

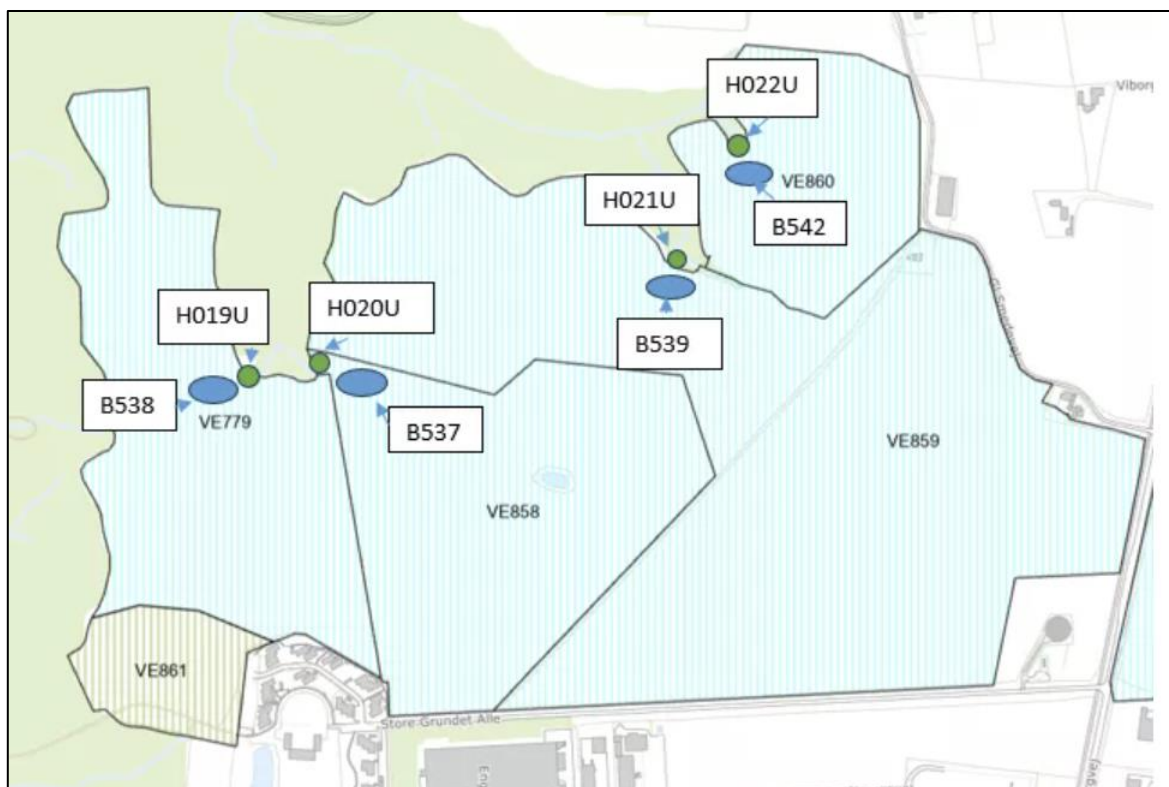
10. juli 2025

### Ansøgning om udledningstilladelser for Grundet Skovby

Der ansøges hermed om udledningstilladelser for udløbene H019U, H020U, H021U og H022U fra fire planlagte bassiner i Grundet Skovby. Området er omfattet af forslag til lokalplan 1282 og forslag til tillæg 21 til spildevandsplanen. Lokalplanområdet udlægges til boliger og en daginstitution.

Der ansøges om udledningstilladelser så afstrømningen fra bassinerne er sammenlignelig med naturlig afstrømning og der er overløb sjældnere end hvert 5 års hændelse for hvert bassin.

Kortet nedenfor, fra forslag til tillæg 21 til spildevandsplanen, viser oplande, bassiner og udløb. Opland VE861 er planlagt spildevandskloakeret og regnvand fra dette opland planlægges håndteret i private anlæg.



Ansøgningen er baseret på forudgående analysearbejde, der dokumenteres i bilag 1 til ansøgningen. Her redegøres for en beregning af naturlig afstrømning fra området. Beregningen er baseret på målt afstrømning og anses derfor som et troværdigt bud på, hvordan afstrømningen fra området vil være under forskellige nedbørsforhold.

Den naturlige afstrømning varierer fra 0,5 l/s/ha ved mindre regn op til 3,5 l/s/ha ved en 5 års hændelse. En del af området bliver befæstet, når der byggemodnes og denne befæstede del ledes til bassinerne. Afløbet

fra bassinerne udformes som variabelt afløb, svarende til den naturlige variation, med 0,5 – 3,5 l/s/red.ha. så den naturlige variation og dynamik i vandløbet bevares. Samlet set vil afstrømningen fra området derfor være sammenlignelig før og efter byggemodningen.

Vejle Spildevand dimensionerer de fire planlagte bassiner, så der er overløb sjældnere end hvert 5. år fra hvert bassin.

Det bemærkes, at Vejle Kommune har krævet, at bygherren skal klimasikre området mod overløb op til en 100 års hændelse. Vejle Spildevand understøtter dette ved at muliggøre en aftale med bygherren, hvor det dimensionerede rørsystem kan tilpasses, så private bassiner kan indgå i vandhåndteringen, så disse kan udnyttes til en klimasikring af området over en 5 års hændelse. Det er desuden aftalt med bygherren, at de planlagte bassiner kan udbygges ud over det volumen, der er nødvendigt for nedbør op til 5 års hændelse. Det variable afløb fra bassinerne kan også udbygges, så overløb undgås ved en 100 års hændelse. Ansøgningen om udledningstilladelse for hændelser over en 5 års hændelse og udnyttelsen af private volumener er ikke omfattet af denne ansøgning. Et forslag til hvordan denne del kan indrettes er beskrevet i bilag 1.

Udformningen af afløb fra bassinerne er som følger:

- Ved en effektiv vanddybde på 0 – 0,50 m tillades afløb på 0,5 l/s/red.ha.
- Ved en effektiv vanddybde på 0,50 – 0,75 m tillades afløb på 1,0 l/s/red.ha.
- Ved en effektiv vanddybde på 0,75 – 1,00 m tillades afløb på 2,0 l/s/red.ha.
- Ved en effektiv vanddybde over 1,00 m tillades afløb på 3,5 l/s/red.ha.

Der anvendes minimum 5 l/s afløb for at undgå tilstopning og den beskrevne udformning af afløb resulterer i nedenstående effektive bassinvolumener, som er beregnet ved LTS beregninger med en historisk regnserie for 40 år med en sikkerhedsfaktor på 1,14 jf. Vejle Spildevands dimensioneringspraksis.

| <b>Variabel afstrømning 0,5 – 3,5 l/s/red. Ha.<br/>(minimum 5 l/s)</b> |                                                            |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Bassin</b>                                                          | <b>T5 års bassin<br/>effektivt volumen [m<sup>3</sup>]</b> |
| B538                                                                   | 1700                                                       |
| B537                                                                   | 3600                                                       |
| B539                                                                   | 4200                                                       |
| B542                                                                   | 1500                                                       |

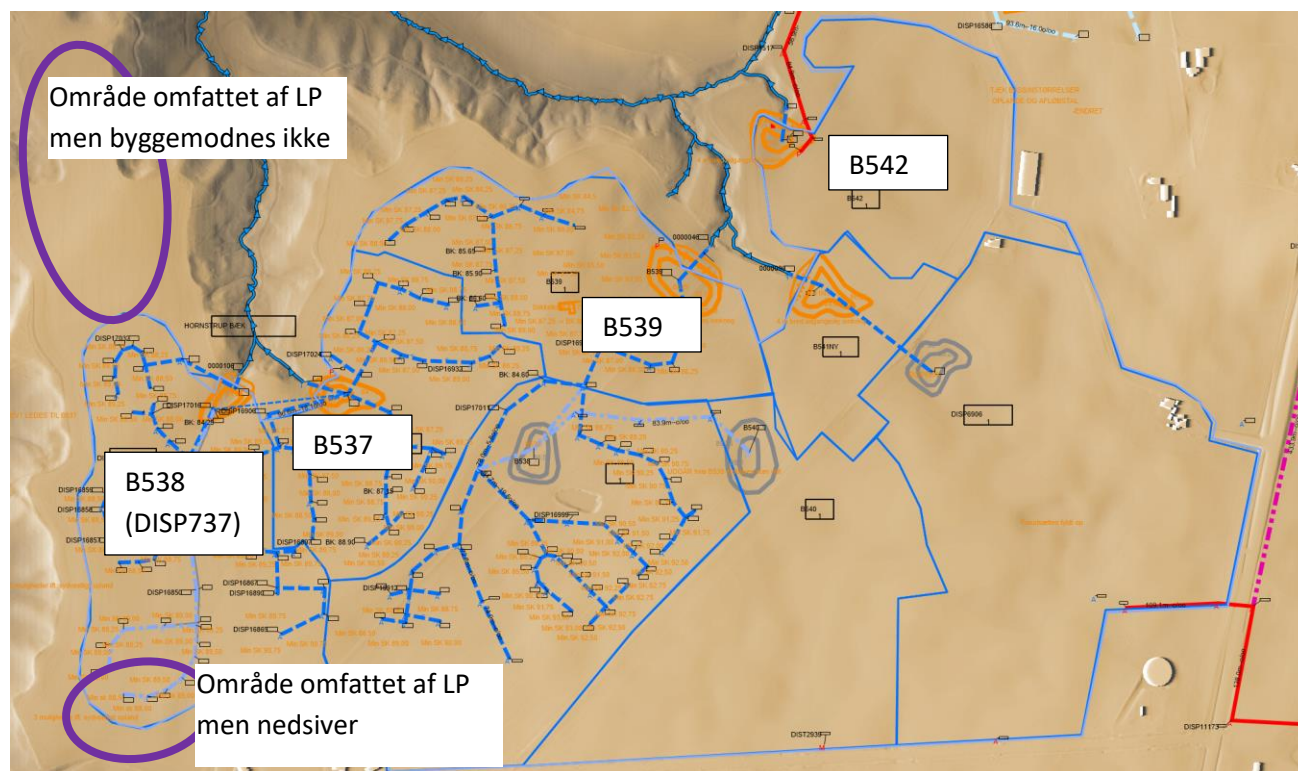
**Tabel 1: Nødvendige effektive bassinvolumener ved variabelt afløb.**

I nedenstående tabel 2 fremgår data for oplande, udløb, afløb. Vådvolumen etableres med 250 m<sup>3</sup>/red ha.

| Bassin | Opland | Udløb | Totalt opland<br>[ha] | Reduceret opland<br>[ha] | Bef.grad<br>[%] | Afløb<br>[l/s] |
|--------|--------|-------|-----------------------|--------------------------|-----------------|----------------|
| B538   | VE779  | HO19U | 10,9                  | 4,4                      | 40              | 5,0 - 15,4     |
| B537   | VE858  | H020U | 19,1                  | 7,8                      | 41              | 5,0 - 27,3     |
| B539   | VE859  | H021U | 39,4                  | 10,3                     | 26              | 5,2- 36,1      |
| B542   | VE860  | H022U | 7,9                   | 3,7                      | 47              | 5,0 - 12,8     |
| I alt  |        |       | 77,3                  | 26,2                     | 34              | 20,2 – 91,6    |

**Tabel 2: Oplandsarealer, befæstelsesgrader og afløb.**

Bemærk at lokalplanområdet er ca. 96 ha, men der er områder i nordvestlige der ikke bebygges og dermed ikke ledes til bassiner, samt i sydvestlige område, hvor regnvandet nedsiver.



**Figur 1: Bassinplaceringer i Grundet Skovby.**

Med venlig hilsen

Kjartan Ravn



Bilag 1: Robusthedsanalyse

Bilag 2: RTK metoden

## BILAG 1 Robusthedsanalyse

### Indledning

Dette notat beskriver mulig metode til udarbejdelse af robusthedsanalyser for vandløb i Vejle Kommune. Metoden skal anvendes som grundlag for kommunens udledningstilladelser, hvor der fastsættes afløbstal for regnvandsbassiner og overløbshyppighed til recipienten.

Robusthedsanalysen kan give et godt grundlag for at vurdere ikke bare nuværende forhold, men også medvirke til en langsigtet og helhedsorienteret udvikling af vores vandløb.

I dette notat gennemgås

- Vurdering af naturlig afstrømning, baseret på målinger ved Surbæk og Ny Grejsdalsvej i Grejs Å og kalibrering af hydrologisk model
- Opstilling af Robusthedsanalyse baseret på Danva/KL Vejledningen nr. 104
- Resultater af Robusthedsanalyse for byggemodning Grundet Skovby ved Hornstrup Bæk



Figur 1: Danva/KL-vejledning nr. 104.

[https://www.danva.dk/media/5683/vejledning-104\\_administrationspraksis-for-regnvandsbassiner-og-udledningstilladelser-2-udgave.pdf](https://www.danva.dk/media/5683/vejledning-104_administrationspraksis-for-regnvandsbassiner-og-udledningstilladelser-2-udgave.pdf)

Ved at følge Danva og KLs "Administrationspraksis for regnvandsbassiner og udledningstilladelser" fås en fremgangsmåde, som er i tråd med anbefalinger fra Miljø- og Fødevarerklagenævnet.

I denne robusthedsanalyse er fokus rettet mod det planlagte boligområde Grundet Skovby lige nord for Vejle.



**Figur2: Foreløbig bebyggelsesplan Grundet Skovby**

Området ved planlagt Grundet Skovby er ca. 96 ha., hvoraf ca. 78 ha. ledes til bassin. Formålet med robusthedsanalysen er at bestemme den naturlige afstrømning fra dette område.

Befæstelsesgraden i området er skønnet til 40% som et gennemsnit for området. Befæstelsesgraden forventes fastsat i lokalplanen som 35% for åben/lav og 50% for tæt/lav og kompaktparceller.

Grundet Skovby leder til et sidetilløb til Hornstrup Bæk, som igen løber ned til Grejs Å. Grejs Å løber via Omløbsåen/Mølleåen og Vejle Å ud til Vejle Fjord.

Hornstrup Bæk er jf. Vejle kommunes spildevandsplan gået fra Faunaklasse 1 i 2011 til Faunaklasse 7 i 2020.

## Hornstrup Bæk



Hornstrup Bæk ligger i oplandet til Vejle Fjord. I 2011 bevirkede en forurening af Hornstrup Bæk med spildevand, at faunaklasse blev bedømt til faunaklasse 1 (stærkt forurenet vandløb med en særdeles ringe biologisk vandløbskvalitet). Faunaklassen er i dag på 7 svarende til uforurenet vandløb med en særdeles god biologisk vandløbskvalitet. Området er i dag separatkloakeret, og det betyder, at der ikke sker udledning af regnvandsopblandet spildevand ved større regnhændelser.

**Figur 3: Fra Vejle Kommunes spildevandsplan 2020-2028.**

### Naturlig afstrømning – datagrundlag og metode til beregning

En central del af robusthedsanalysen er bestemmelsen af naturlig afstrømning. Her er det vigtigt at skelne mellem

- Karakteristisk afstrømning, baseret på statistiske datasæt fra hydrometriske målestationer
- Naturlig afstrømning som vil forekomme fra et opland, der inddrages til en byggemodning.

