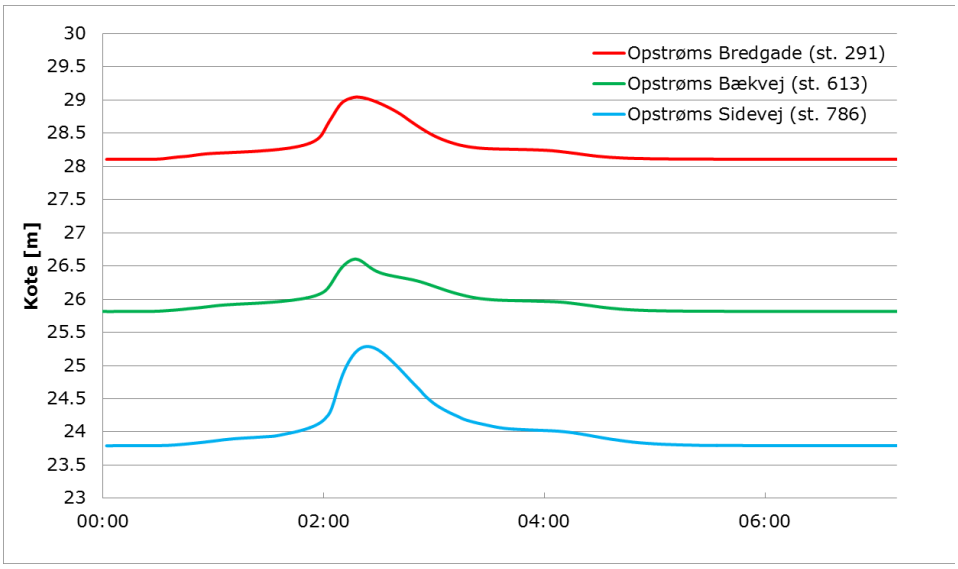
På figur 5.13 ses afstrømningsforløbet for flowet lige inden underføringen ved Bredgade samt sidevejen til Mønsted Skovvej. Som det ses, er der en kraftig peak belastning, forårsaget af de uforsinkede udløb. Det er hovedsageligt dette peak der er skyld i overløb fra Mønsted Bæk. Dette betyder, at det er i en mindre periode bækken ikke har tilstrækkeligt med kapacitet.

Figur 5.13: Afstrømningsforløb ved 5 års Hændelse ved de to kritiske underføringer.



På figur 5.14 ses vandstandsændringen lige opstrøms for de to underføringer ved hhv. Bredgade og sidevej til Mønsted Skovvej. Her ses ligeledes, at vandstandet stiger kraftigt i en periode på et par timer. Denne periode vil selvfølgelig afhænge af regnens varighed. Modellen viser, at bækken 'tømmes' hurtig ud til normal vandføring igen efter regn stop.

Figur 5.14: Vandstandsændringer ved 5 års Hændelse ved de to kritiske underføringer.



5.1.4 Erfaringer fra Viborg Kommune og Energi Viborg

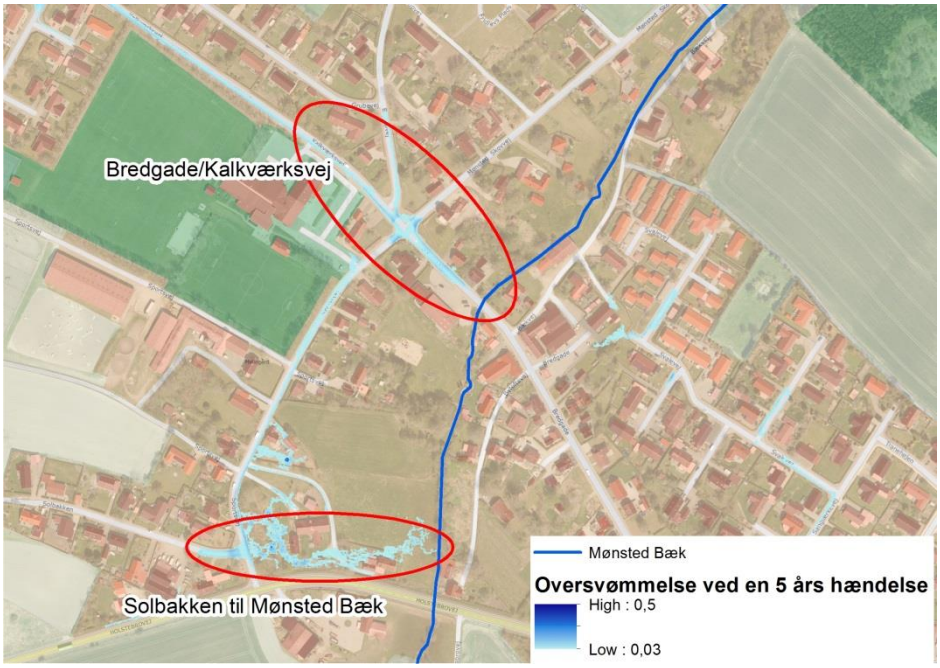
I 2011 fik Viborg Kommune henvendelse fra en grundejer på Bredgade 21 om, at der flere gange har været oversvømmelser ind i huset fra Mønsted bæk (konkret oplevet 2 gange på et halvt år, en gang om vinteren, og omkring den 1. august 2011 i forbindelse med et ekstremregnvejr).

Viborg Kommunes har i udbudsmaterialet ligeledes angivet, at borgerhenvendelser vidner om, at underføringen ved Bredgade er for lille samt at de regnbetingede udløb giver anledning til opstuvning.

5.1.5 Konsekvens ved oversvømmelse

Oversvømmelserne fra kloaksystemet sker bade fra fælles- og separatkloakerede oplande, hvorfor der potentielt kommer opspændt spildevand på terræn, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. På figur 5.15 ses den beregningsmæssige oversvømmelse ved en 5 års hændelse. Denne oversvømmelse viser kun oversvømmelsen forårsaget af opstuvning fra kloaksystemet. Som det ses, er oversvømmelsen ved Bredgade/Kalkværksvej udelukkende på vejarealer og oversvømmer ikke bygninger. Oversvømmelsen fra Solbakken afstrømmer beregningsmæssigt ned langs en bygning.

Figur 5.15: Beregningsmæssig oversvømmelse ved en 5 års hændelse i Mønsted samt markering af de to områder der er udpeget i kommunens klimatilpasningsplan.

