

## NOTAT

**Projekt** Mike Urban beregning i Rønne

**Projektnummer** 3631200019

**Kundenavn** Bornholm Forsyning A/S

**Emne** Byåen - Hydrauliske beregninger

**Til** John W. Hansen, Per Martlev Hansen og Vivi Granby

**Fra** Maj-Britt Greve

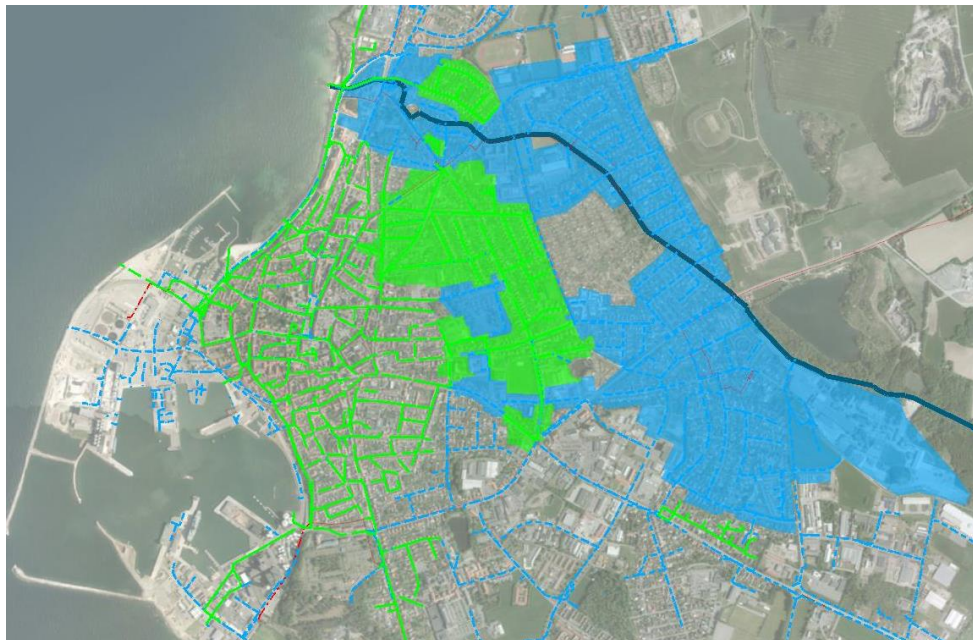
**Projektleder** Maj-Britt Greve

**Revisionsnr.** 3

**Udgivet** 31-01-2014

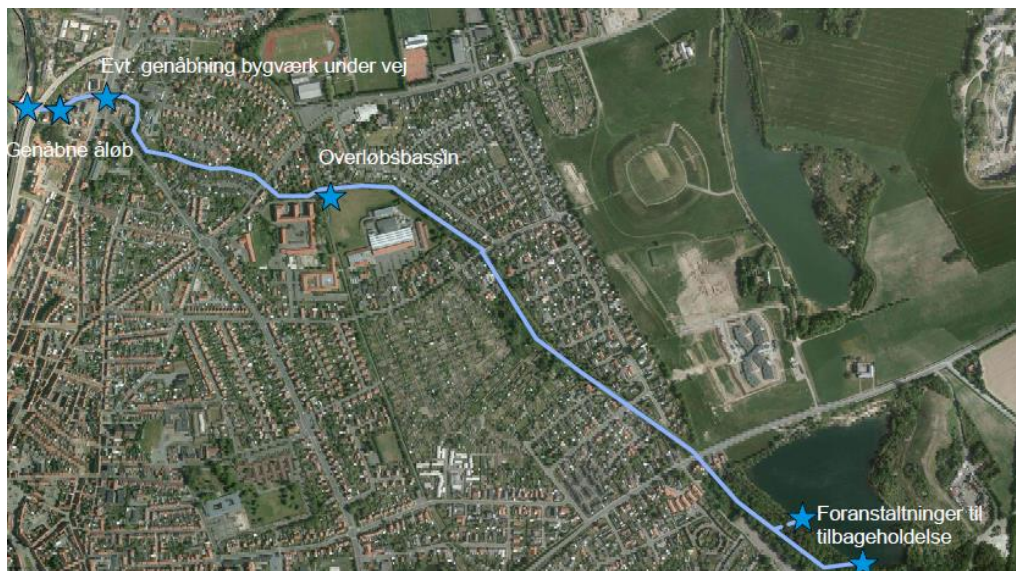
Der er ved kraftig regn oversvømmelse langs Byåen i Rønne, specielt når de kraftige regn kommer i de perioder, hvor der er meget vand i Byåen.