Den karakteristiske afstrømning er ofte baseret på værdier udjævnet over et helt døgn. Årsagen til dette er at hovedformålet med hydrometriske målestationer har været at bestemme tilstrømningen fra vandløbene til indre danske farvande og den tilhørende tilførsel af forurenende stoffer. Det er også derfor hydrometriske målestationer ofte er placeret i hovedløbet i et vandløbssystem. Hovedløbet er karakteriseret ved at have en dæmpet og langvarig afstrømning, idet der går lang tid fra regnen falder til den når målestationen og vandet kan også passere søer og vådområder på sin vej. I større oplande vil kraftig regn typisk kun falde på en del af oplandet ad gangen, mens et meget mindre opland, svarende til en byggemodning, har større risiko for at blive dækket helt af skybrud.

Naturlig afstrømning fra et mindre opland, svarende til en typisk byggemodning, er den afstrømning der er relevant i forhold til udledningstilladelser. Den er kraftig og kortvarig, sammenlignet med afstrømningen i hovedløbet på vandløbene. Det er derfor vigtigt at forsøge at beskrive den hurtige respons i vandløbet så godt som muligt, gerne med 5-10 minutters interval. Udfordringen er at finde gode måledata, idet der ikke er tradition for at opstille målestationer, der repræsenterer de meget små oplande. I de sidste par år er der dog kommet enkelte målinger, som kan anvendes og som kan betragtes som bedst mulige data på nuværende tidspunkt.

I Spildevandsvejledningens afsnit 3.2.1 vedr. hydraulisk påvirkning nævnes at:

*”Kommunalbestyrelsen sikrer, at udledninger af spildevand, herunder tag- og overfladevand til vandløb, sker på en sådan måde, at vandet kan afledes videre i vandløbet uden gener for omboende ved vandløbet eller gener for dyre- og plantelivet, dvs. at vandløbets hydrauliske kapacitet respekteres.”*

Desuden står der:

*”Hvis der ikke er udarbejdet et regulativ for vandløbet, eller regulativet ikke angiver vilkår for maksimale tilladelser, må det konkret vurderes, om vandløbets hydrauliske kapacitet giver mulighed for øget belastning, eller om der med de nuværende udledninger ikke er risiko for en øget overbelastning.”*

Målsætningen for robusthedsanalysen er at give et grundlag for konkret vurdering af vandløbets hydrauliske kapacitet og risikoen for øget overbelastning.

### Opstilling og kalibrering af hydrologisk model

Vandføringen i vandløbet modelleres ved en hydrologisk model. Modelresultaterne kalibreres op mod den målte vandføring.

Der findes mange forskellige hydrologiske modeller. Nogle er forholdsvis simple og kræver relativ få inputdata, mens andre er meget komplekse og beregningstunge. Komplekse modeller er ikke ensbetydende med gode resultater, idet de mange inputparametre som regel er ukendte og skal estimeres. Erfaringer fra tidligere modelopstillinger i oplandet til Grejs å indikerer at fx den komplekse Mike She model ikke var velegnet til at genskabe den målte afstrømning, selv efter langvarig og omkostningstung indsats fra rådgiver. Der er derfor nu valgt en fremgangsmåde, hvor der opstilles og afprøves så simpel en model som mulig og kun øge kompleksiteten, hvis det er nødvendigt.

Det er valgt at anvende en kombination af en grundvandstilstrømning og en simpel hydrologisk model, der omregner den målte regn til afstrømning.

Grundvandstilstrømningen vurderes ud fra det målte flow. Her ses på afstrømningen i tørre perioder. Grundvandstilstrømningen gives en årstidsvariation ved at hver måned tildeles en tilstrømning.

En af de mest anvendte hydrologiske modeller er RTK modellen, baseret på enhedshydrografer. Den udmærker sig ved at være forholdsvis ligefrem at opstille samtidig med, at den giver gode resultater.

Den målte nedbør anvendes som randbetingelse.

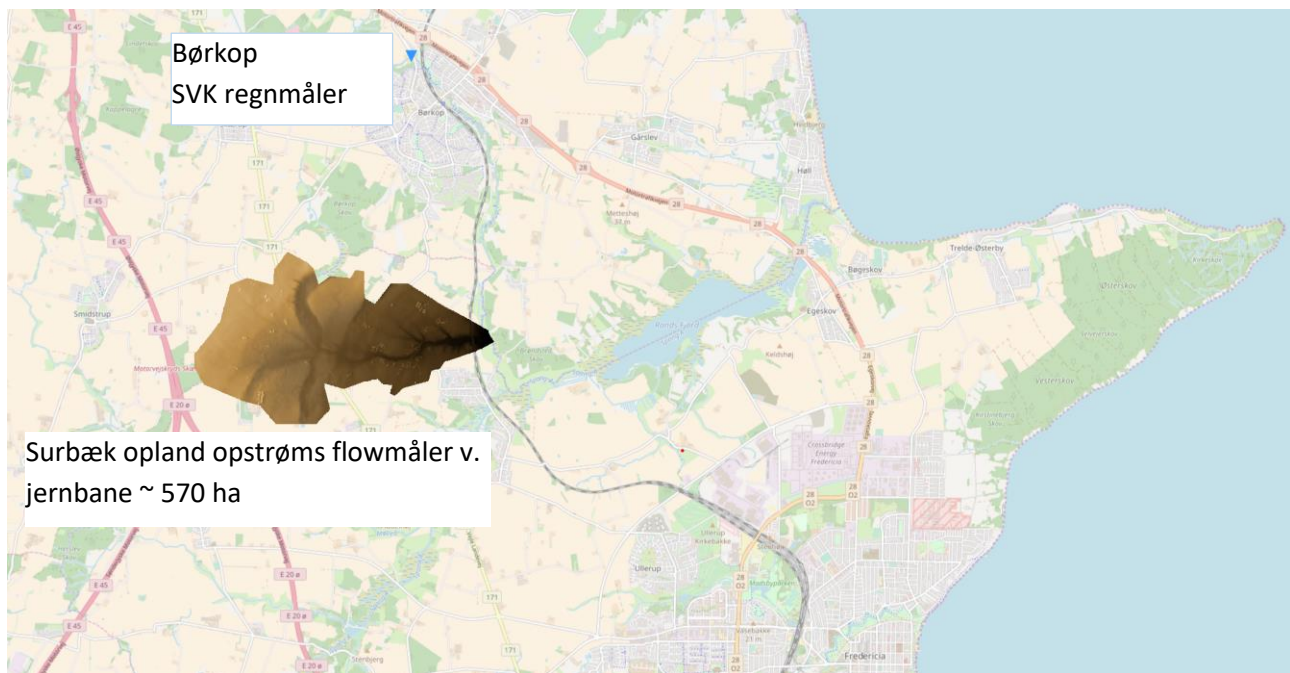
RTK-metoden er en praktisk og relativt simpel model. Den kan anvendes både i naturlige vandløbsoplande og kloakerede områder. Se bilag 2 for en beskrivelse af RTK metoden.

### Kalibrering Surbæk

For at kalibrere en hydrologisk model er det undersøgt, hvad der findes af måledata. Formålet er som nævnt at prøve at estimere afstrømningen fra et lokalplanområde, som er lille i forhold til det ofte store vandløbsopland. Det er derfor lagt vægt på at finde et så lille vandopland som muligt.

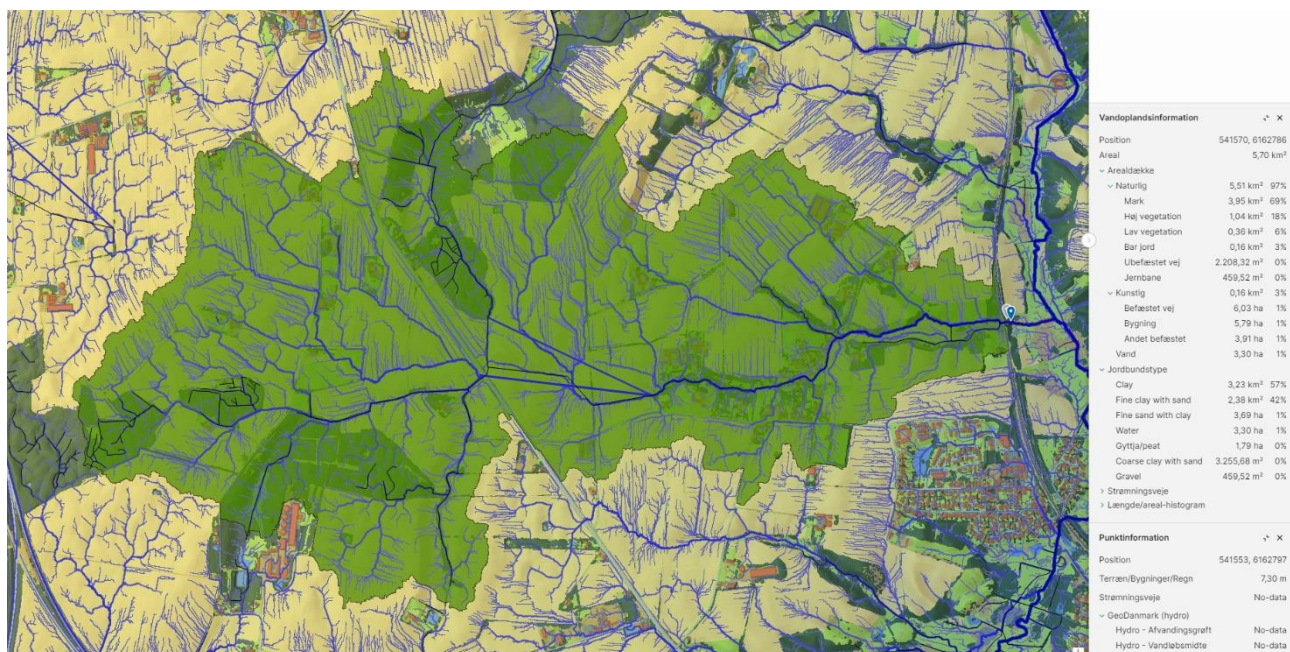
Der findes en målestation på Surbæk ved Pjedsted, hvor der er målt afstrømning på 570 ha opland siden 2022. Dette er det mindste opland i Vejle Kommune, hvor der pt. findes målinger med høj tidsopløselighed. 570 ha er noget større end de typiske kloakopland, byggemodninger og lokalplanoplande, der typisk er i størrelsesorden 5-100 ha, men dette vurderes på nuværende tidspunkt at være de bedste tilgængelige data.

Oplandet ligger som vist i nedenstående figur. For at kunne modellere oplandet anvendes målt nedbør i Børkop som randbetingelse. Her har Vejle Spildevand en regnmåler, der indgår i Spildvandskomiteens regnmålersystem. Det er vigtigt, at regnmåleren repræsenterer regnen i oplandet så godt som muligt. Som det kan ses, ligger regnmåleren udenfor oplandet, så der vil være hændelser, hvor der er faldet regn på måleren, men er gået udenom oplandet og omvendt. Der er ca. 5 km fra regnmåleren til centrum af oplandet.



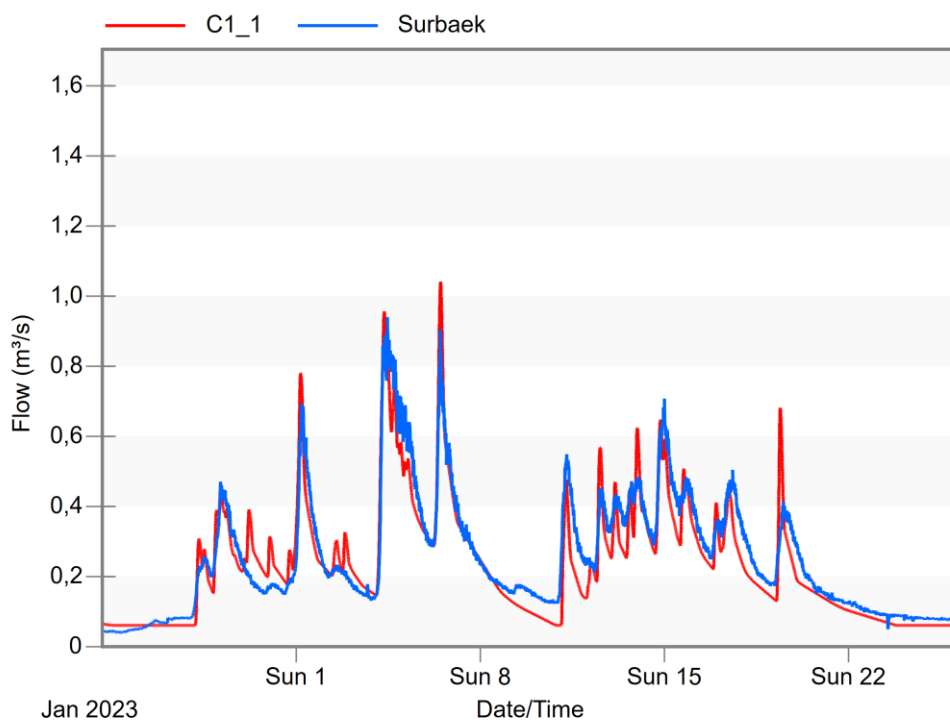
**Figur 4: Surbæk oplandet og placering af regnmåler ved Børkop**

En analyse af arealanvendelsen i oplandet viser at der er 98% naturlig opland (inkl. 1% vandoverflade), samt 2% befæstet i form af veje og bygninger.