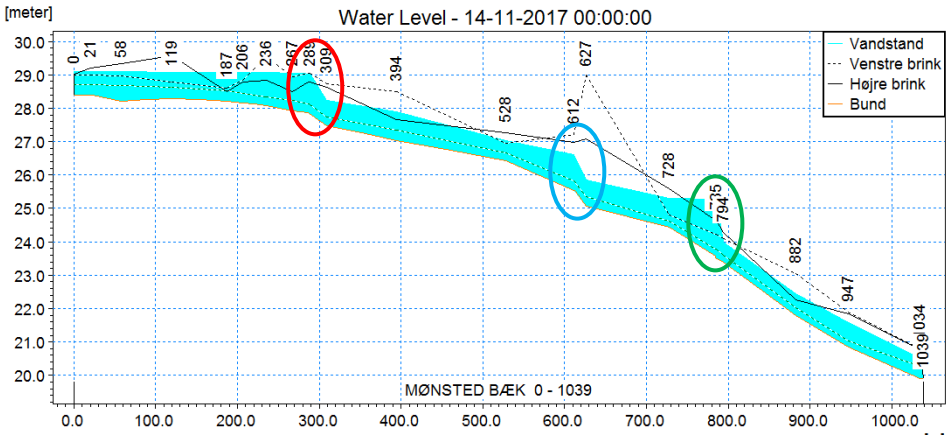


Ud over opstuvning fra kloaksystemet sker der også oversvømmelse fra Mønsted Bæk. Den beregningsmæssige stuvning ved en 5 års hændelse ses af figur 5.16. Som det ses sker der stuvning over brinken flere steder. Den største oversvømmelse sker umiddelbart opstrøms underføringen ved Bredgade.

Figur 5.16: Længdeprofil ved maksvandføring ved 5 års hændelse.

Underføringen ved Bredgade er markeret med rød, underføringen ved Bækvej med blå og underføringen ved sidevej til Mønsted Skovvej med grøn.

Større graf ses af bilag 3.



Status

Som forholdene er i dag, har kommunen fået henvendelser omkring konkrete problemer med oversvømmelse pga. oversvømmelse fra Mønsted bæk. Dette sker hovedsageligt i forbindelse med underføringen under Bredgade, da denne har begrænsende kapacitet. Dette har resulteret i oversvømmelse af bygninger og er derfor kritisk.

Der er ingen kendskab til oversvømmelse i det sydligste område, der er udpeget i kommunens klimatilpasningsplan.

Fremtiden
Der er planer om, at der ved de uforsinkede udløb på et tidspunkt skal etableres noget forsinkelse. Der er ingen tidshorisont på, hvornår dette vil ske. Sådanne tiltag vil kunne forbedre situationen betydeligt. Derudover skal den fælleskloakerede del på et tidspunkt separeret. I forbindelse hermed, vil det være nødvendigt med forsinkelse, for ikke at forværre situationen.

Ændres der ikke på forholdende må det, som følge af klimaforandringerne forventes, at der i fremtiden vil ske oversvømmelse fra kloaksystemet samt oversvømmelse fra bækken i større mængde end i dag.

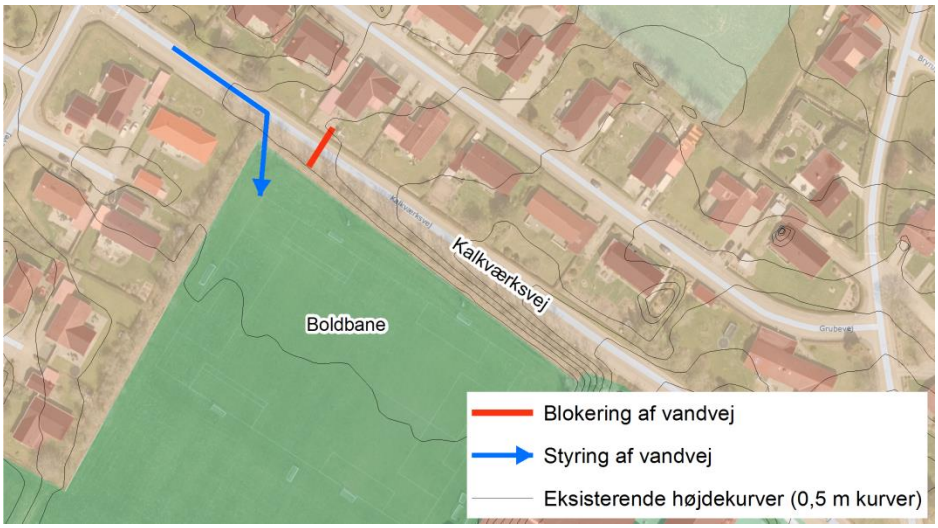
5.2 Indsatsmuligheder

5.2.1 Styret vandføring, Kalkværksvej

For at formindske oversvømmelsen i krydset mellem Kalkværksvej og Bredgade er en mulighed at føre overfladevandet ind på områder hvor det ikke gør skade. Det kan f.eks. ske ved boldbanen. For at få overfladevandet ledt den vej vil det være nødvendigt at hæve Kalkværksvej, så vejen kommer til at ligge over de tilstødende boldbaner. Ved at hæve vejen etableres et lavpunkt inden, som under kraftigt regn vil lede regnvandet ind på boldbanerne. Se illustration på figur 4.17.

Løsningen er fravalgt, da løsningen alene, ikke kan løse oversvømmelses problemet og det derfor stadig vil være nødvendigt med andre tiltag. Set i forhold til størrelsen på det opstrøms opland, vurderes omfanget af andre tiltag ikke at blive betydelig reduceret ved at lede overfladevandet ind på boldbanen.

Figur 5.17: Illustration af hvor den eksisterende strømningsvej skal ændres for at styre overfladevandet ind på boldbanen.