I Nedenstående figur viser oplandet til den del af Byåen, der løber gennem Rønne by.



Separatkloakerede områder er vist med blåt og fælleskloakerede områder er vist med grønt. Der er 3 overløb fra de fælleskloakerede området. Regnvandet fra de separatkloakerede udledes via 29 udløb.

Klimatilpasningsplanen for Bornholm indeholder flere tiltag for at undgå oversvømmelser langs Byåen. Et af tiltagene er at tilbageholde vandet fra Byåen opstrøms Rønne by ved Snorrebakkesøen. Et andet er etablering af oversvømmelsesbassin ved Campus Bornholm og et tredje er åbning af vandløbet på strækningen fra Store Torvegade til Nordre Kystvej.



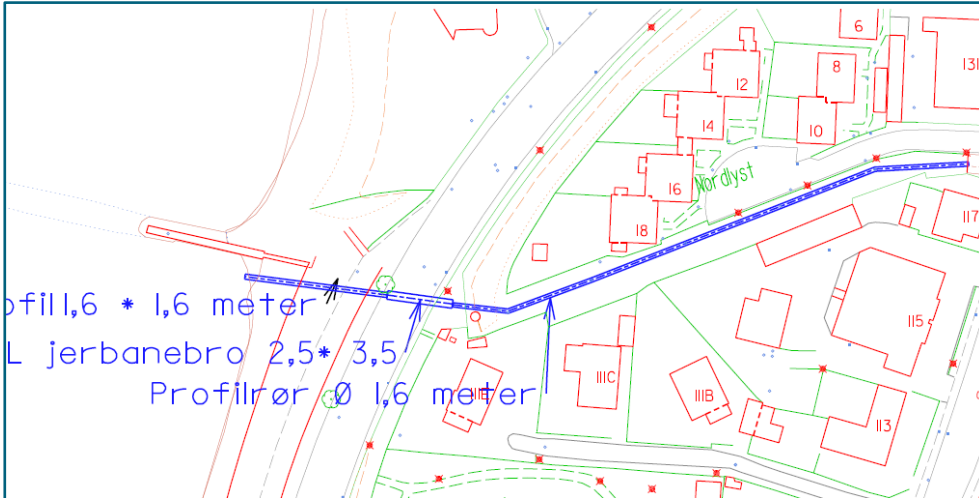
For at vurdere effekten af disse tiltag, er der udført MikeUrban beregninger for status situationen samt hvor vandet fra Byåen opstrøms Rønne by tilbageholdes i Snorrebakkesøen, etablering af forsinkelsesbassin ved Campus Bornholm og åbning af Byåen fra Store Torvevej til Nordre Kystvej.

Det er planen, at de fælleskloakerede områder med tiden skal delvis separatkloakeres, så i beregningerne er følgende ændret:

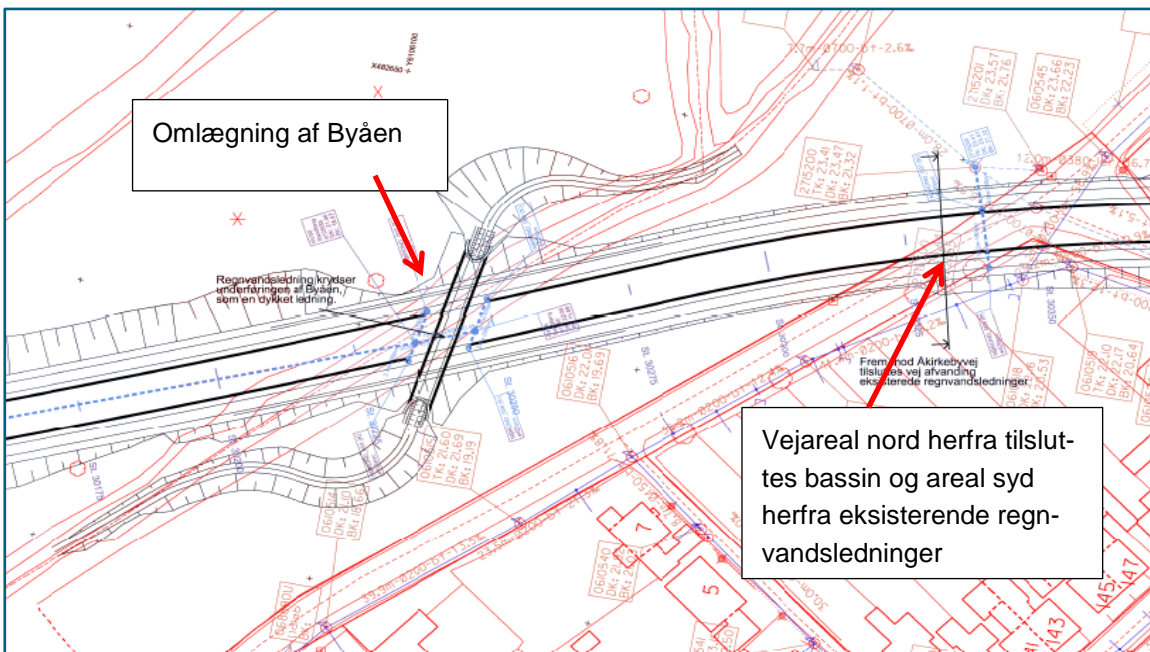
- I oplandet omkring Borgmester Nielsensvej er vejarealer samt husarealer mod vejen fjernet fra fællessystemet og tilsluttet nye regnvandsledninger, der tilledes Byåen direkte. De øvrige arealer er stadig tilsluttet fællessystemet og har overløb til Byåen.
- I oplandet omkring Sveasvej og Værmlandsvej er det planen at de fælleskloakerede områder skal separatkloakeres med tiden, så i beregningerne er alle opland tilsluttet Byåen direkte (overløbsbygværkerne er fjernet).

I forhold til tidligere udførte beregninger er følgende ændret i den hydrauliske model:

Forsyningen har inspiceret den rørlagte del af Byåen fra Store Torvegade til udløb ved Nordre Kystvej og konstateret at dimensionen ikke er Ø1600 hele vejen- se nedenstående skitse.



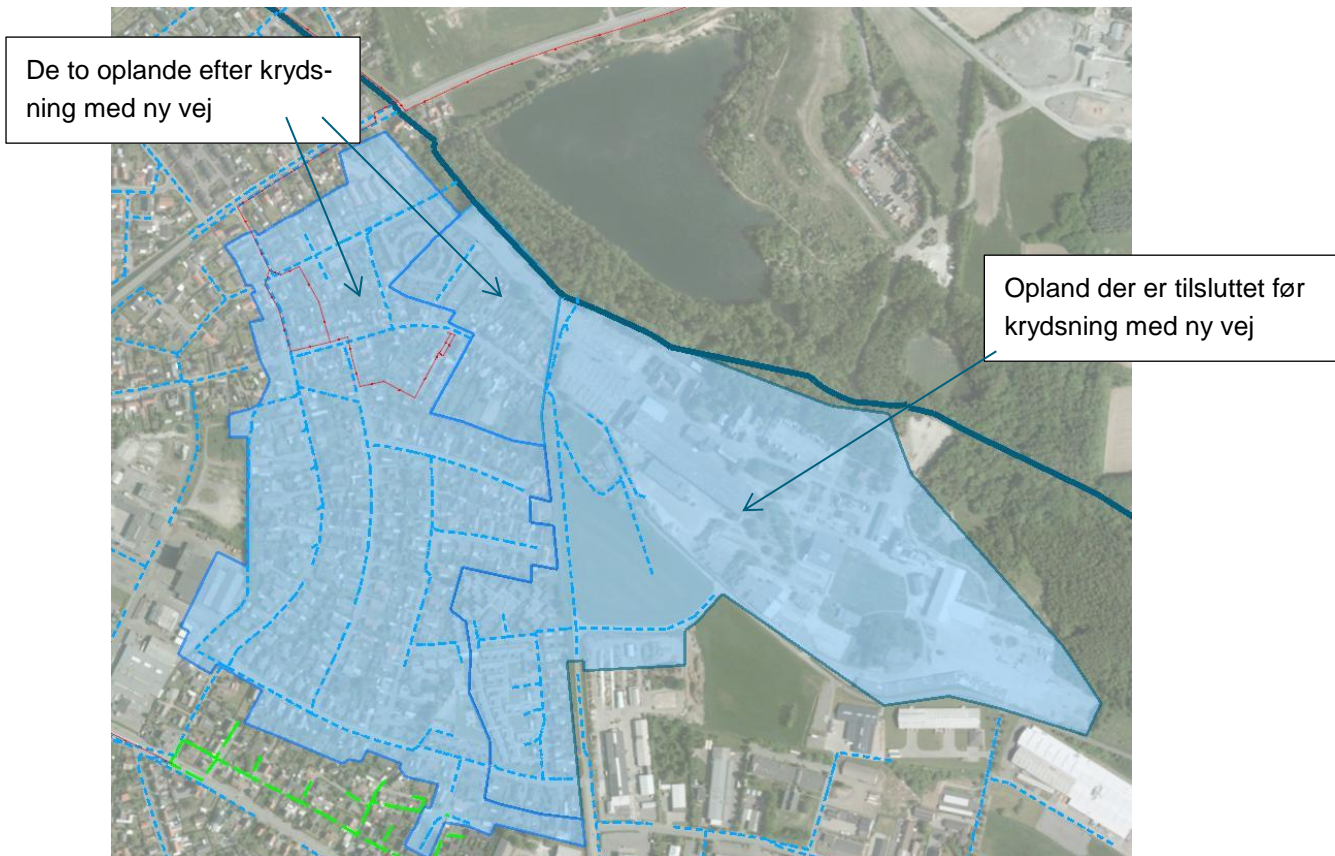
Området ved det nye plejehjem og ny omfartsvej er indlagt i model efter projekttægnin-ger. Vejarealet fra den nye vej fra Rabækkevej til Åkirkebyvej tilsluttes det eksisterende regnvandsledninger og resten af den nye vej tilsluttes nyt bassin ved Snorrebakken. Byåen er blevet omlagt i forbindelse med krydsning af ny omfartsvej, og overløb fra Snorrebakkensøen er blevet rørlagt og overløbskote i Snorrebakkesøen er hævet.