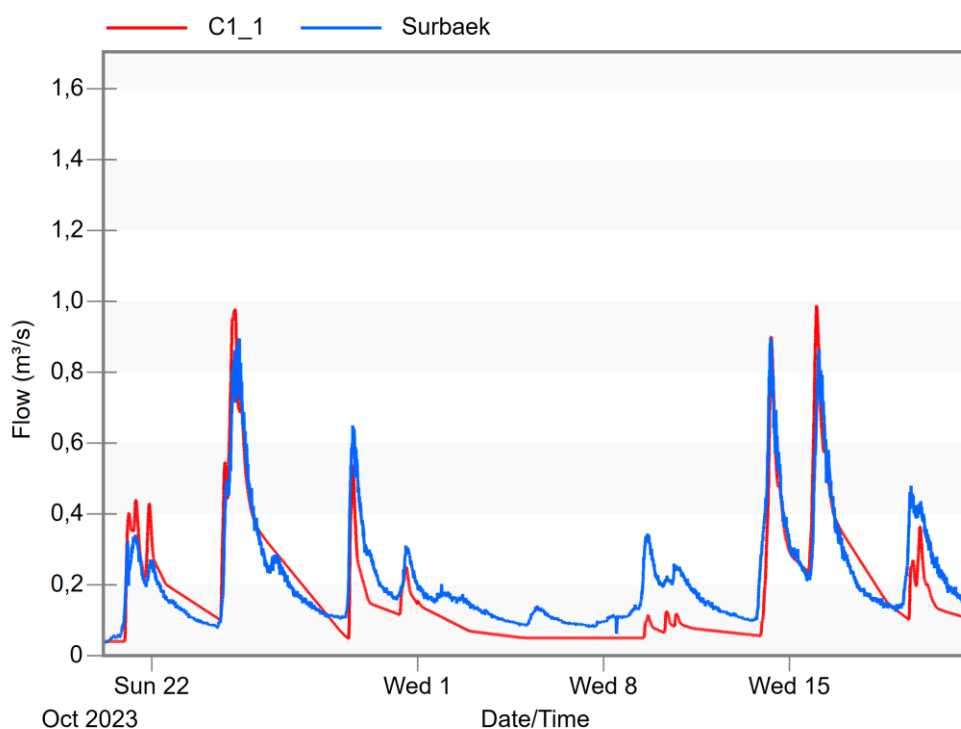


**Figur 5: Oplandet til målestationen i Surbæk med angivelse af arealanvendelse. [Scalgo]**

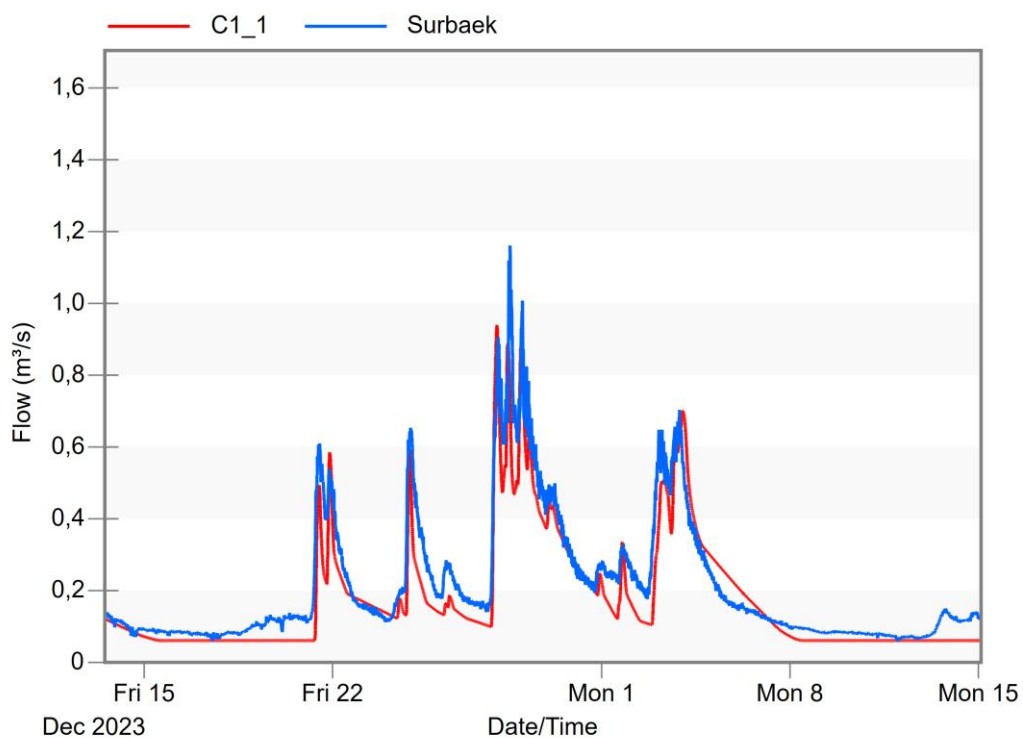
Kalibreringen viser at der er god sammenhæng mellem målt og beregnet vandføring.



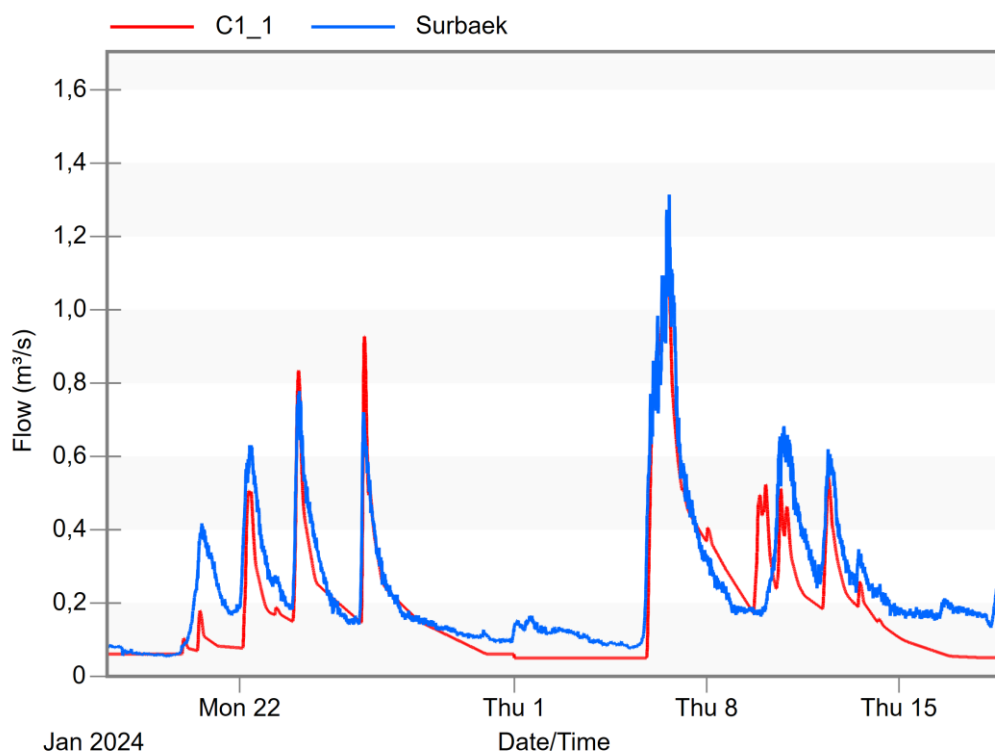
**Figur 6a: Målt (blå) og beregnet (rød) vandføring i målestationen i Surbæk.**



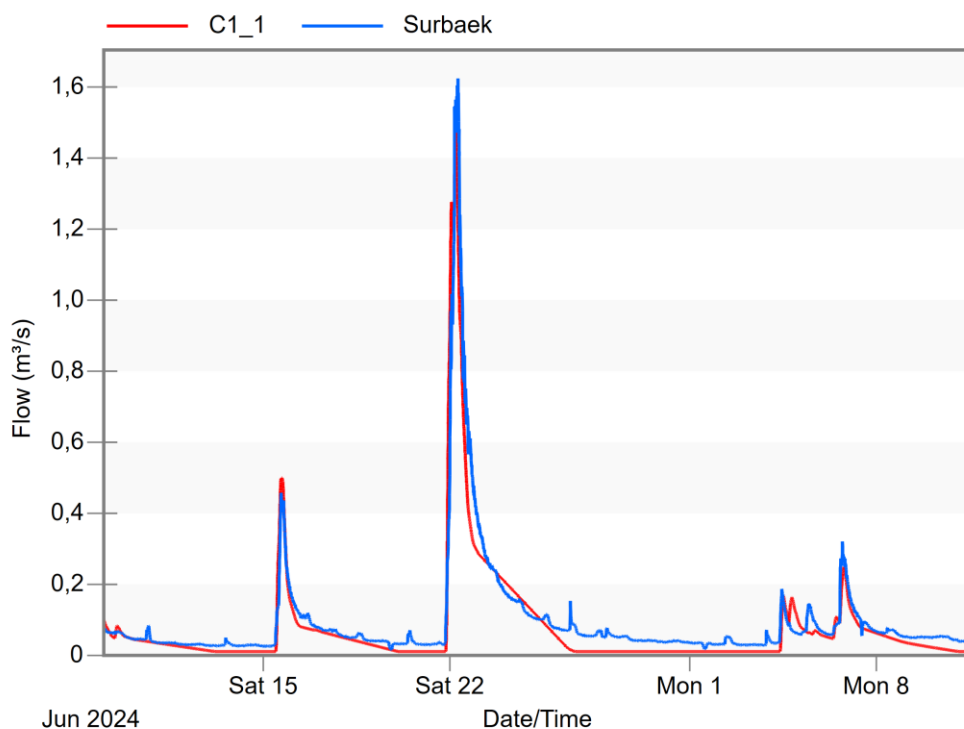
**Figur 6b: Målt (blå) og beregnet (rød) vandføring i målestationen i Surbæk.**



**Figur 6c: Målt (blå) og beregnet (rød) vandføring i målestationen i Surbæk.**



**Figur 6d: Målt (blå) og beregnet (rød) vandføring i målestationen i Surbæk.**



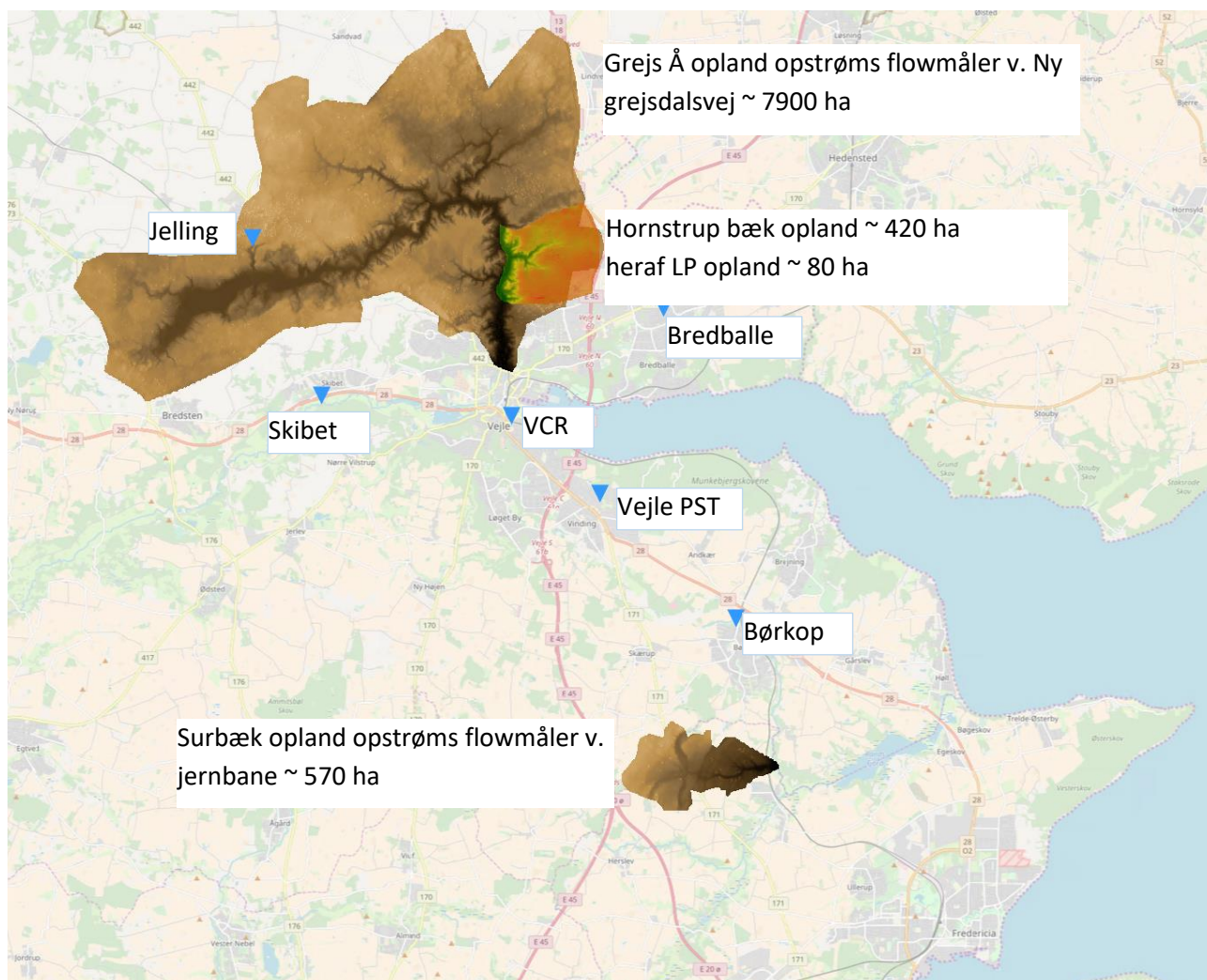
**Figur 6e: Målt (blå) og beregnet (rød) vandføring i målestationen i Surbæk.**

Som det fremgår af overstående figurer, er der god sammenhæng mellem målte og beregnede vandføringer.

Det er i det efterfølgende undersøgt om den opstillede hydrologiske model kan overføres til Hornstrup Bæk/Grejs Å oplandet.

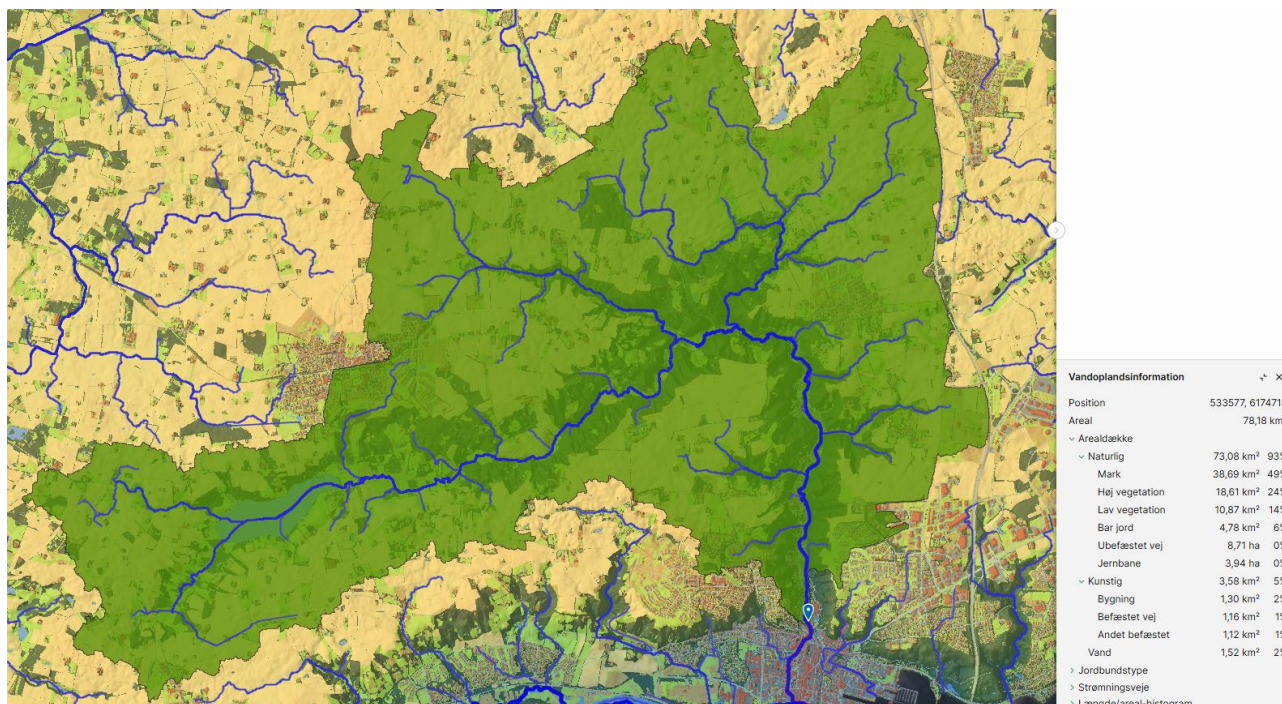
#### Kalibrering Ny Grejsdalsvej

Efter kalibrering af modellen i Surbæk er det undersøgt om modellen kan overføres til oplandet hvor lokalplanområde Grundet Skovby ligger. For at verificere modellen bedst mulig anvendes målinger fra målestationen ved Ny Grejsdalsvej. Her er oplandet noget større, dvs. 7900 ha, men der findes en vandføringsmåler der måler afstrømningen med høj tidsopløselighed. Måleren blev opstillet af Vejle Kommune i april 2024.