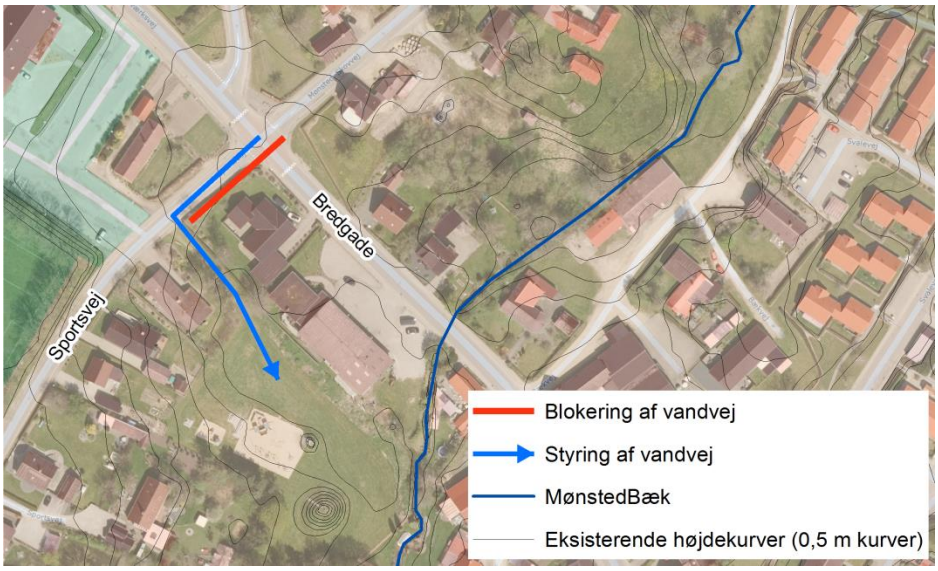


5.2.2 Styret vandføring, Bredgade

For at formindske oversvømmelsen i krydset mellem Kalkværksvej og Bredgade er en mulighed at føre overfladevandet ind på områder hvor det ikke gør skade. En mulig løsning er at ombygge den hævede flade i krydset Kalkværksvej/ Sportsvej/Bredgade, så vandet ledes ned af Sportsvej og ind i det grønne område mellem Holstebrovej og Bredgade. En illustration af løsningen ses på figur 5.18.

Løsningen er fravalgt, da løsningen ikke alene kan løses oversvømmelses problemet. Viser det sig, at borgerne i området begynder at henvende sig ofte omkring problemer med oversvømmelse fra kloaksystemet kan det genovervejes, hvorvidt denne indsats skal gennemføres.

Figur 5.18: Illustration af hvor den eksisterende strømningsvej skal ændres for at styre overfladevandet ind på det grønne område.



5.2.3 Større underføringer

Der er lavet en overordnet håndberegning på, hvor store de rørlagte underføringer under de enkelte veje skal være for at kunne håndtere den vandmængde, der kommer fra de uforsinkede udløb samt fra basisvandføringen. Den første underføring ved Holstebrovej undersøges ikke nærmere, da denne beregningsmæssigt har tilstrækkeligt med kapacitet. Derudover er der ikke et ønske om at lukke mere vand ind gennem byen, end det er tilfældet i dag.

Ved håndberegningen findes, at underføringerne skal ændres til følgende dimensioner:

- Bredgade fra ø500 til ø600
- Bækvej kan bibeholdes som en ø700
- Sidevej til Mønstedvej fra ø600 til ø900

Håndberegningen tager ikke højde for, at de opstrøms underføringer forøges, og dermed leder mere vand igennem.

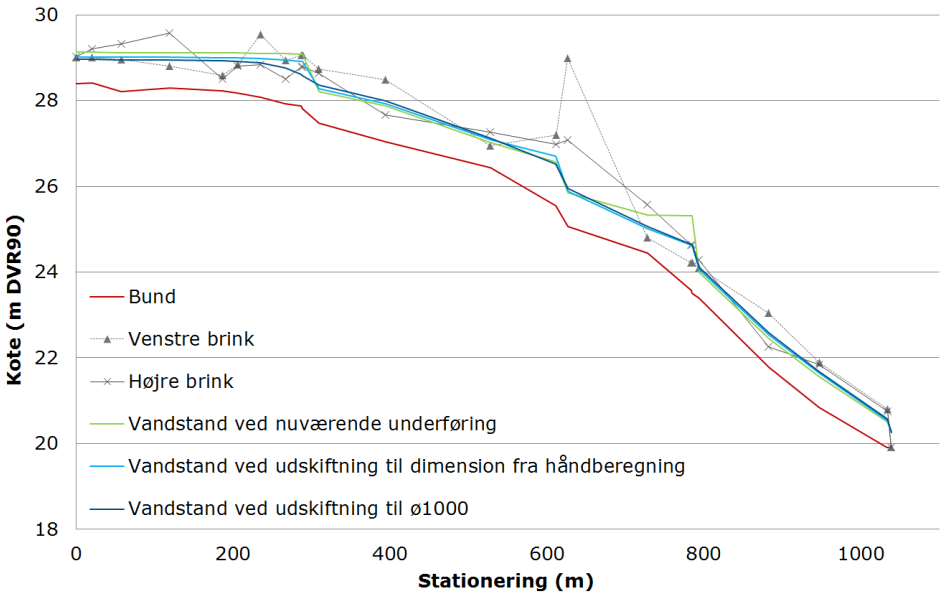
De fundne nødvendige dimensioner fra håndberegningen er indsat i vandløbsmodellen for at kontrollere effekten. Derudover er der udført en beregning, hvor der benyttes en ø1000 ledning ved alle 3 underføringer for at se om det giver nogen effekt at forstørre underføringen yderligere.

På figur 5.19 ses stuvning for en 5 års hændelse med de underføringer der er i dag. Derudover ses stuvningen hvis underføringerne ændres til dimensionerne fundet ved håndberegningen samt hvis de alle tre ændres til et ø1000 rør. Hvis underføringerne ændres til dimensionerne fundet fra håndberegningen er stuvningen lidt mindre ved Bredgade og en del mindre ved sidevej til Mønsted Skovvej. Dog stiger stuvningen ved Bækvej. Dette skyldes, at der ledes mere vand

igennem ved Bredgade. Ændres alle tre underføringer til ø1000 rør falder stuvningen ved Bredgade yderligere (end håndberegningen). Stuvningerne ved Bækvej er tilsvarende situationen i dag, dette skyldes at der ledes mere vand igennem.

Figur 5.19: Vandstande ved en 5 års Hændelse med forskellige underføringsdimensioner.

Større graf ses af bilag 3.



Ud fra ovenstående findes, at selvom alle tre underføringer opdimensioneres til ø1000 rørunderføringer sker der stadig (kortvarig) stuvning til terræn. Dvs. at denne løsning skal sammenkobles med anden løsning som indeholder forsinkelse eller styret oversvømmelse, for at sikre, at kritiske områder ikke oversvømmes.