Fra det nye bassin ved Snorrebakken er der afløb til regnvandsledning ved Østerled/Smallesund afløbet er reguleret til maks. 10 l/sek. Der er overløb fra det nye regnvandsbassin til Byåen ved Snorrebakken, det effektive bassinvolumen er på 12.000 m<sup>3</sup>, inden overløber træder i kraft. Det reducerede areal, der er tilsluttet det nye bassin er 7,4 ha..



På den del af Byåen, der ligger opstrøms Snorrebakken er der 3 tilløb, hvor der i alt er tilsluttet ca. 50 ha. Hvis det er muligt at få disse tilløb med i tilbageholdelsen vil det gavne opstuvningsforholdene i Byåen. I de første beregninger er der regnet med, at tilbageholde vandet efter de 3 udløb . Efter etablering af den nye omfartsvej og omlægning af Byåen er det kun det ene tilløb, der tilsluttes Byåen inden åen krydser den nye vej. Herefter er den nye vej placeret mellem søen og åen, hvilket besværliggør at få åen tilbageholdt i søen.



Vandløbsoplandet til Byåen opstrøms Rønne er på ca. 1000 ha.

Afstrømningen fra opstrømsarealerne er i beregningerne sat til maks. 1 m<sup>3</sup>/s.

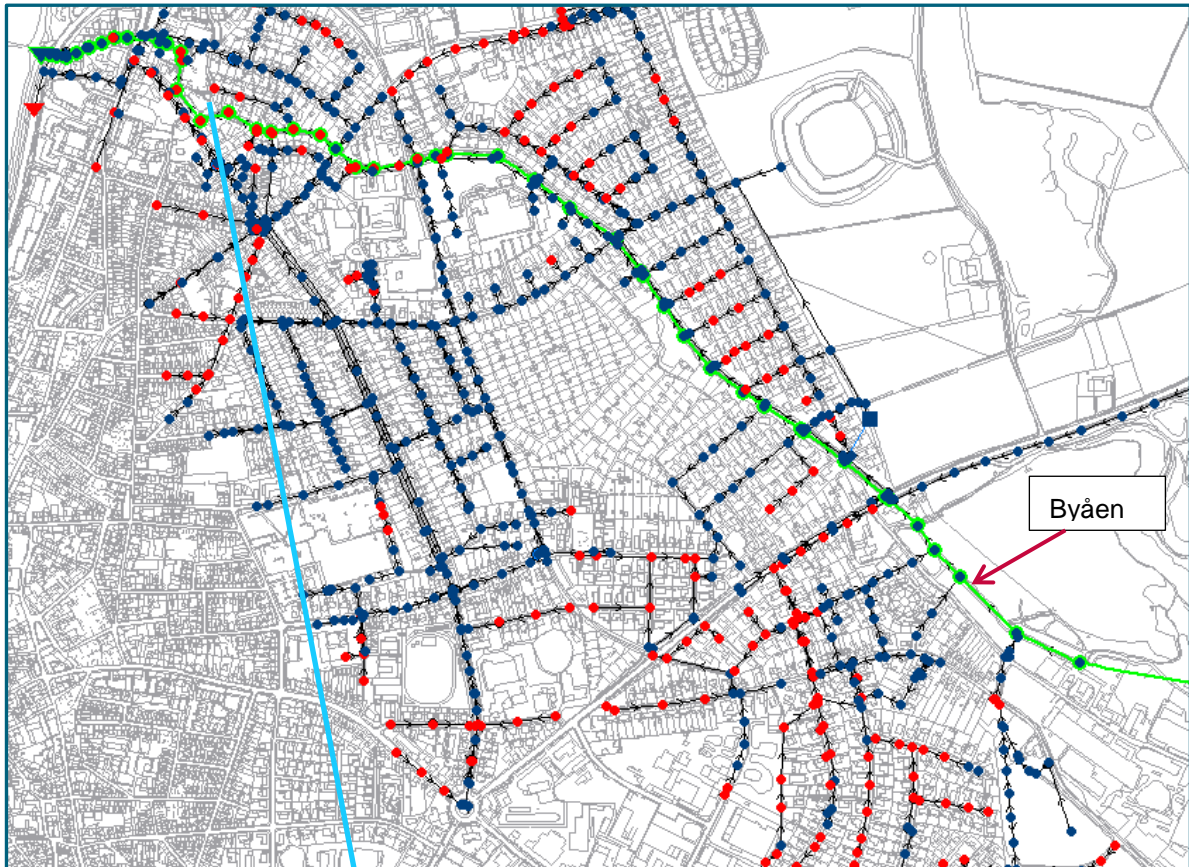
### **Beregningsresultater:**

#### **Statusberegning:**

Der er udført beregninger med 20, 50 og 100 års-regn med og uden klimafremskrivning.

Beregningen viser opstuvning til terræn mange steder. Opstuvning over terræn omkring Byåen er specielt i området fra Capum Bornholm til, hvor ledningen er rørlagt. (nederste figur på næste side)