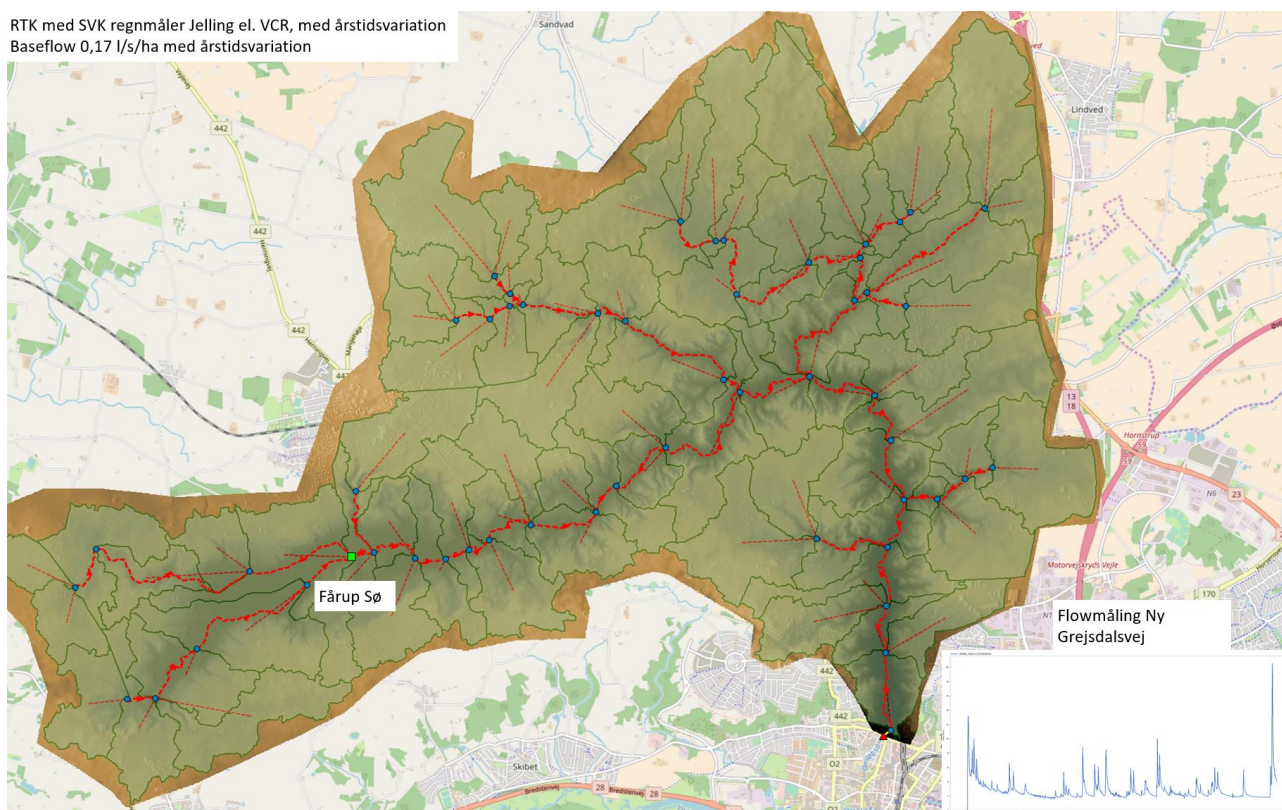
**Figur 7: Opland til Ny Grejsdalsvej i forhold til opland Hornstrup Bæk og opland Surbæk, samt placering af regnmålere.**

Oplandet til Ny Grejsdalsvej er 95 % naturligt opland inkl. vandoverflader, 5% består af befæstede flader.



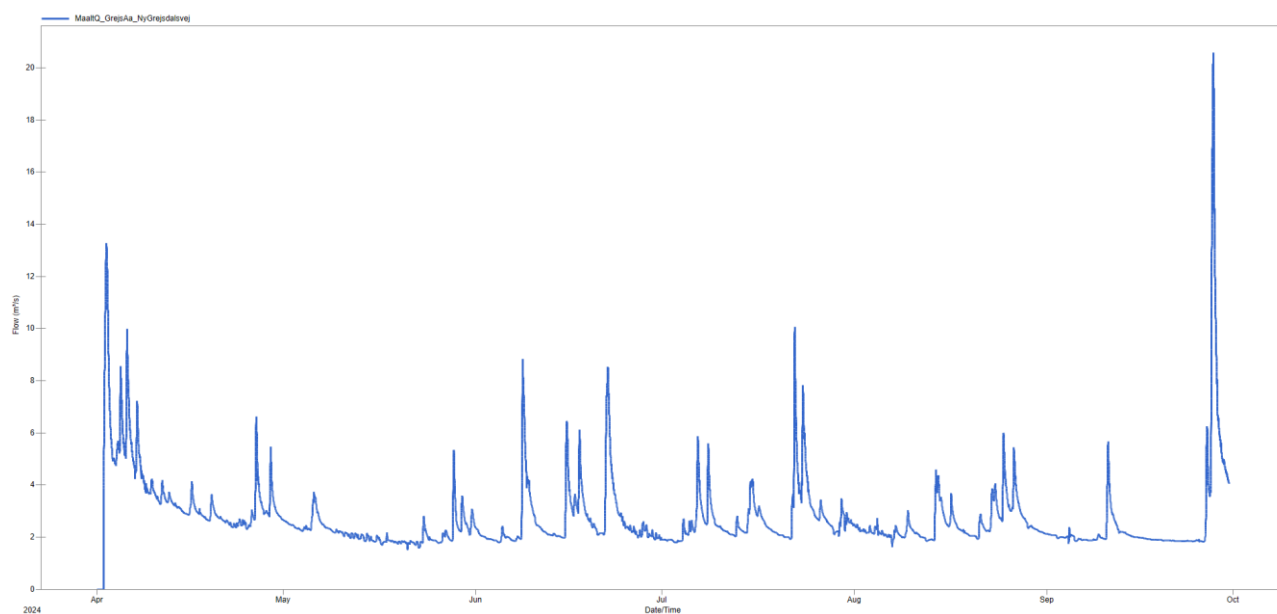
Figur 8: Arealanvendelse i oplandet til Ny Grejsdalsvej. [Scalgo]

Højdemodellen er anvendt til at opdele det 7900 ha store opland i mindre deloplande. Grejs Å inkl. Fårup sø og sidetilløb er lagt ind på en meget simpel måde, så vandet har mulighed for at løbe ned til målestationen ved Ny Grejsdalsvej.



Figur 9: Simple model for undersøgelse af hydrologisk model i oplandet opstrøms flowmåler ved Ny Grejsdalsvej.

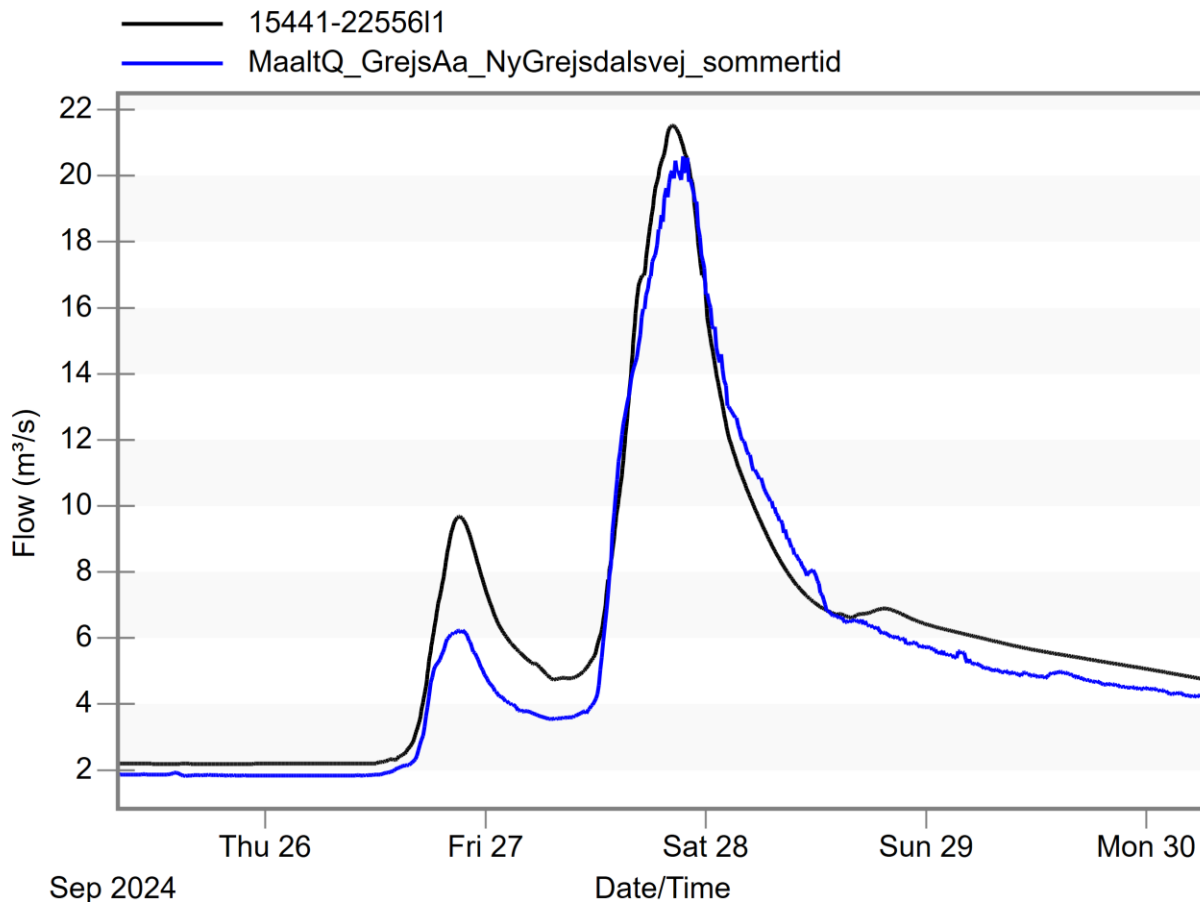
Der findes måling af vandføring siden ca. 1. april 2024.



**Figur 10: Målt vandføring ved Ny Grejsdalsvej.**

Hændelsen d. 27. september 2024 er inkluderet i målingerne.

Kalibreringen er gennemført ad to omgange. Først med regnmåling fra SVK regnmåleren i Jelling og herefter med regnmåling fra VCR. I det nedenstående vises resultaterne med nedbør fra VCR måleren.



**Figur 11: Målt flow Ny Grejsdalsvej (blå) sammenholdt med modelleret med VCR regn (blå).**

Der kan ses god sammenhæng ved hændelsen d. 27. september, hvor der er målt ca. 20 m<sup>3</sup>/s ved Ny Grejsdalsvej. Det samme gør sig gældende 2. april, hvor vandføringen kommer op på 13 m<sup>3</sup>/s.

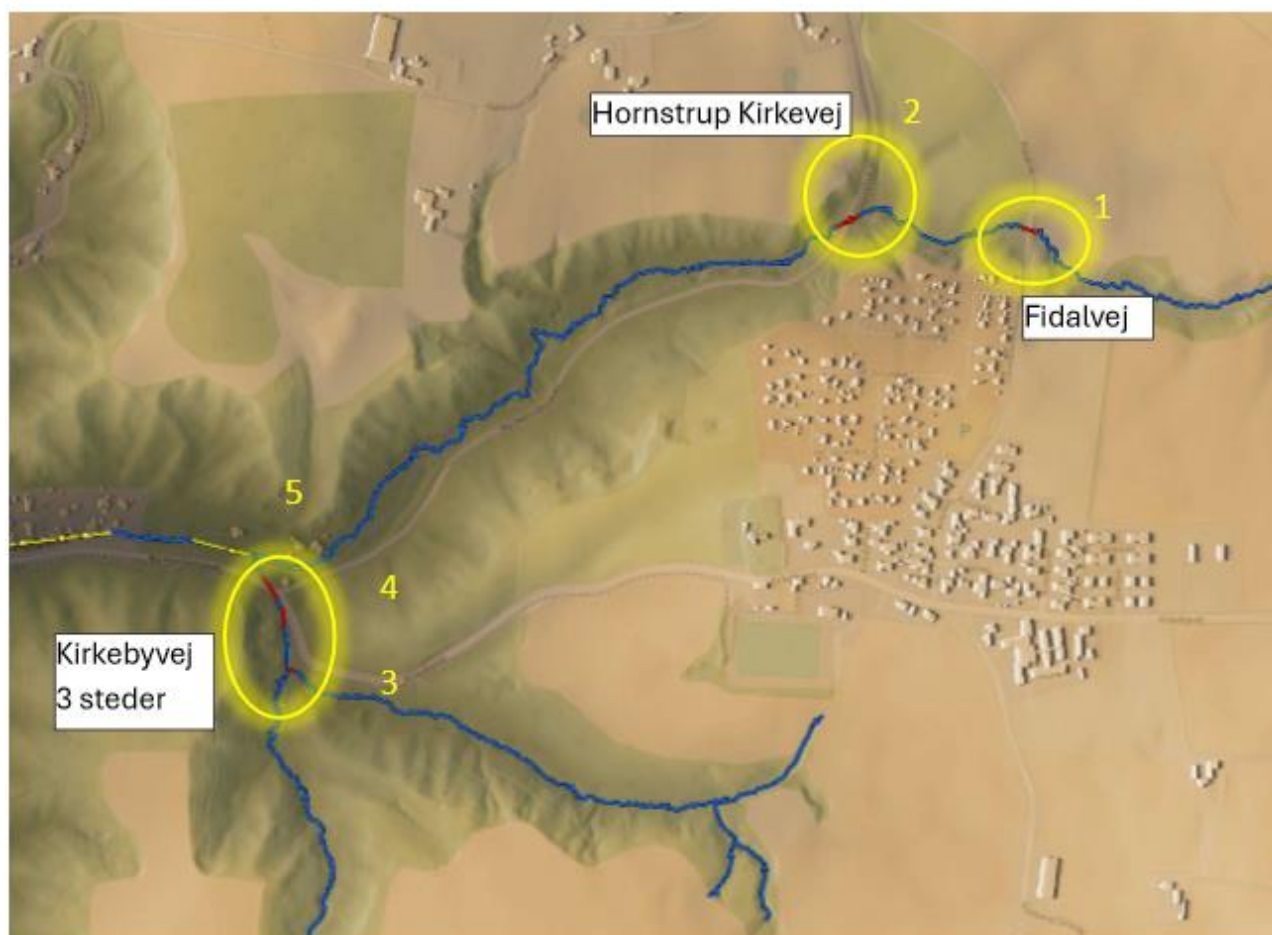
#### Vurdering af hydrologisk model

Med udgangspunkt i kalibrering af den hydrologiske model i de to oplande, Surbæk og Ny Grejsdalsvej er det vurderet, at den hydrologiske model kan lægges til grund for en robusthedsanalyse i Hornstrup bæk.