På baggrund af ovenstående, er det valgt ikke at arbejde med løsninger, hvor der sker en opdimensionering af underføringerne, både ud fra en betragtning af, at større rør end ø1000 ikke vurderes som værende realistisk at etablere, men også ud fra, at hvis underføringerne ændres så der ledes mere vand igennem, skal det undersøges, hvorvidt dette kan have en negativ effekt på vandløbssystemet nedstrøms.

5.2.4 Tilbageholdelse af overfladevand

Der udføres en beregning af vandløbet, som har til hensigt at fastlægge, hvor meget vand der, beregningsmæssigt, kan ledes frem til de tre underføringer uden opstuvning over brinkkant. Beregning foretages med udgangspunkt i, at de eksisterende underføringer bibeholdes. Resultatet ses i tabel 5.1. Fra de fundne flow skal basisvandføringen fratrækkes for at finde, hvor stor en vandføring der må komme fra kloakoplandet. Tilledningen fra kloakoplandet er angivet i parentes i tabellen.

Tabel 5.1: Angivelse af, hvor meget vand kan der løbe i vandløbet før det stuver op kritiske steder

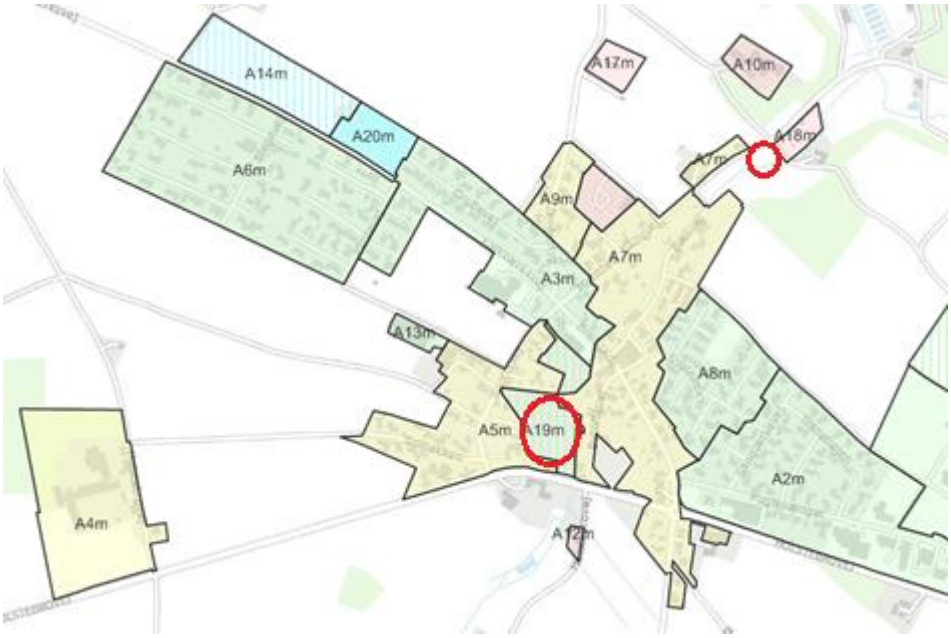
Basisvandføringen skal fratrækkes disse flow, for at finde, hvor meget overfladevand der må tilledes fra kloaksystemet. Disse værdier er angivet i parentes.

	Maks flow ved en 5 års hændelse med de eksisterende uforsinkede udledninger	Maks flow gennem underføring uden opstuvning
Bredgade	562 l/s	220 l/s (117 l/s)
Bækvej	883 l/s	505 l/s (402 l/s)
Sidevej til Mønsted Skovvej	1.040 l/s	350 l/s (247 l/s)

Som det ses af tabellen skal der ske en forsinkelse i kloakoplandet for at undgå opstuvning inden alle underføringerne.

Byen er forholdsvis tæt bebygget og der er umiddelbart ikke mulighed for at opnå forsinkelse ved alle udløbene, hvor de er placeret i dag. På baggrund af dette, arbejdes der med forsinkelse på de to områder, der er markeret med rød cirkel på figur 5.20. Det sydligste område er beliggende i et område, der er udlagt til bebyggelse jf. spildevandsplanen. Det er derfor nødvendigt med ændring, såfremt der vælges at arbejde videre med en løsning med et bassin her. Fastholdes spildevandsplanen som den er i dag, vil det være ekstra problematisk at finde et alternativt område til forsinkelse af overfladevandet.

Figur 5.20: Illustration af områder, hvor der foreslås bassiner placeret.