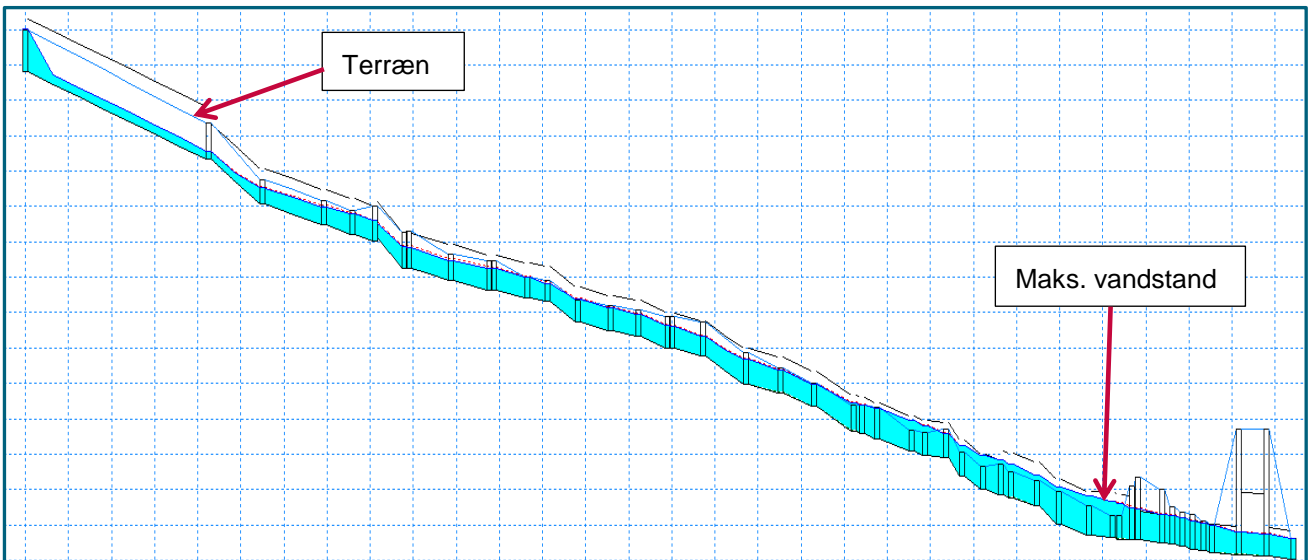
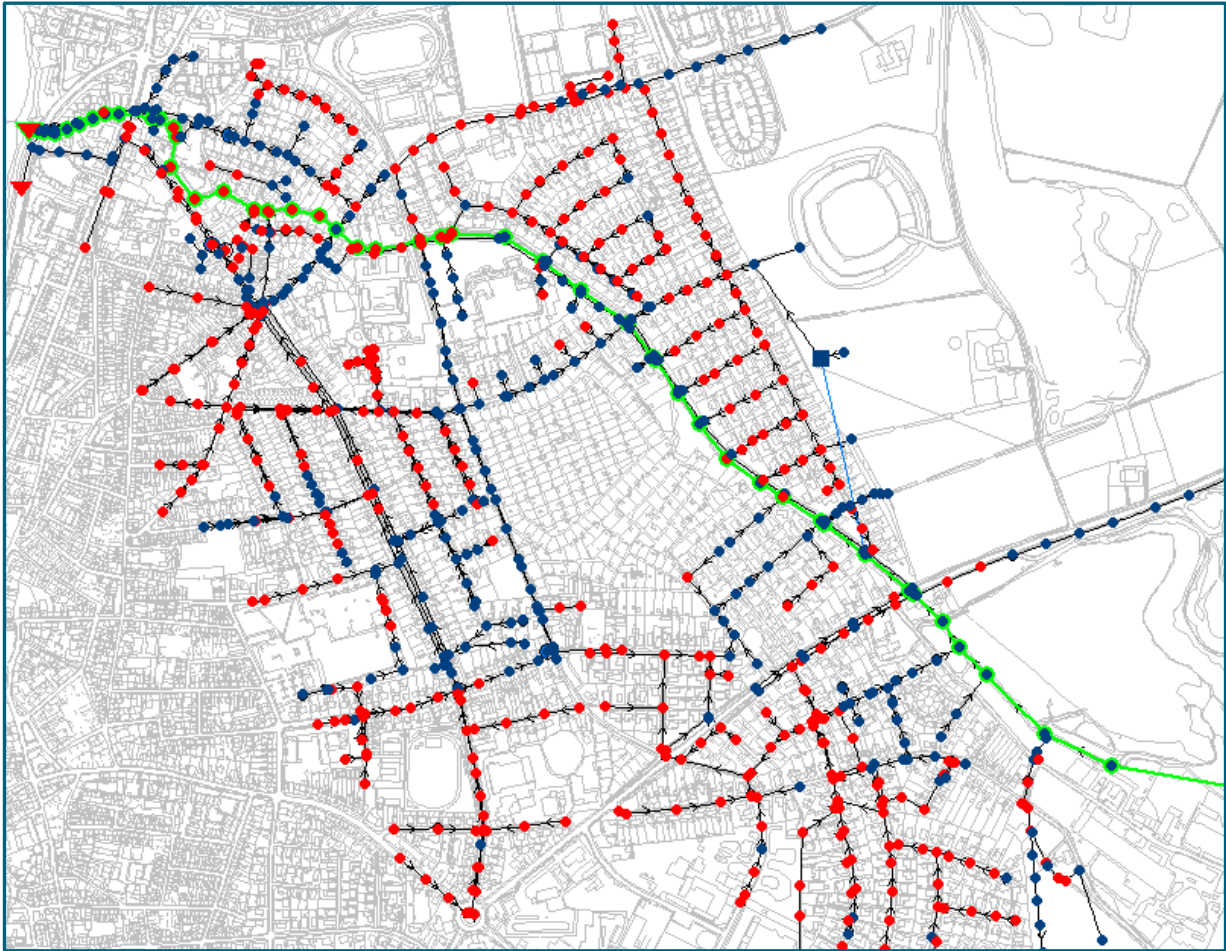
Rødt er opstuvning over terræn og blå under terræn.