#### Vandløbsmodel Hornstrup Bæk

Der findes ikke detaljerede tværsnitsopmålinger af Hornstrup bæk eller sidetilløbene hertil. Derfor tages der udgangspunkt i højdemodellen, som herefter korrigeres med en formodet udformning af vandløbet under vandoverfladen.

Underføringer i oplandet er opmålt i efteråret 2024 af Vejle Spildevand.



**Figur 12: Underføringer opmålt i efteråret 2024.**

Den nye vandløbsmodel er lagt ind i den eksisterende hydrauliske model for Vejle. De rørlagte strækninger ved Vandværksvej / Ny Hornstrupvej som vist i ovenstående figur er opmålt i efteråret 2024 og indgår i modellen.

Der er valgt et Manningtal = 20 for de naturlige vandløb, dog  $M=50$  for rørunderføringer og rørlagte strækninger.

I det efterfølgende anvendes vandløbsmodellen i tre forskellige scenarier.

- Reference
- Status
- Plan

Referencesituationen tager udgangspunkt i vandløbets nuværende udformning, hvor det samlede opstrøms areal er lagt ind som naturligt opland.

I status kobles de kloakerede oplande på vandløbsmodellen. Det befæstede areal, der er koblet til afløbssystemet, trækkes fra det naturlige opland. Ved at sammenligne reference og status kan det vurderes, hvor stor en påvirkning de kloakerede oplande har på vandføring, vandstand og hastighed i vandløbet.

Den samlede befæstelsesgrad for hele oplandet går dermed fra knap 2% til næsten 20%, når området er fuldt udbygget.

I plan regnes med nedenstående udviklingsområder

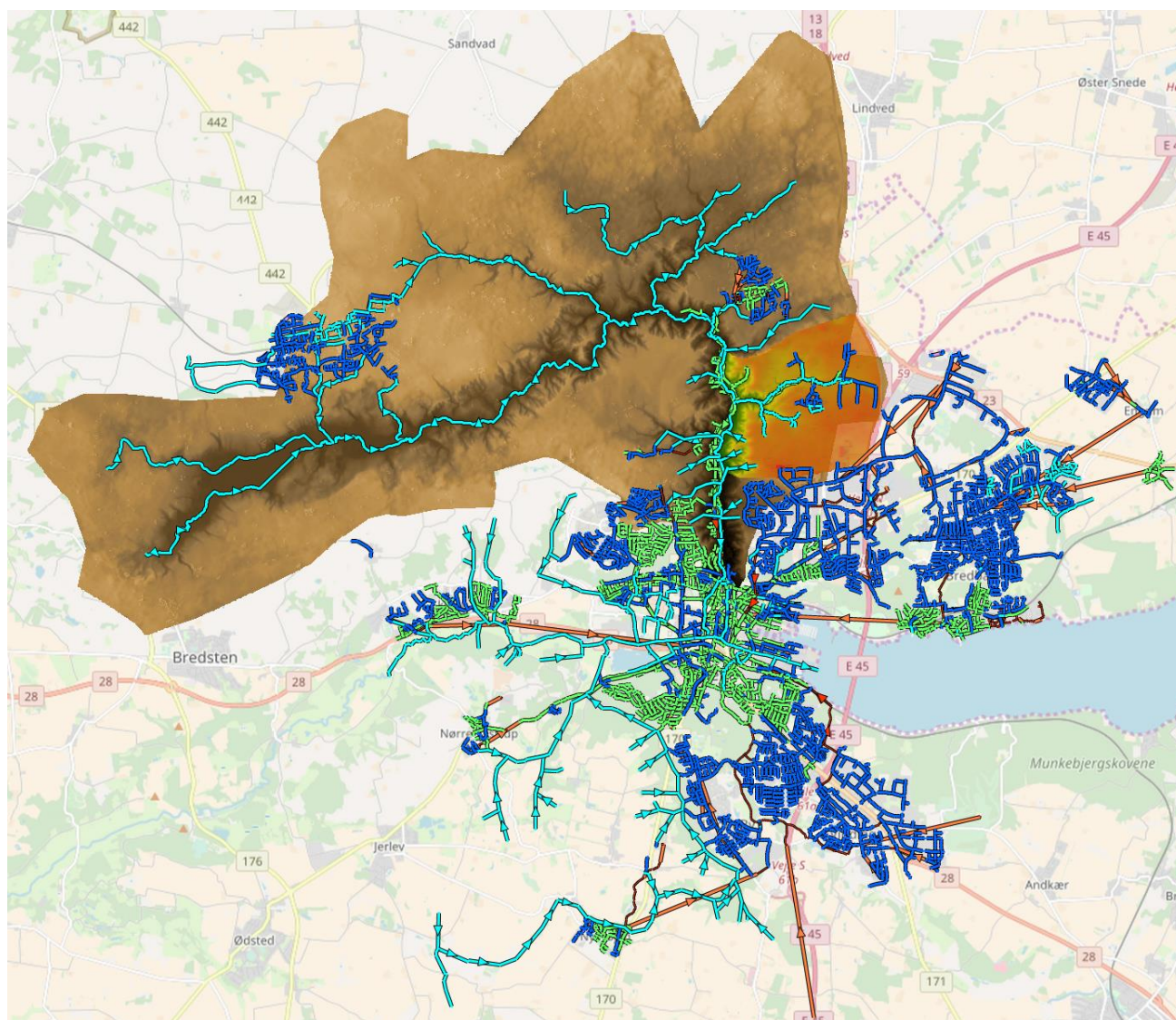
- Fuld udbygning i erhvervsområde ved Gammelmarksvej ved Viborgvej.
- Udvidelse af Hornstrup Kursuscenter, lokalplan 1413
- Grundet Skovby, forslag til lokalplan 1282

Ved at anvende målt regn fra VCR kan der fås godt 40 års observationsperiode for vandføring og vandstand i vandløbet. Derved kan modellen anvendes til at vurdere gentagelsesperioden for både en 5 års og 10 års hændelse, idet observationsperioden helst skal være mindst 3-4 gange længere end den gentagelsesperiode der undersøges.

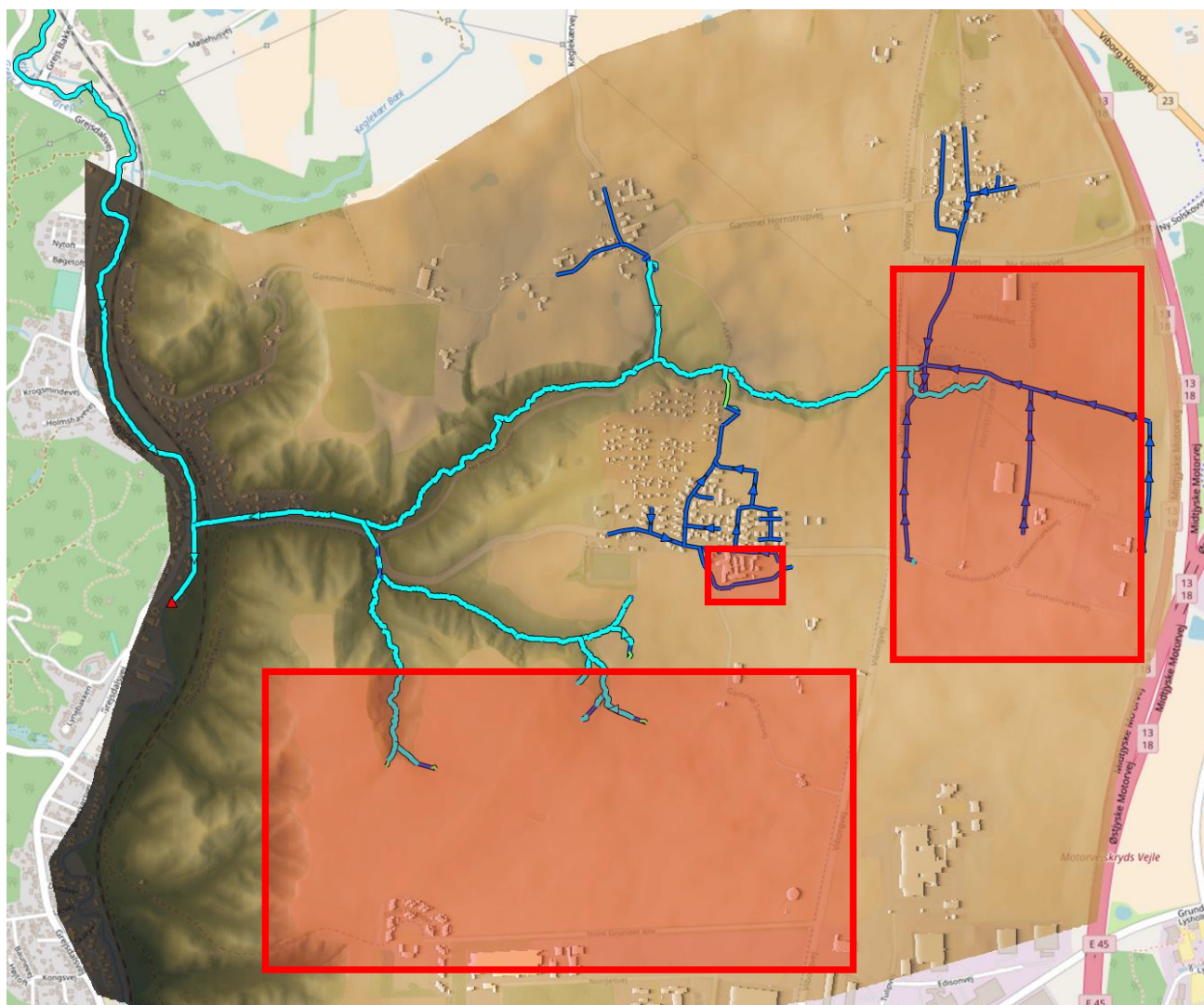
For hvert af de opstillede scenarier beregnes først samtlige hændelser målt på regnmåleren på VCR fra januar 1979 til september 2023.

Ved at sammenligne scenarierne kan de nuværende og fremtidige forhold vurderes og holdes op mod referencesituationen.

Modellen for Hornstrup er opstillet med udgangspunkt i den samlede Vejle model, som er vist i nedenstående figur.

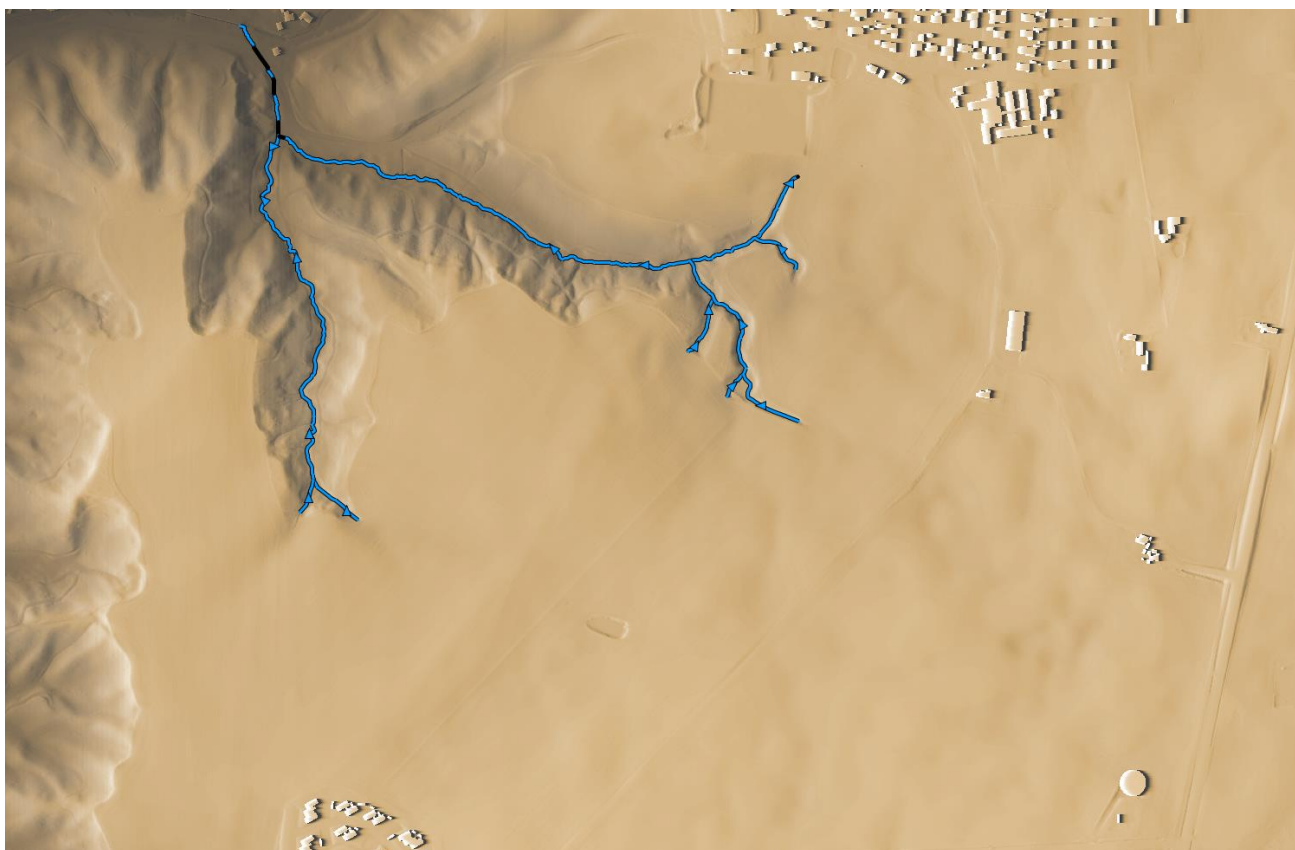


**Figur 13: Vejle modellen, der omfatter Jelling, Nr. Vilstrup, Skibet, Ny Højen, Bredballe samt Grejs Å, Højen Å, Mølholm Bæk og Vejle Å nedstrøms Haraldskær.**



**Figur 14: Model for Hornstrup Bæk, med angivelse af planlagte udbygninger.**

I første omgang fokuseres der på Grundet Skovby. For at afprøve forskellige bassinstørrelser er Hornstrup modellen derfor yderligere skåret til så, så den dækker området frem til sammenløbet med Hornstrup Bæk.