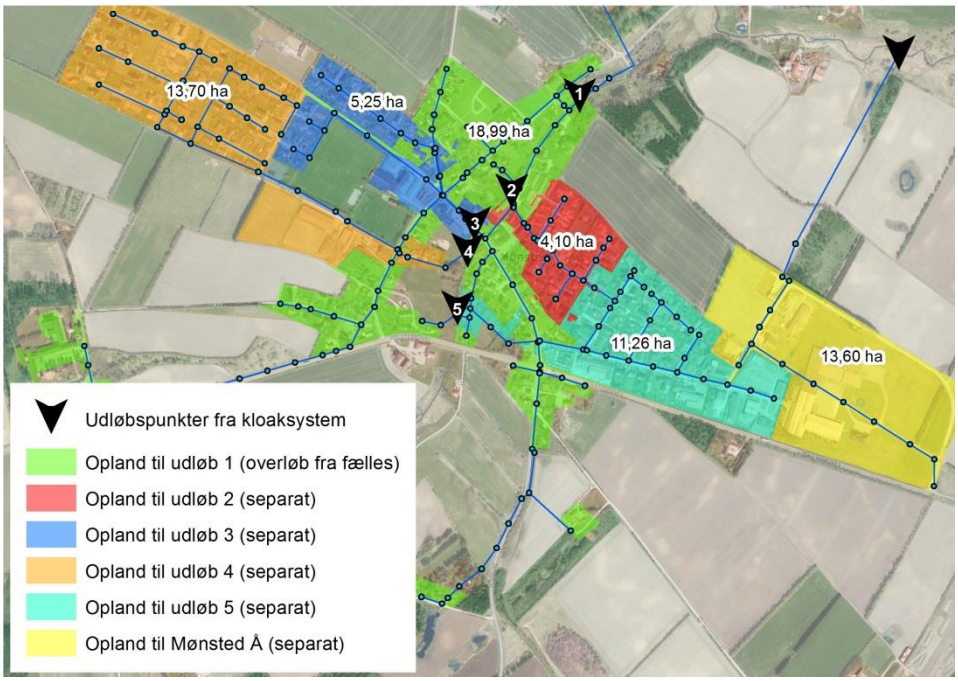


På figur 5.21 ses kloakoplandene til de enkelte udløb. Udløb 4 og 5 er begge placeret opstrøms Bredgade, og skal derfor forsinkes i det sydligst markerede bassinområde på figur 5.20. Der er, som nævnt, ikke umiddelbart plads til at forsinke udløb 2 og 3 hvor de er i dag, så disse foreslås omlagt og forsinket i det nordligste bassin jf. figur 5.20. Udløb 1 er overløb fra fælleskloakken. Det antages at de fælleskloakerede oplande på et tidspunkt også skal separatkloakeres. Derfor

undersøges muligheden for forsinkelsesvolumen til den eksisterende fælleskloak også.

De kommende bassinberegninger er foretaget på et skitseniveau og ved brug af spildevandskomitéens regneark til skrift 30. Dvs. at de endelige volumener mm. skal kontrolleres via en hydraulisk beregning i forbindelse med en eventuel detaildimensionering.

Figur 5.21: Illustration samt total areal på oplande til de enkelte udløb.

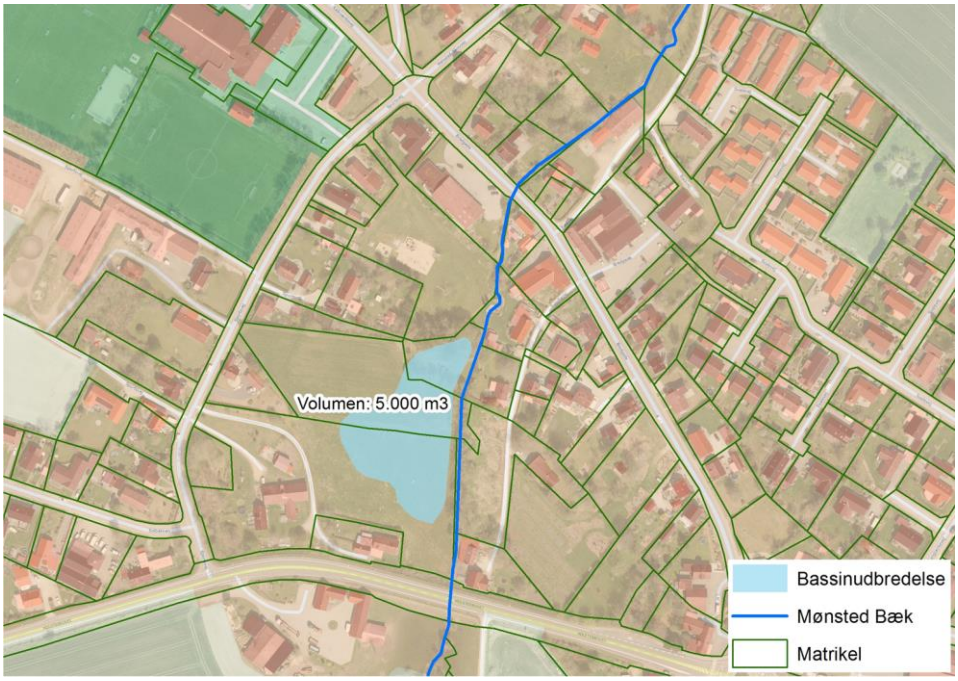


Bassin mellem Holstebrovej og Bredgade

I området mellem Holstebrovej og Bredgade vurderes det realistisk at etablere et 1 m dybt forsinkelsesbassin med et magasineringsvolumen på ca. 5.000 m^3. Det anbefales at etablere en pejleboring for at fastlægge niveauet for det terrænnære grundvandsspejl. Et foreslået omrids af bassinet ses af figur 5.22. Bassinet har en udbredelse ud over tre private matrikler, hvorfor det vil være nødvendigt med opkøb af jord eller udarbejdelse af anden aftale, for at kunne etablere et bassin på lokaliteten.

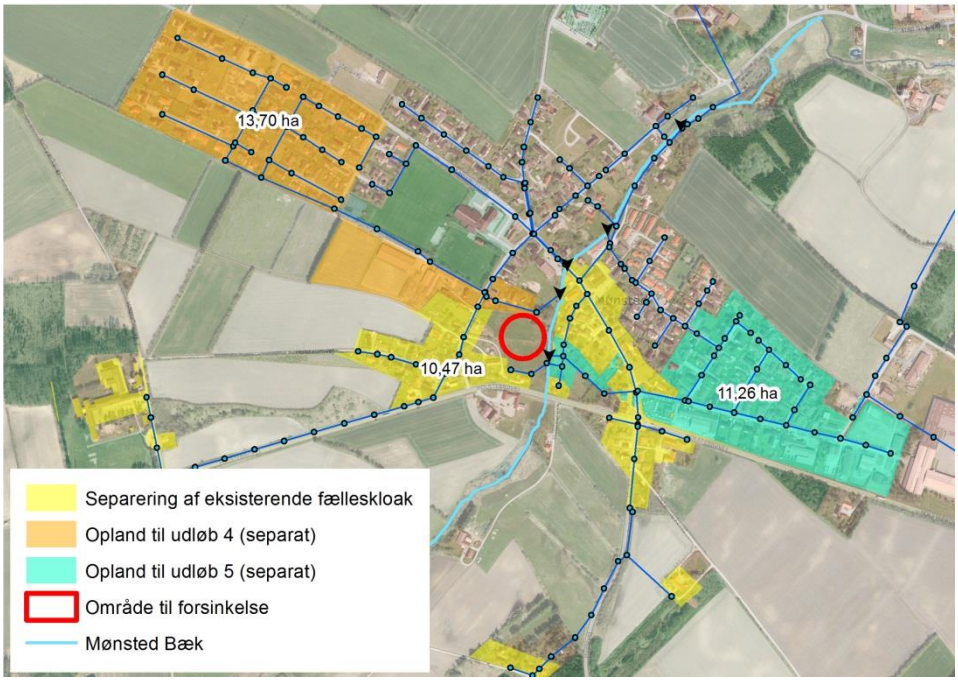
Et bassin i denne størrelsesorden anslås at have en etableringsomkostning på 4.7 mio. kr. Overslaget fremgår af bilag 4.