Ovenstående plot er med en 20 år-regn, der ikke er klimafremskrevet.

Nedenstående figur viser en 100 års-regn, der er klimafremskrevet.

Resultat af de øvrige beregninger findes i bilag 1.

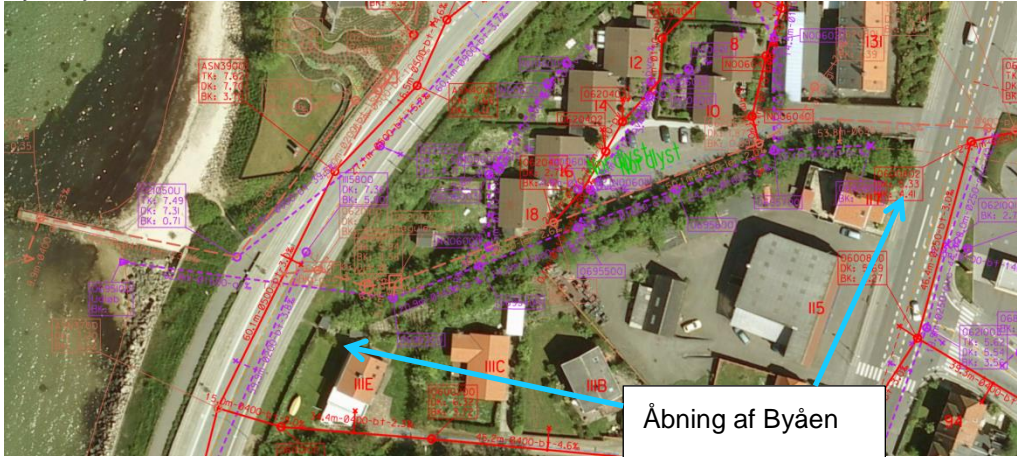


Længdeprofil af Byåen- 100 års-regn- klima fremskrevet.

## Planberegning

### Åbning af Byåen

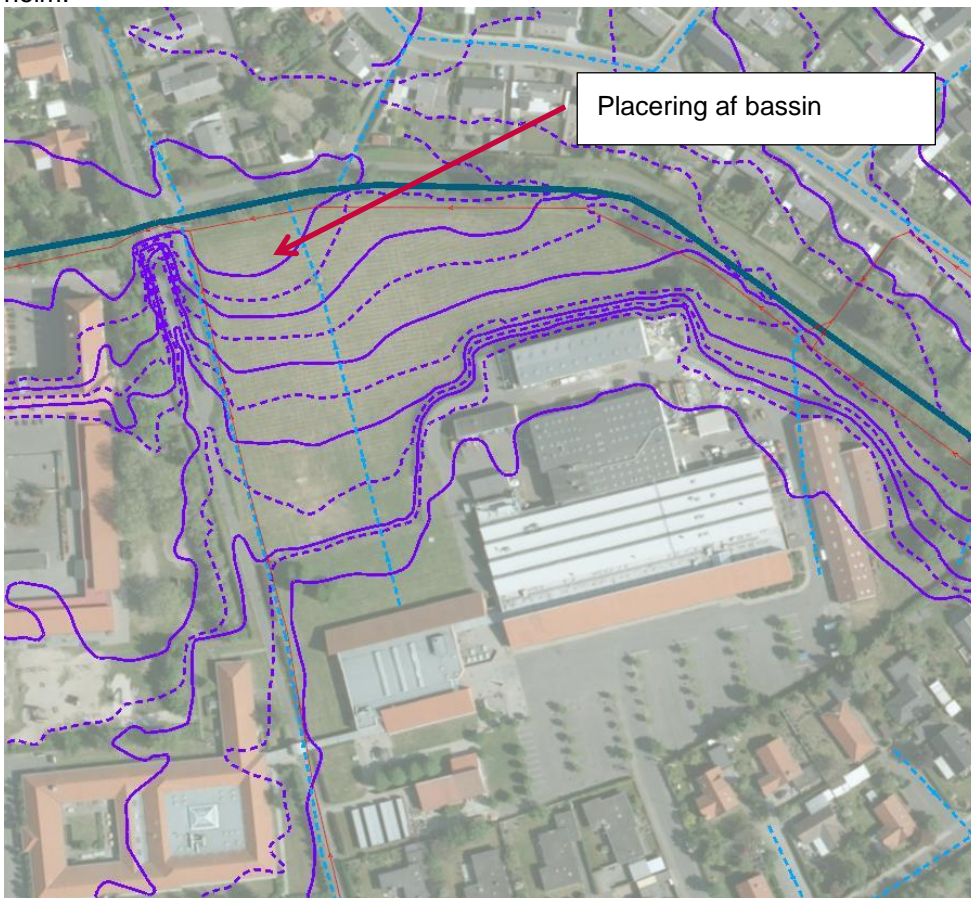
I planberegningen er Byåen åbnet på strækningen efter Store Torvegade til Nordre Kystvej.