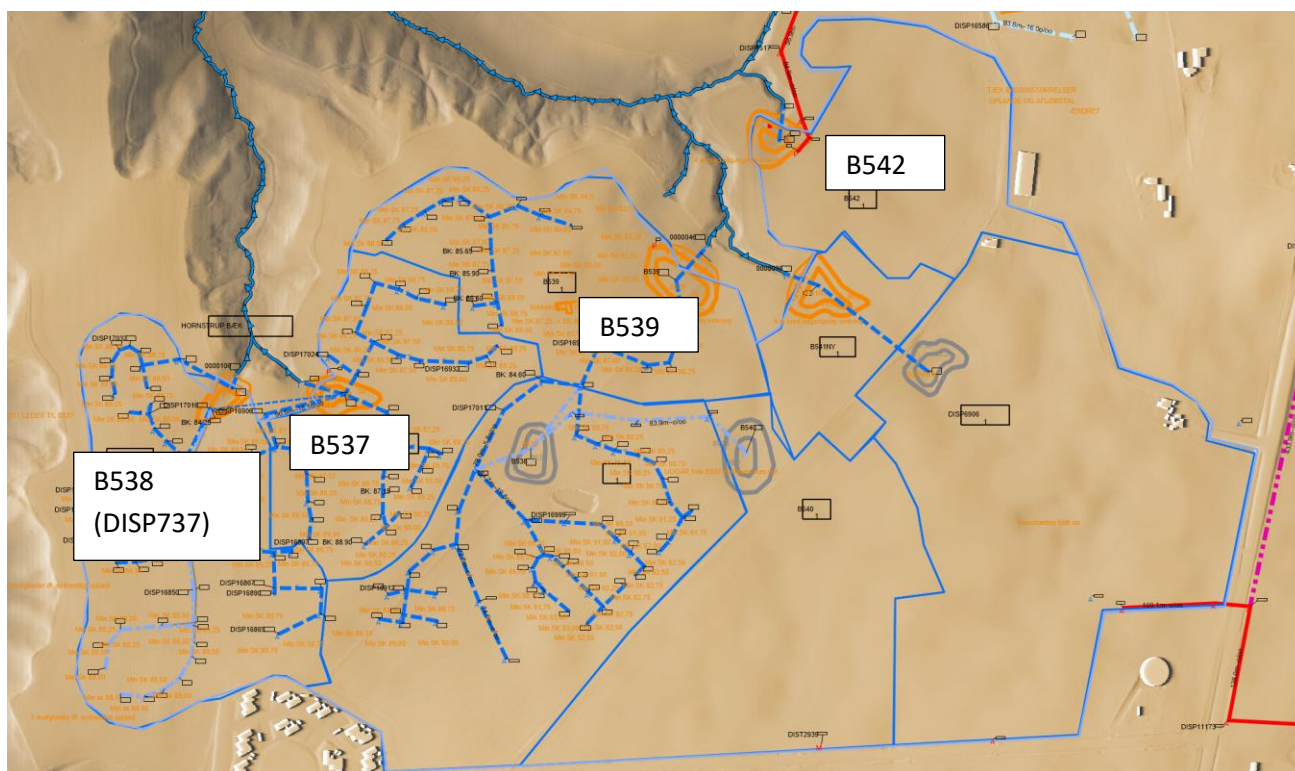
**Figur 15: Model for sidetilløb til Hornstrup Bæk, med udgangspunkt i Grundet Skovby.**

Det er særdeles praktisk at begrænse modellen til et så lille område som muligt, når der køres mange iterationer. Derfor er modellen skåret til, så nedstrøms randbetingelse er ved udløbet til Grejs Å. De planlagte bassiner for Grundet Skovby kan herefter uden videre lægges ind i modellen for Hornstrup bæk, som igen kan lægges ind i den fulde model for Vejle.

Der er placeret 4 bassiner. Modellen er anvendt til at dimensionere bassinerne.

[Dimensionering af bassiner for 5 års hændelser med variabelt afløb](#)

I nedenstående vises resultater for 5 års hændelser i vandløbet.

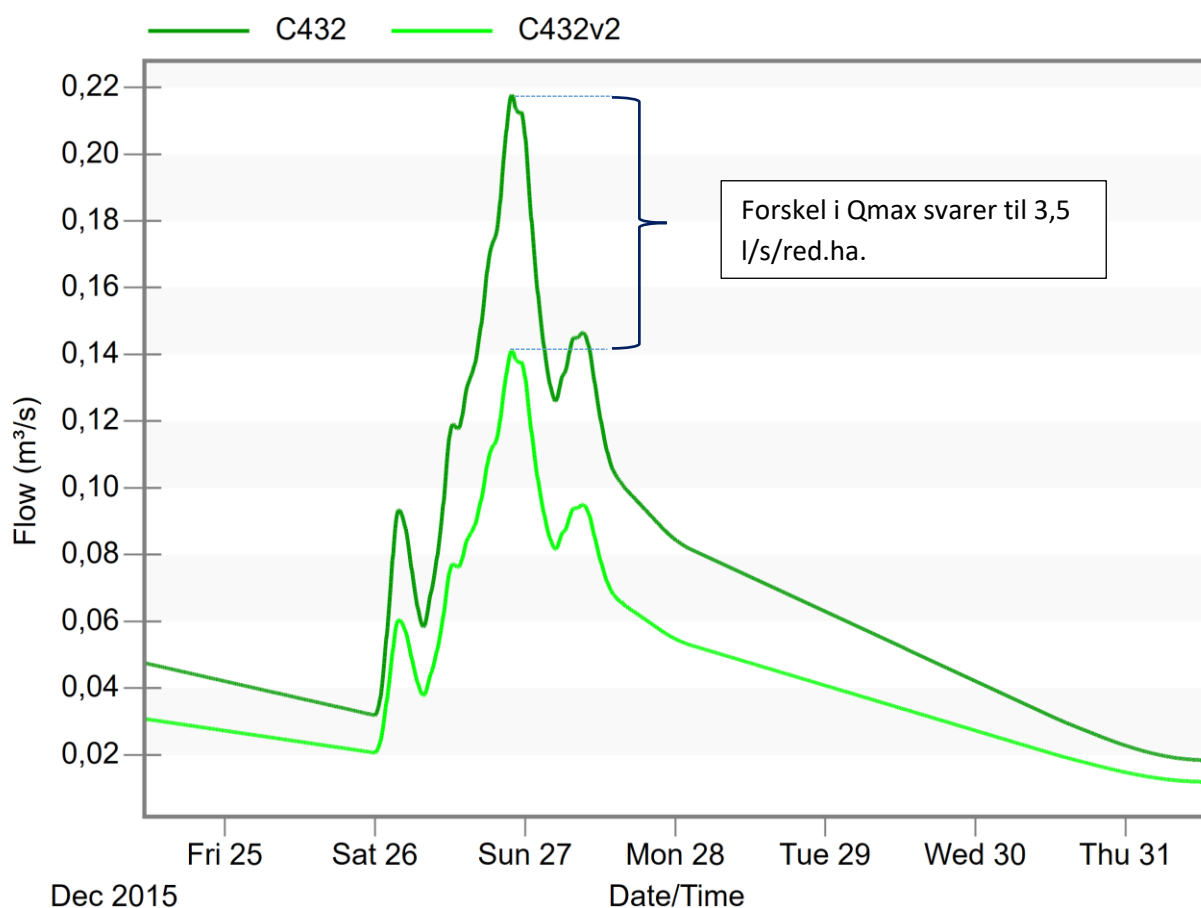
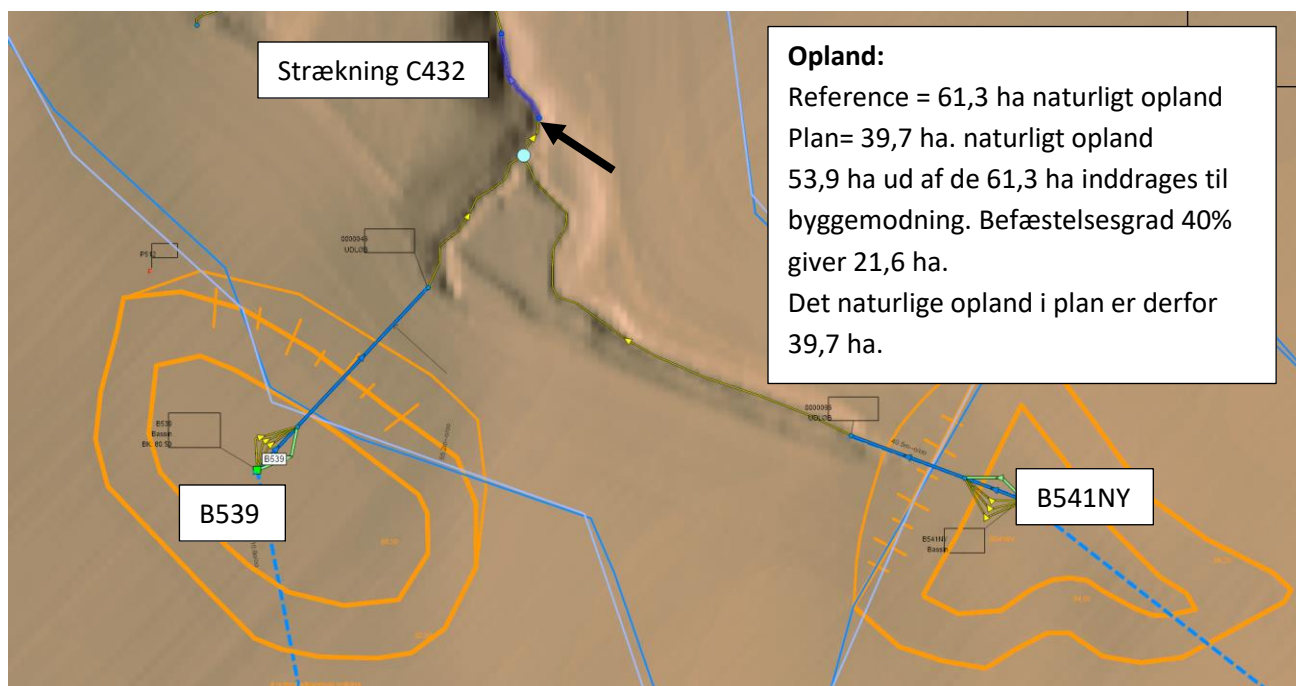


**Figur 16: Bassinplaceringer i Grundet Skovby.**

Der er opstillet modeller for to scenarier. Reference er i dette tilfælde det samme som status, idet der ikke er kloakopland i området i status.

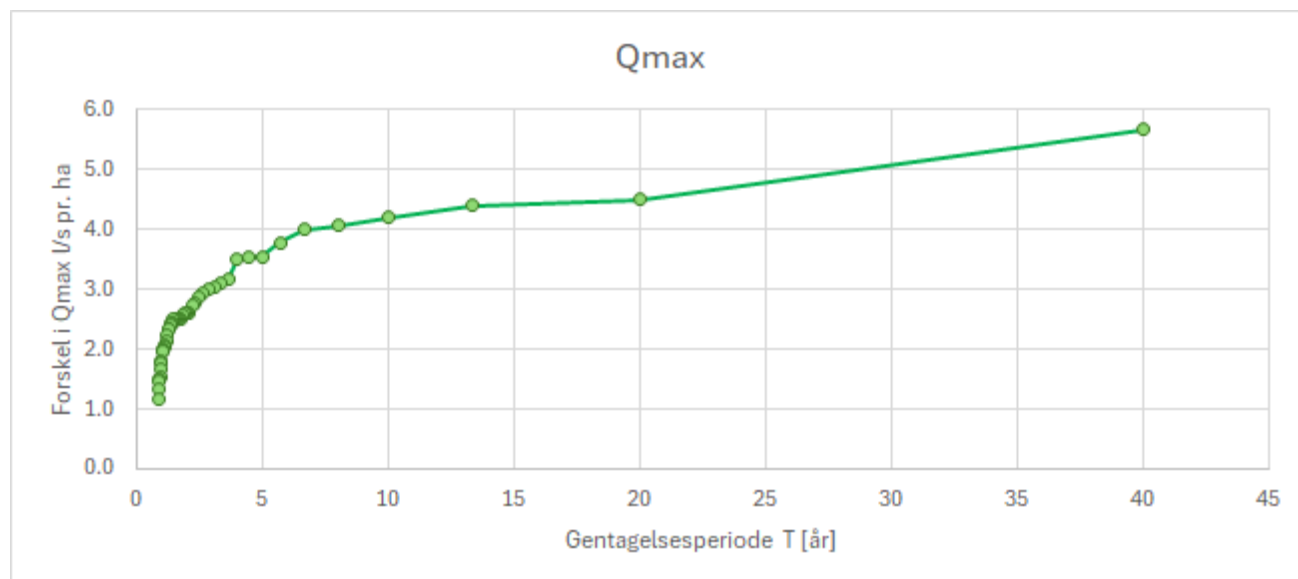
- Reference (samme som status)
- Variabelt afløb 0,5 - 3,5 l/s/red. ha. afløb fra bassiner, overløb hvert 5. år.

Det variable afløb er bestemt ved først at sammenligne den naturlige afstrømning i reference og i plan. Den naturlige afstrømning bliver i plan reduceret, svarende til det areal der inddrages som befæstet areal i byggemodning. Forskellen på den naturlige afstrømning i de to scenarier er således det afløb som afløbet fra bassinet sigter efter at udfylde, for at efterligne den naturlige afstrømning bedst muligt. Som eksempel kan vandføringen i vandløbet beregnes for en dimensionsgivende hændelse.



Figur 17: Forskel i naturlig afstrømning i reference (mørkegrøn) og "plan" (lysegrøn) for at estimere mulig afstrømning fra planlagt bassin B.539 og B451NY. "Plan" i anførselstegn idet der ikke er bassiner eller afløb fra befæstet areal i denne beregning, det er alene beregning for at estimere reduktionen i naturlig afstrømning, som kan være mål for afløb fra bassinerne.

Her bliver den naturlige afstrømning reduceret fra knap 220 l/s til ca. 140 l/s som følge af at 22 ha ud af de 61 ha opland bliver byggemodnet reducerede ha. Fordeles forskellen i maksimal afstrømning (knap 80 l/s) ud på 22 reducerede ha. så fås et maksimalt afløb på ca. 3,5 l/s/red.ha. Dette er forskellen ved maksimal afstrømning, undervejs i hændelsen er forskellen mindre.



**Figur 18: Maksimale afstrømninger ved naturlig afstrømning som funktion af gentagelsesperioden**

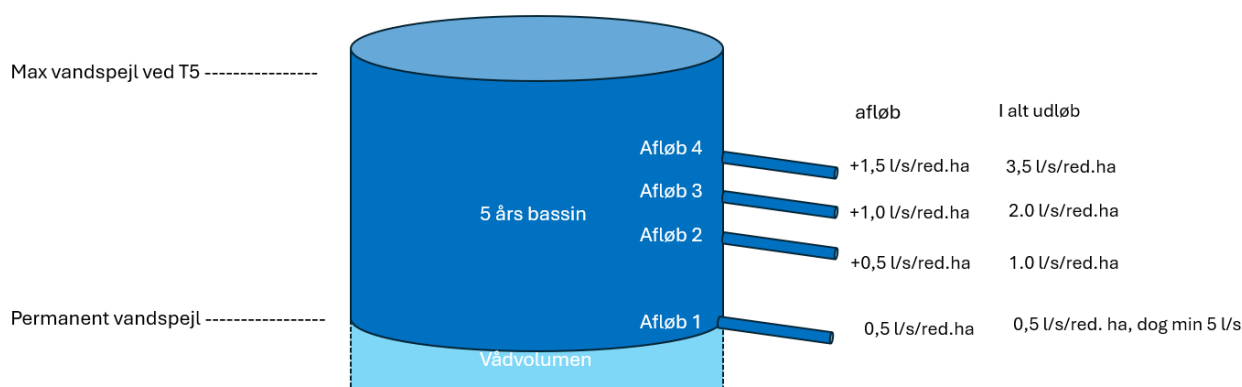
Et forslag til variabelt afløb er vist i nedenstående hændelse. Her er indlagt et volumen, svarende til hvert 5. år og det variable afløb er som funktion af dybden af over permanent vandspejl.