Figur 5.22: Illustration af udbredelse af nyt bassin.



På figur 5.23 ses de oplande som umiddelbart kan forsinkes opstrøms Bredgade derudover er området, hvor forsinkelsen skal ske markeret. Som det ses kommer de to eksisterende udløb på hver side af bækken, hvorfor underføringen øst for bækken skal dykkes, og dermed vil stå vandfyldt. Alternativt skal der etableres et forsinkelsesbassin på hver side, og så kan bækken omlægges og slynges mellem de to forsinkelsesbassiner. Dette undersøges ikke nærmere i nærværende rapport, men skal undersøges nærmere i en detaildimensionering.

Figur 5.23: Illustration af oplande der forudsættes at kunne forsinkes opstrøms underføringen ved Bredgade. Område til placering af forsinkelsesbassin er ligeledes illustreret.



Med de kloakeringsforhold der er i dag, skal der forsinkes overfladevand fra et totalt areal på 24,96 ha og et befæstet areal på 7,11 ha. Hvis det viste fælleskloakerede område medtages skal der i alt forsinkes overfladevand fra et total areal på 34,43 ha og et befæstet areal på 10,59 ha.

Det nødvendige tilbageholdelsesvolumen beregnes med regnearket til spildevandskomitéens regneark til skrift 30. Der regnes med en følgende værdier:

- Gentagelsesperiode 5 år
- Sikkerhedstillæg 1,3
- Hydrologisk reduktionsfaktor 0,9

Det nødvendige volumen beregnes både med og uden medtagelses af det fælleskloakerede opland. Derudover beregnes der et nødvendigt volumen for følgende tre videreførte vandmængder:

- Videreført vandmængde svarende til den beregnede maksimale kapacitet uden opstuvning jf. tabel 5.1
- Videreført vandmængden svarende til en udledning på 1 l/s/ha
- Videreført vandmængden svarende til en udledning på 1 l/s/red. ha

De beregnede voluminer ses af tabel 5.2.

	Udelukkende forsinkelse af det eksisterende separatkloak			
	Total areal [ha]	Befæstet areal [ha]	Videreført vandmængde [l/s]	Nødvendig magasineringsvolumen [m^3]
Fuld udnyttelse af nuværende underføring	24,96	7,11	117	1.596
Udledning på 1 l/s/ha			24,96	2.771
Udledning på 1 l/s/red. ha			6,40	4.320

	Forsinkelse af det eksisterende separatkloak samt fælleskloak			
	Total areal [ha]	Befæstet areal [ha]	Videreført vandmængde [l/s]	Nødvendig magasineringsvolumen [m^3]
Fuld udnyttelse af nuværende underføring	34,43	10,59	117	2.771
Udledning på 1 l/s/ha			34,43	4.234
Udledning på 1 l/s/red. ha			9,53	6.435

Tabel 5.2: Angivelse af nødvendige bassinvoluminer i forhold til forskellige udledninger.

Det viste bassin på figur 5.22 har en magasineringsvolumen på 5.000 m^3. Dvs. at når det eksisterende fælleskloak er blevet separeret, vil overfladevandet svarende til en 5 års hændelse, kunne forsinkes til 1 l/s/ha.

Ved en 100 års hændelse, en videreført vandmængde på 1 l/s/ha samt separering af det fælleskloakerede område vil det være nødvendigt med et magasineringsvolumen på 10.200 m^3.

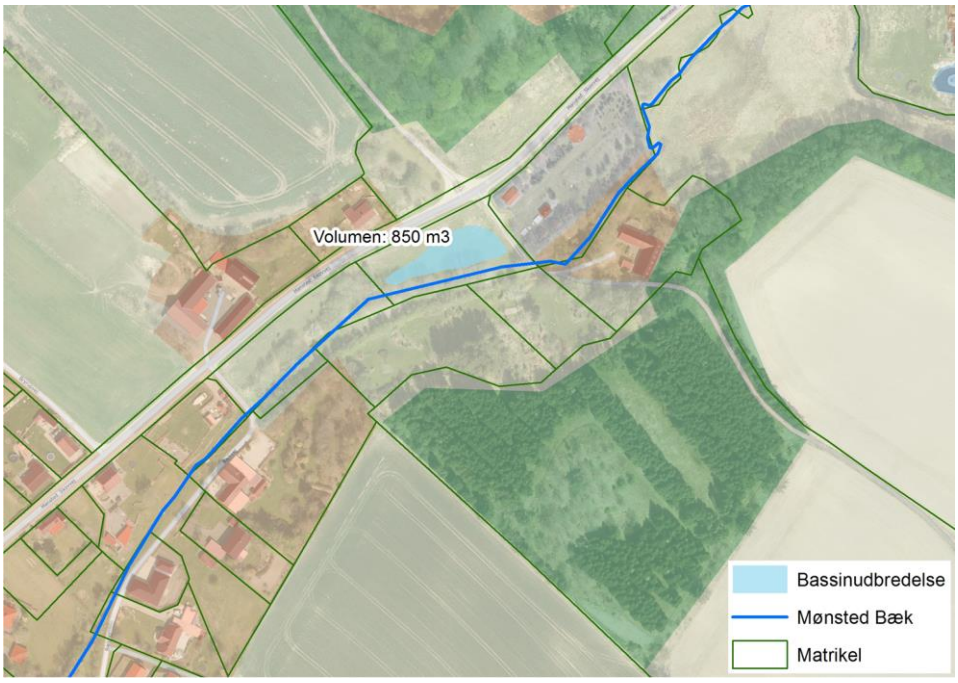
Til løsning af dette klimaprojekt er det nødvendigt med en løsning, der tager hensyn til flere forskellige interessenter, inden der kan ske en fastlæggelse af magasineringsvolumen, udløbsvandmængde, finansiering mm. En beskrivelse af næste step, til løsning af dette klimaproblem ses af afsnit 6.1.3.