Afløb 1: 0,5 l/s/red.ha.

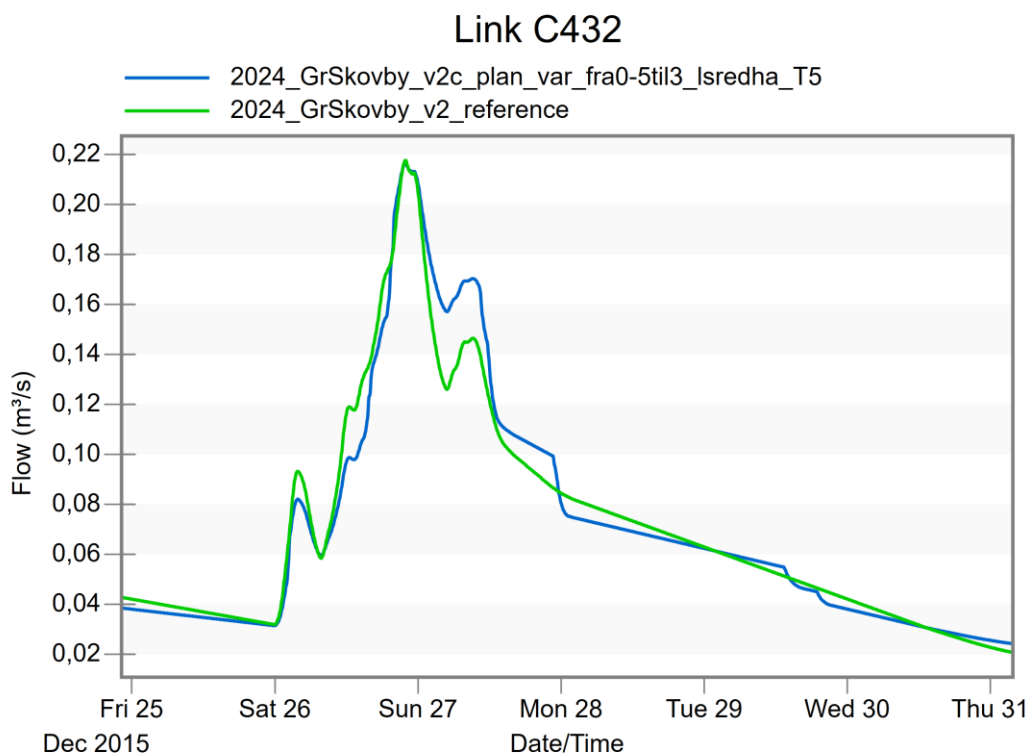
Afløb 2: 1 l/s/red.ha.

Afløb 3: 2 l/s/red.ha.

Afløb 4: 3,5 l/s/red.ha.



**Figur 19: Principskitse af bassin med variabelt afløb.**



**Figur 20: Afstrømning i vandløbet lige nedstrøms planlagte bassiner B539 og B541NY, i reference (grøn) og med variabelt afløb (blå). Hændelsen svarer til en 5 års hændelse.**

Der ses at den maksimale vandføring er meget tæt på hinanden i de to scenarier. Dette er forventet, idet 3,5 l/s/red.ha. som nævnt er valgt ud fra analyse af netop en 5 års hændelse.

I forhold til udformningen af bassinerne, så er terrænet skrånende ned mod vandløbsspidserne. Dette sætter begrænsninger for hvor store bassinerne på rimelig vis kan blive. Derudover er det et krav fra Vejle Kommune til udvikler at afstrømningen fra området ved en 100 års hændelse skal være sammenlignelig før og efter at byggemodningen er gennemført. Ud fra overstående forhold i terrænet og krav om 100 års afstrømning er det valgt at gøre bassinerne så store som muligt allerede ved dimensionering af 5 års bassin. Herefter vurderes, hvor stor en andel af bassinet vil være nødvendig for at undgå overløb oftere end hvert 5. år. Dette volumen er det volumen som Vejle Spildevand skulle anvende, hvis byggemodningen var en "traditionel" byggemodning. Her ville Vejle Spildevand normalt vurdere bassinernes udformning og hvis muligt, optimere deres udformning i forhold til anlægsøkonomi.

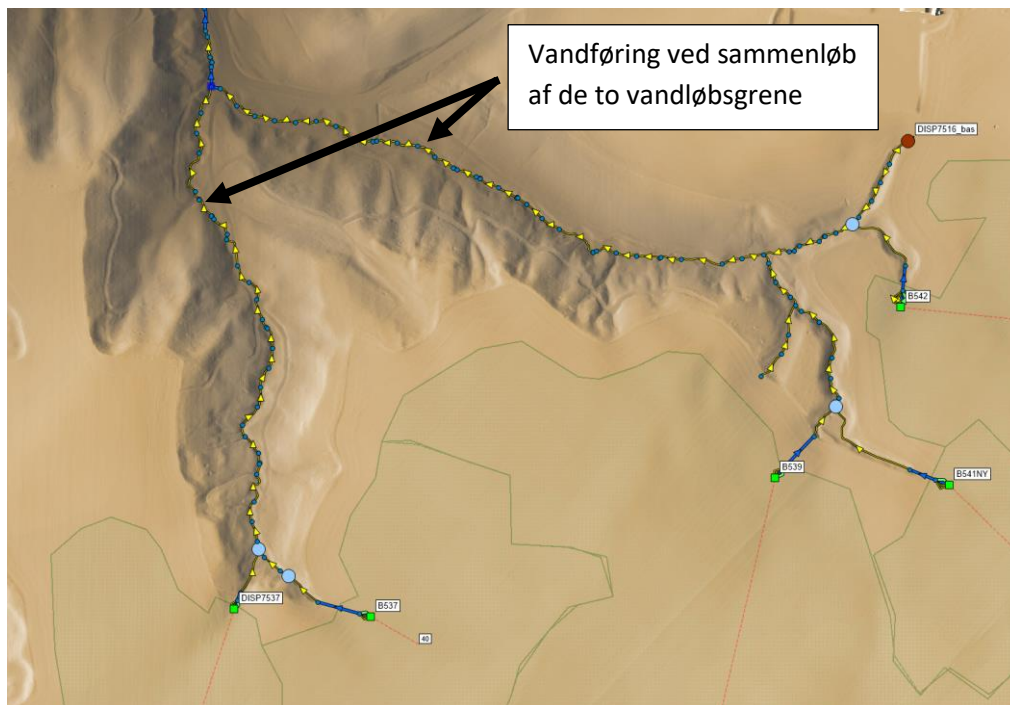
De nødvendige bassinstørrelser for 5 års bassiner med den valgte variable afstrømning kan ses i nedenstående tabel.

| Variable afstrømning 0,5 – 3,5 l/s/red. Ha.<br>(minimum 5 l/s) |                                                      |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Bassin                                                         | T5 års bassin<br>effektivt volumen [m <sup>3</sup> ] |
| B538                                                           | 1.696                                                |
| B537                                                           | 3.593                                                |
| B539                                                           | 4.215                                                |

|      |       |
|------|-------|
| B542 | 1.467 |
|------|-------|

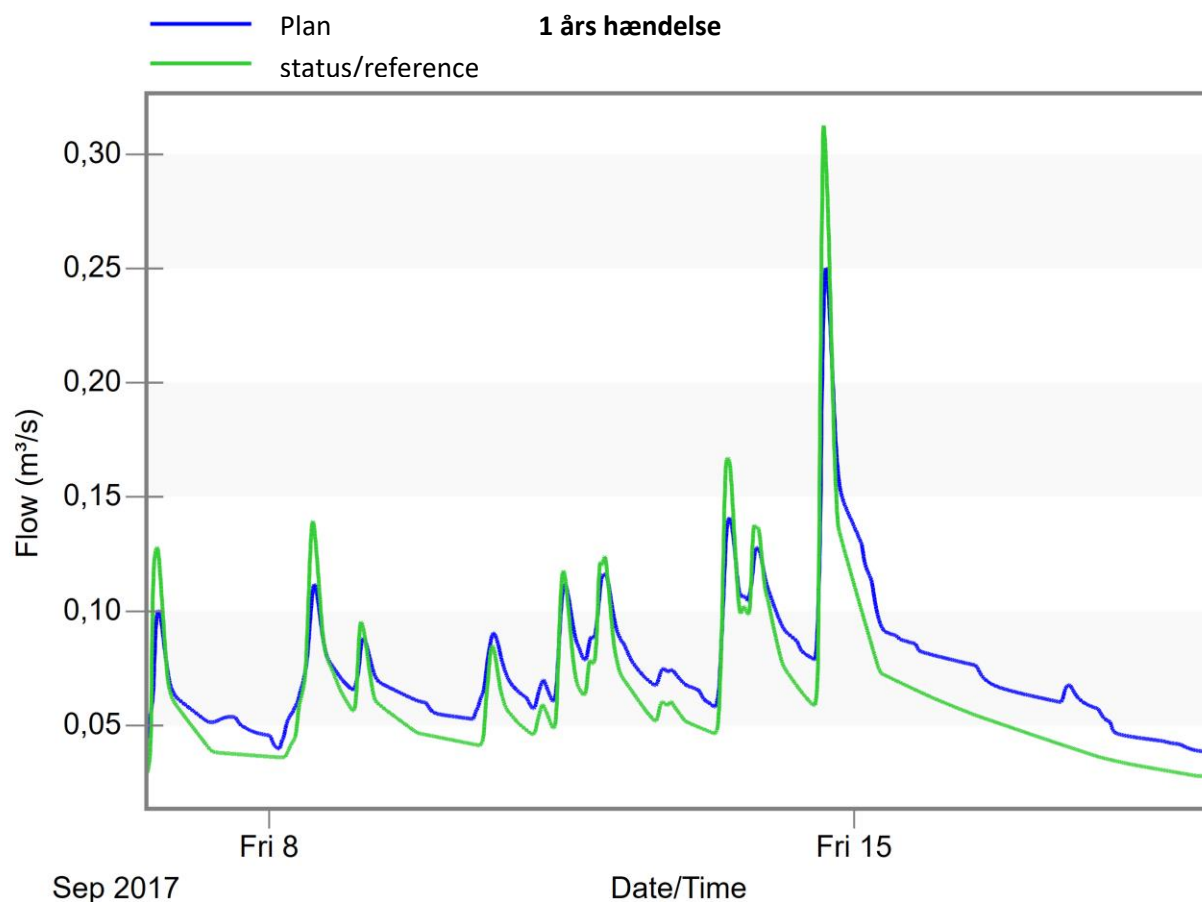
**Tabel 3: Bassinstørrelser ved variabelt afløb**

Den hydrauliske påvirkning af vandløbet vurderes ved at se på den samlede vandføring i den østlige og vestlige gren af vandløbet.



**Figur 21: De to vandløbsgrene umiddelbart nedstrøms byggemodningen.**

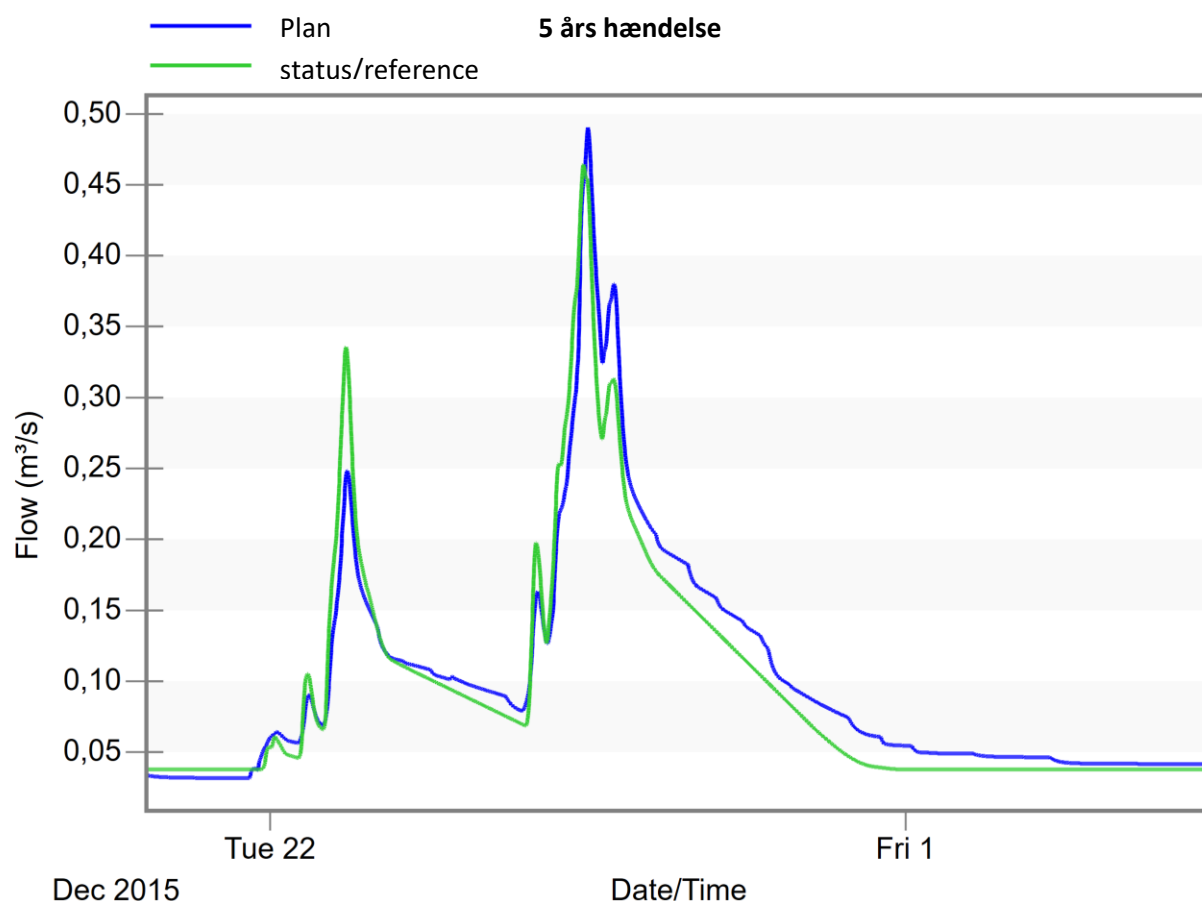
Ved 1 års hændelsen ser vandføringen ud som vist i nedenstående figur.