Bassin nord for Bækvej

I området mellem Bækvej og sidevej til Mønsted Skovvej vurderes det som værende muligt at etablere et 1 m dybt forsinkelsesbassin med et volumen på ca. 850 m^3. Det anbefales dog at etablere en pejleboring for at fastlægge niveauet for det terrænnære grundvandsspejl. Et omrids af bassinet ses af figur 5.24. Det viste bassin er beliggende inden for en matrikel som er privatejet, hvorfor det vil være nødvendigt med opkøb af jord eller udarbejdelse af anden aftale, for at kunne etablere et bassin på lokaliteten. Som det ses på figuren er der også andre ubebyggede matrikler i området, hvorfor det er muligt enten at placere bassin på en anden matrikel eller benytte flere matrikler, såfremt der ønskes et større forsinkelsesvolumen.

Et bassin i denne størrelsesorden anslås at have en etableringsomkostning på 1.4 mio. kr. Overslaget fremgår af bilag 4.

Figur 5.24: Illustration af udbredelse af det foreslået nye bassin.

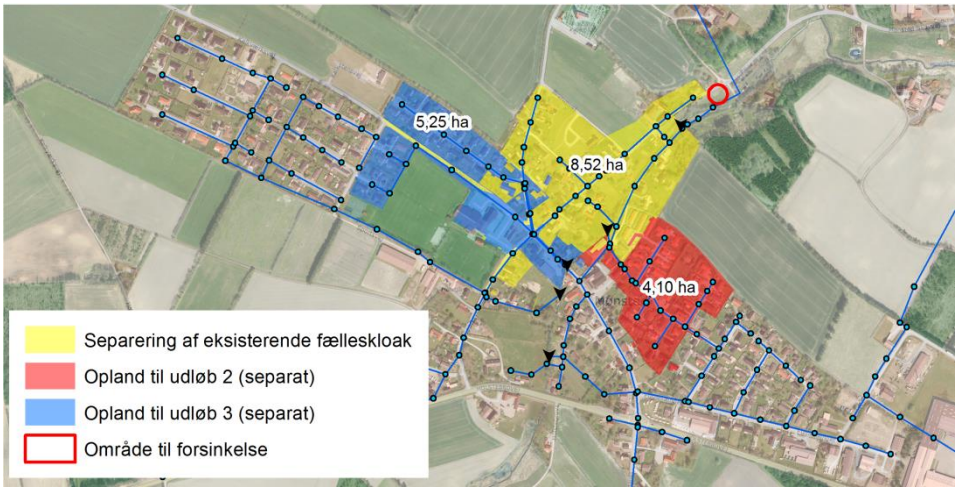


På figur 5.25 ses de oplande, der umiddelbart kan forsinkes i det viste bassin. Det vil kræve etablering af ny ledning fra de eksisterende udløb 2 og 3. Alternativt en sikring af brink så vandet kan ledes til forsinkelse via vandløbet. På figuren er området, som er foreslået til forsinkelse, også vist.

Da der er eksisterende udløb på begge sider af bækken, skal der enten etableres en dykket ledning, som altid vil være vandfyldt, eller der skal etableres et bassin

på hver sin side af bækken. Som det ses af figur 5.25 er der ubebyggede matrikler på hver side af bækken som umiddelbart kan erhverves til forsinkelse.

Figur 5.25: Illustration af oplande der forudsættes at kunne forsinkes ved det markerede område.



Med de eksisterende kloakeringsforhold skal der forsinkes overfladevand fra et totalt areal på 9,35 ha samt et befæstet areal på 3,14 ha. Såfremt det viste fælleskloakerede område medtages skal der håndteres overfladevand fra et totalt opland på 17,87 ha samt et befæstet opland på 4,81 ha.

Der benyttes samme sikkerhedsfaktorer mm. som til bassinet mellem Holstebrovej og Bredgade.

De beregnede voluminer ses af tabel 5.3.

	Udelukkende forsinkelse af det eksisterende separatkloak			
	Total areal [ha]	Befæstet areal [ha]	Videreført vandmængde [l/s]	Nødvendig magasineringsvolumen [m^3]
Fuld udnyttelse af nuværende underføring	9,35	3,14	402	192
Udledning på 1 l/s/ha			9,35	1.292
Udledning på 1 l/s/red. ha			2,83	1.907

	Forsinkelse af eksisterende separatkloak samt fælleskloak			
	Total areal [ha]	Befæstet areal [ha]	Videreført vandmængde [l/s]	Nødvendig magasineringsvolumen [m^3]
Fuld udnyttelse af nuværende underføring	17,87	4,81	402	439
Udledning på 1 l/s/ha			17,87	1.840
Udledning på 1 l/s/red. ha			4,33	2.922

Tabel 5.3: Angivelse af nødvendige bassinvoluminer i forhold til forskellige udledninger.

Det viste bassin har et magasineringsvolumen på 850 m^3 jf. figur 5.24. Dvs. at det ikke er muligt at forsinke overfladevandet til 1 l/s/ha. Det er dog muligt via bassin at forsinke til 402 l/s, hvilket betyder, at den eksisterende underføring har tilstrækkelig kapacitet. Der skal foretages en vurdering af, hvor påvirket vandløbet er nedstrøms. Bibeholdes der en videreført vandmængde på 402 l/s vil dette ikke umiddelbart forringe bækken nedstrøms i forhold til, hvordan situationen er i dag, i det der ikke ændres på dimensionen af underføringen. .

Ved en 100 års hændelse, en videreført vandmængde på 1 l/s/ha samt separering af det fælleskloakerede område vil det være nødvendigt med et magasineringsvolumen på 4.490 m^3.

Til løsning af dette klimaprojekt er det nødvendigt med en løsning, der tager hensyn til flere forskellige interessenter, inden der kan ske en fastlæggelse af magasineringsvolumen, udløbsvandmængde, finansiering mm. En beskrivelse af næste step, til løsning af dette klimaproblem ses af afsnit 6.1.3.

5.2.5 Oversvømmelse fra Solbakken og ned mod Mønsted Bæk

Der er ingen kendskab til den beregningsmæssige oversvømmelse som sker fra Solbakken og ned mod Mønsted Bæk. Strømningsveje fra Scalgo angiver, at vandet vil strømme fra Solbakken og ned langs Sportsvej frem til Bredgade. Dog løber en del af overfladevandet, i modellen over kantstenen og langs en bygning ned til Mønsted Bæk, se illustration af den beregningsmæssige oversvømmelse på figur 5.2.