**Figur 22: Sammenlagt vandføring i de to vandløbsgrene umiddelbart nedstrøms byggemodningen ved en 1 års hændelse. Status/reference (grøn) og plan (blå).**

Som det kan ses af overstående figur, så fås en fornuftig sammenhæng mellem vandføringen i status og plan.

Ved 5 års hændelse ser vandføringen ud som vist på nedenstående figur.



**Figur 23: Sammenlagt vandføring i de to vandløbsgrene umiddelbart nedstrøms byggemodningen ved en 5 års hændelse. Status/reference (grøn) og plan (blå).**

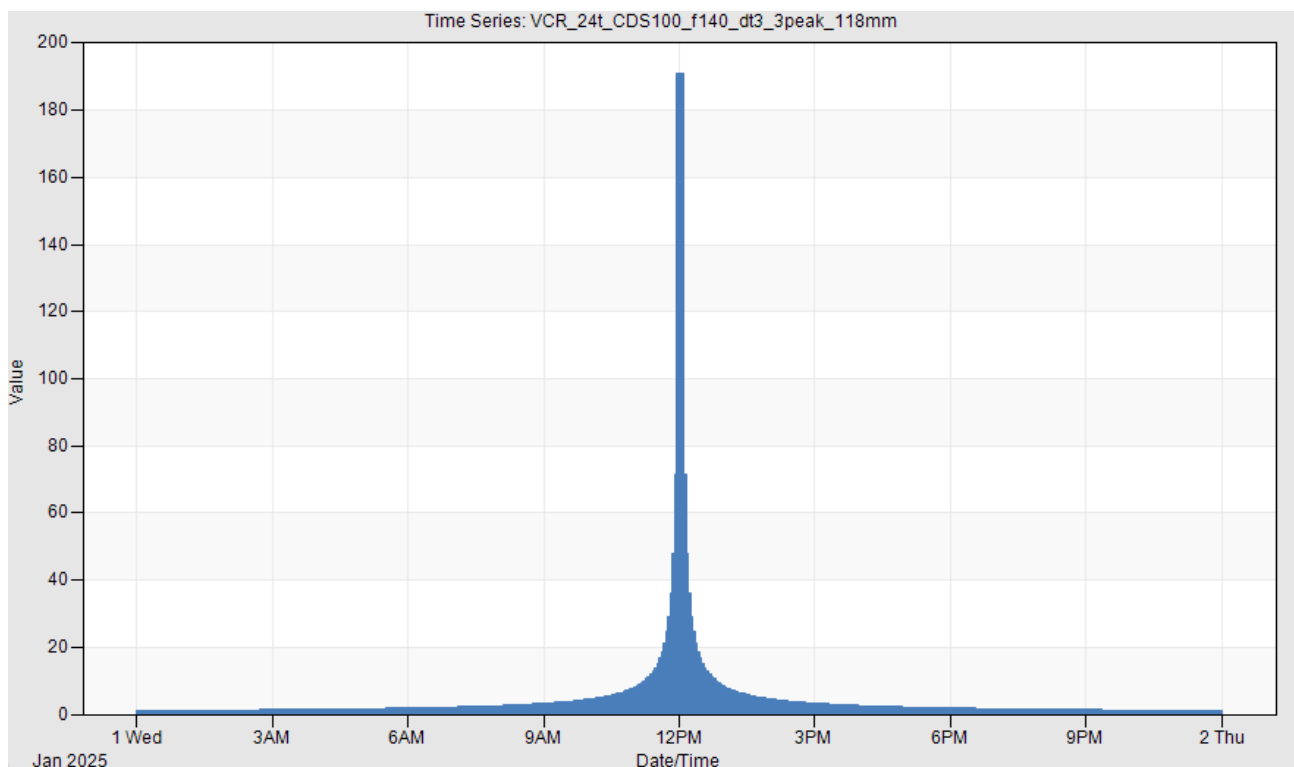
Som det kan ses af overstående figur, så fås en fornuftig sammenhæng mellem vandføringen i status og plan.

#### Afstrømning ved 100 års hændelse

Når området udsættes for en regnhændelse større end en 5 års hændelse vil bassinerne alt andet lige gå i overløb. I Grundet Skovby er der et krav om at 100 års hændelsen ikke skal medføre større afstrømning i plan i forhold til status.

Vejle kommune har valgt nedenstående som en 100 års hændelse.

Hændelsen er valgt med varighed på 24 timer, tidsskridt på 5 minutter, hvor peak værdien er 3 tidsskridt. Der er valgt en sikkerhedsfaktor 1,4 for at tage højde for klimaforandringer. Regnens dybde bliver derfor 118 mm i alt.



**Figur 24: Den valgte 100 års regn med varighed 25 timer og dybde på 118 mm.**

Ved 100 års hændelsen vil der være overløb fra bassinerne, hvis ikke der foretages tiltag til at forhindre dette. I disse hændelser kan der derfor forventes en større tilstrømning til vandløbet end i reference situationen.

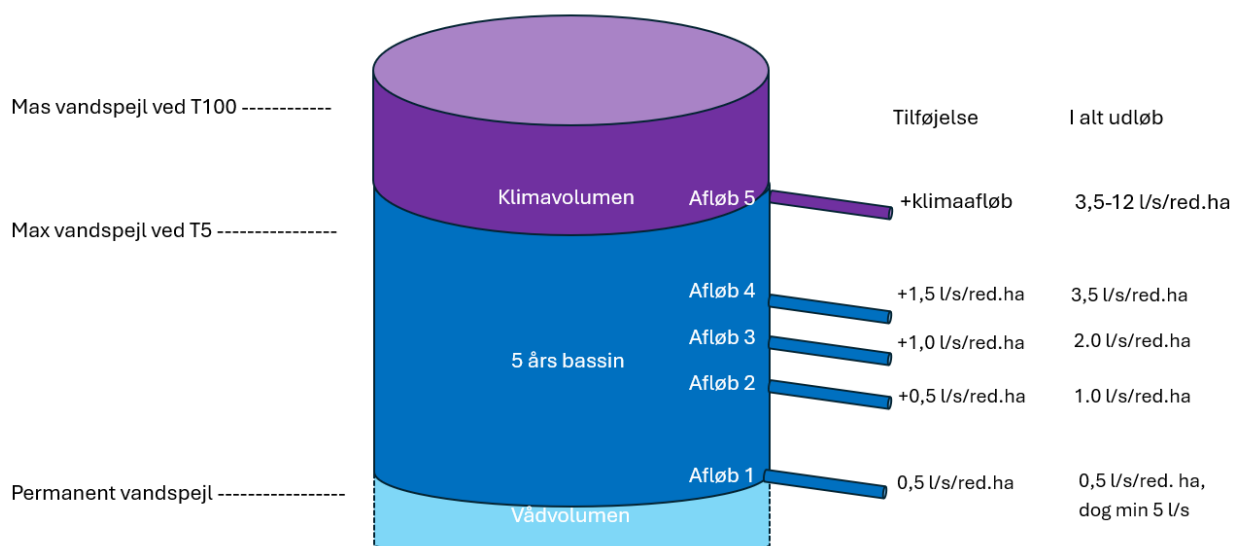
I Grundet Skovby stiller Vejle Kommune krav om at belastningen på vandløbet skal være sammenlignelig i status og plan, også ved en 100 års hændelse. For at dette kan lade sig gøre er det nødvendigt at:

- inddrage eksisterende lavninger og omdanne til private bassiner
- "udlåne" vand fra regnvandssystemet til de private bassiner
- udbygge Vejle Spildevands regnvandsbassiner med yderligere afløb og volumen (herefter kaldt klimaafløb og klimavolumen for at klarhed)

De private bassiner etableres af bygherres. Det er i dette notat forudsat placering, koter, volumener og tilslutninger til regnvandssystemet. Der vil givetvis komme justeringer af disse forudsætninger under udførsel. Det er vigtigt, at justeringerne bliver foretaget i samarbejde med Vejle Spildevand for at sikre at justeringerne ikke medfører at belastningen på vandløbet ændres væsentligt.

De 4 bassiner, som Vejle Spildevand etablerer, har et effektivt volumen på omkring 11.000 m<sup>3</sup>. Disse kan udbygges med ca. 7.000 m<sup>3</sup>, samtidig med at de private lavninger i området, som er skønsmæssigt 11.000 m<sup>3</sup>.

Afløbet fra bassinerne udbygges, så der tillades større afløb, når belastningen bliver større end 5 år. Afløbet stiger gradvist fra 3,5 op til 12 l/s/red.ha., svarende til den naturlige afstrømning ved den valgte 100 års hændelse.



**Figur 25: Principskitse af bassin med variabelt afløb og afløb til håndtering af hændelser over 5 års hændelsen.**

#### Delkonklusioner på hydrauliske beregninger

Der er planlagt 4 bassiner i planlagt Grundet Skovby.

Den naturlige afstrømning er beregnet ud fra kalibrering op mod målt vandføring i hhv. Surbæk og Grejs Å.

Det er forsøgt at opstille et variabelt afløb ud fra analyse af den naturlige afstrømning. Analysen indikerer at der kan ledes 0,5 – 3,5 l/s pr. red. ha. fra bassinet for at opnå sammenlignelig afstrømning i reference og plan. Med det valgte afløb er bassinstørrelserne fundet ud fra beregning med historiske regn over 40 års periode.

Der kan ses at de eksisterende underføringer ved Kirkebyvej og Ny Hornstrupvej har stor indflydelse på vandstanden opstrøms. Underføringerne er også med til at udjævne belastningen på den nedstrøms liggende Hornstrup bæk og beskytter dermed Hornstrup bæk og Grejs Å. Underføringerne betyder dog at området lige opstrøms er udsat for oversvømmelser.

## Bilag 2: RTK metoden

RTK metoden er en simpel og på verdensplan ofte anvendt hydrologisk metode til modellering af afstrømning af regnvand.

Navnet "RTK" refererer til tre hovedparametre, som modellen bygger på:

### 1. R (Runoff Factor eller afstrømningsfaktor):

- R-værdien repræsenterer, hvor stor en procentdel af nedbøren, der ender som afstrømning i vandløbet eller kloaksystemet. Denne faktor afhænger af forskellige forhold som jordtypen, bebyggelsesgraden, og om området er belagt med asfalt, græs eller anden overfladetype. Et højere "R" betyder, at mere vand ender i systemet hurtigt.

### 2. T (Time to Peak eller tid til peak):

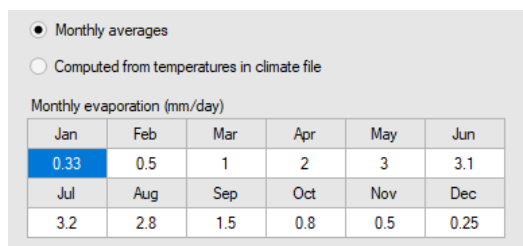
- T angiver tiden fra starten af regnvejrshændelsen til det tidspunkt, hvor den maksimale afstrømning (peak flow) nås i vandløbet/ kloakken. Dette afhænger af afstand, terræn, rørforløb og gradient i området. Jo længere tid, jo mere spredes vandet ud over en periode.

### 3. K (Storage Coefficient eller lagringskoefficient):

- K-værdien udtrykker kloaksystemets evne til at opbevare eller forsinke vandstrømmen, så det ikke alt sammen når frem til peak på én gang.

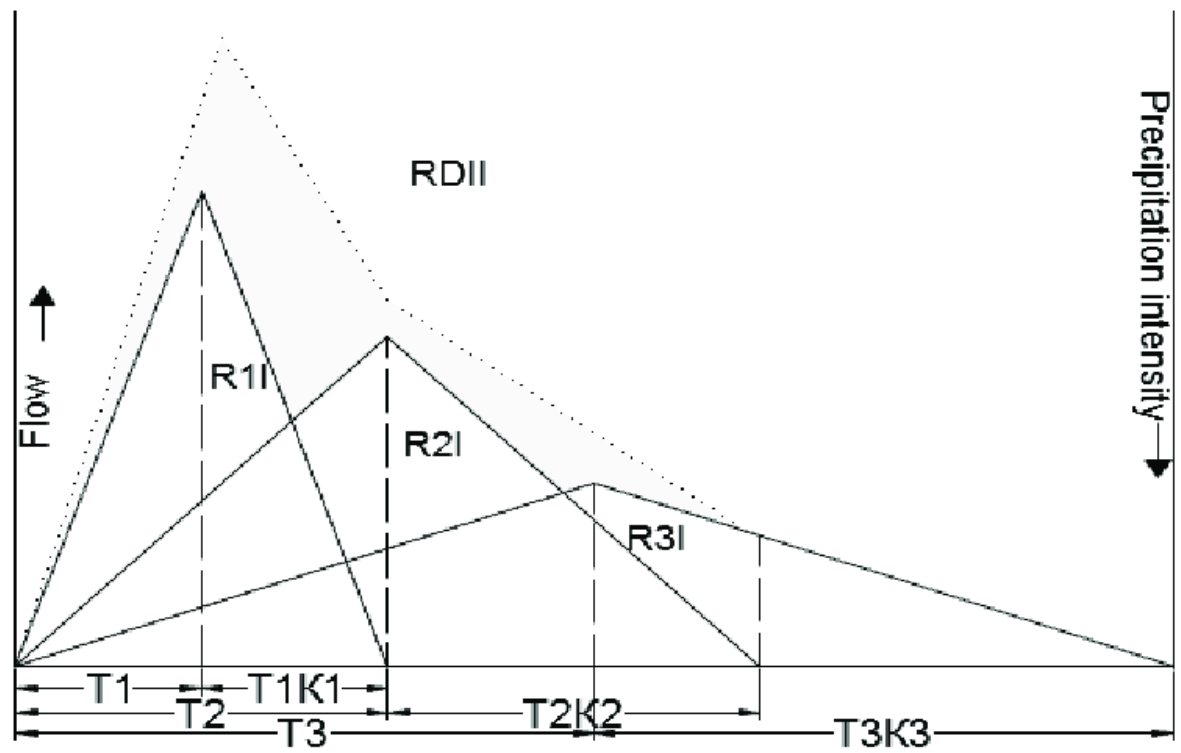
I PCSWMM anvendes de tre enhedshydrografer, som beskriver hhv. hurtig, mellem og langsom respons. For hver hydrograf bestemmes hvor stor en andel af regnen rutes gennem hydrografen (R), hvor hurtigt den peaker (T) og hvor langt tid det tager for afstrømningen at nå igennem (K, som er beskrevet som et multiplum af T). Ved at kombinere de tre hydrografer fås det resulterende afstrømningsprofil. Afstrømningsprofilen varierer efter årstiden, så hver måned har forskelligt profil.

Der tages højde for at der er initialtab, dvs. at den første del af regnen vil nedsive. Hvor hurtigt dette initialtab regenereres bestemmes af fordampningen. Der er indlagt en årstidsvariation for fordampningen, som svarer til danske forhold. Her varierer fordampningen mellem 0,33 og 3,2 mm pr. dag.



| Jan  | Feb | Mar | Apr | May | Jun  |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 0.33 | 0.5 | 1   | 2   | 3   | 3.1  |
| Jul  | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec  |
| 3.2  | 2.8 | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 0.25 |

**Figur B2.1: Fordampning på døgnbasis, fordelt på månedsbasis.**



Figur B2.2: Principskitse for RTK modellen.