På figur 5.26 ses krydset mellem Solbakken og Sportsvej. Det er ligeledes illustreret, hvilken vej overfladevandet strømmer i modellen samt hvilken vej det vil strømme, hvis det skulle løbe langs Sportsvej og ned til Bredgade. Som det ses skal overfladevandet først stuve over kantstenen for at løbe over som det gør i modellen. Da modellen arbejder med celler med en gridstørrelse på 0,4 m, er kantstenens reelle højde ikke modelleret præcist i modellen. På baggrund af dette vurderes, at det ikke er sikkert at overløb vil ske som modelleret i modellen. Kommer man til at opleve problemer med oversvømmelse, er en løsning enten at hæve kantstenen eller opbygge en mindre vold i rabatten for at sikre, at overfladevandet vil afstrømme via vejen, og dermed ikke give anledning til oversvømmelse af bygninger.

Figur 5.26: Illustration af strømningsretning alt efter om overfladevandet afstrømmer fra Solbakken via Sportsvej ned til Bredgade (blå) eller om det afstrømmer over kantstenen (rød).

5.3 Vurderinger

Risikoen for oversvømmelse er stor på grund af uforsinkede udløb til bækken. De uforsinkede udløb giver en hurtig respons ift. opstuvning og der bør arbejdes med, at skabe forsinkelse.

5.3.1 Fordeling - Viborg Kommune/Energi Viborg Vand

Etableres nye regnvandsbassiner afholder Energi Viborg Vand udgifterne til den del af bassinerne, som er nødvendig for kunne tilbageholde op til en 5 års hændelse.

Alle øvrige udgifter beskrevet i indsatserne tilfalder Viborg Kommune.

6 Anbefalinger

I dette kapitel fremkommer en overordnet anbefaling i forhold til løsning af problemstillingerne undersøgt i nærværende rapport.

6.1.1 Vognmagervej

Til løsning af problemstillingen omkring oversvømmelse af viadukten ved Vognmagervej anbefales det, at der i første omgang udarbejdes en beredskabsplan således, at beredskabet går ind og afspærrer viadukten og leder trafikken en anden vej rundt, i den periode det vil tage det eksisterende afløbssystem at få tømt overfladevandet væk igen.

Hvis forsyningen, eller anden, påtænker ledningsarbejde i Industrivej så vejen skal graves op, kan det på daværende tidspunkt overvejes, om der skal etableres en ny gravitationsledning som tømmer viadukten for overfladevand, og leder dette ned til Engelandsdalen. Denne overvejelse kan evt. holdes op imod, hvor ofte beredskab har været i brug. Ligeledes kan der i forbindelse med udarbejdelse af beredskabsplanen foretages en beslutning omkring, at såfremt beredskab rykker ud mere end et forudbestemt antal gange inden for en fastsat periode, så skal det genovervejes, hvorvidt beredskab er den løsning, der virker mest fordelagtig.

6.1.2 Sct. Ibs Gade

Den kritiske problemstilling ved Sct. Ibs Gade vurderes at være problematikken omkring det høje beregningsmæssige trykniveau som det fastspændte dæksel i Sct. Ibs Gade, ud for Pilehaven, udsættes for. På baggrund af dette anbefales, at tilstanden af denne brønd samt den opstrømsliggende brønd med fastspændt dæksel, jævnligt kontrolleres. Markering af brønde med fastspændte dæksler ses af figur 4.8.

Ud over kontrol af tilstanden vil det være hensigtsmæssigt med en reel måling af, hvor ofte der forekommer et stort trykniveau. Dette kan f.eks. gøres med ultralydsmåling af vandstanden i brøndene. Dette kræver, at der er strøm til stede i brønden. Systemet kan evt. kobles på rensningsanlæggets SRO system så data opsamles.

6.1.3 Mønsted

Til løsning af de udpegede problemstillinger omkring oversvømmelse fra Mønsted Bæk anbefales en løsning, hvor der etableres forsinkelse af de uforsinkede udløb fra kloaksystemet. Det anbefales, at der i en detaildimensionering af løsning også indtænkes plads til magasinering af det fælleskloakerede opland, så der er plads til forsinkelse af dette, efter en fuld separering af byen.

Der er en del forhold der skal tages hensyn til i forbindelse med udarbejdelse af en endelig løsning. Da området er udpeget som klimaprojekt anbefales det, at der afholdes interne møder for at finde den løsning, som er bedst både i forhold til recipient, sikring af borgerne, håndtering af hhv. normal regn og skybrud, samt eventuelt andre interessenter. Eventuelle rekreative elementer kunne blive en del af løsningen.

I forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport er der fundet følgende punkter, der anbefales drøftet, samt forskellige alternative løsningsmuligheder.

- Hvilken hensyn skal der tages til bækken
- Er der en målsætning der skal opfyldes for bækken

- Er der forhold nedstrøms i vandløbssystemet der skal tages højde for
- Hvilken hydraulisk belastning kan der accepteres (hvilken udledningstilladelse kan der gives)
- Skal der udelukkende etableres forsinkelsesvolumen eller kommer der også krav omkring rensning
- Kan der ændres i spildevandsplanen så der kan etableres bassin i området udlagt til beboelse
- Hvor stor en skybrudshændelse skal systemet kunne håndtere inden oversvømmelse
- Kan der accepteres oversvømmelse af grønne områder, haver, veje og lign. ved en given gentagelsesperiode
- Ønskes der en samlet løsning så normalregn og skybrud kan håndteres i samme bassin (dvs. delt finansiering mellem kommune og forsyning). Eller skal de to ting håndteres hver for sig

Forskellige løsningsmuligheder til etablering af bassin

- Etablering af traditionelt forsinkelsesbassin til håndtering af en 5 års hændelse fra kloakoplandet, med efterfølgende overløb til bækken
- Etablering af bassin på hver side af bækken. Kræver en genslyngning og omlægning af bækken
- En løsning hvor mest muligt vand ledes uforsinket til bækken, uden der sker oversvømmelse. Når der ikke er mere kapacitet stuver vandet op i et vådområde, og der vil ske en kontrolleret oversvømmelse af et område

Såfremt der opleves problemer med oversvømmelse pga. af overløb fra Solbakken kan kantstenen hæves eller der kan opbygges en mindre vold i rabatten for at sikre, at oversvømmelsen ikke giver anledning til oversvømmelse af bygninger.