Områder hvor vandet tilbageholdes sammen med åen.

### Bassin ved Campus Bornholm

I de senere planberegninger er der placeret et forsinkelsesbassin ved Campus Bornholm.





Som højdekurverne på figuren viser, skråner terrænet ned mod Byåen, så der er god mulighed for at placere et bassin her. Det skal dog udformes så det ikke stuver på den anden side af åen, da der her ligger huse tæt på åen.

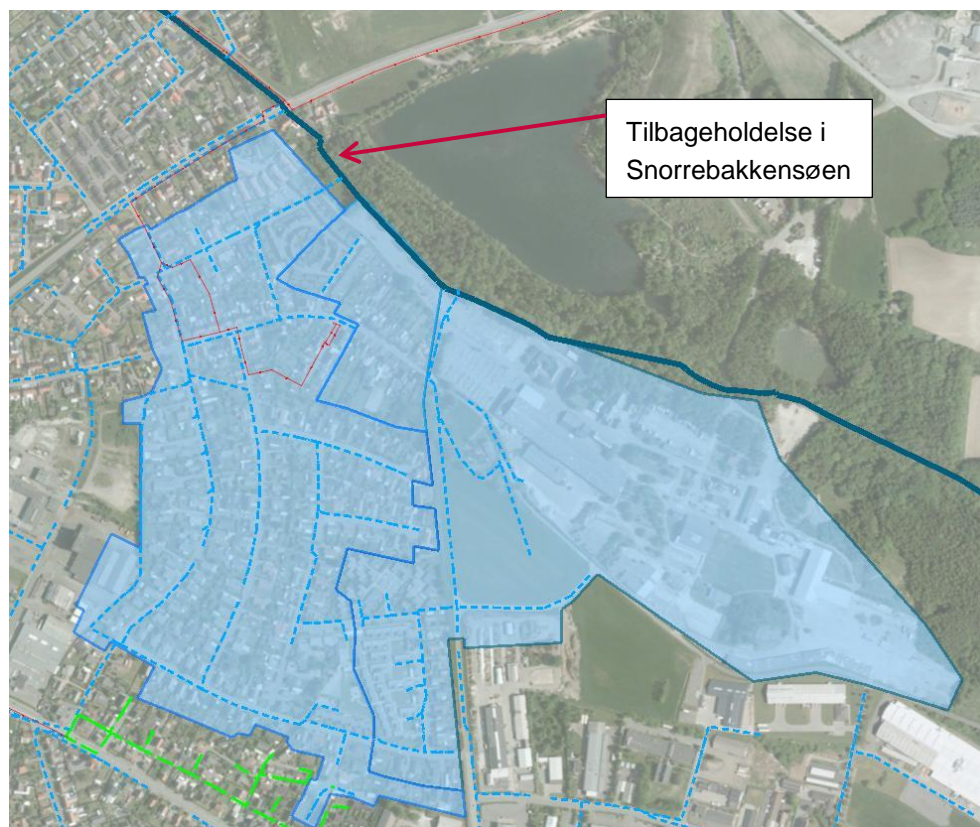
Bundkoten i Byåen er her ca. 7.2 m og terrænkoten 8.8 m.

I planberegningen er der indlagt et bassin på 520 m<sup>3</sup> fra kote 7.7m til kote 8.30 m. og med overløb i kote 8.6 m, hvor bassinvoluminet i beregningen er ca. 900 m<sup>3</sup>.

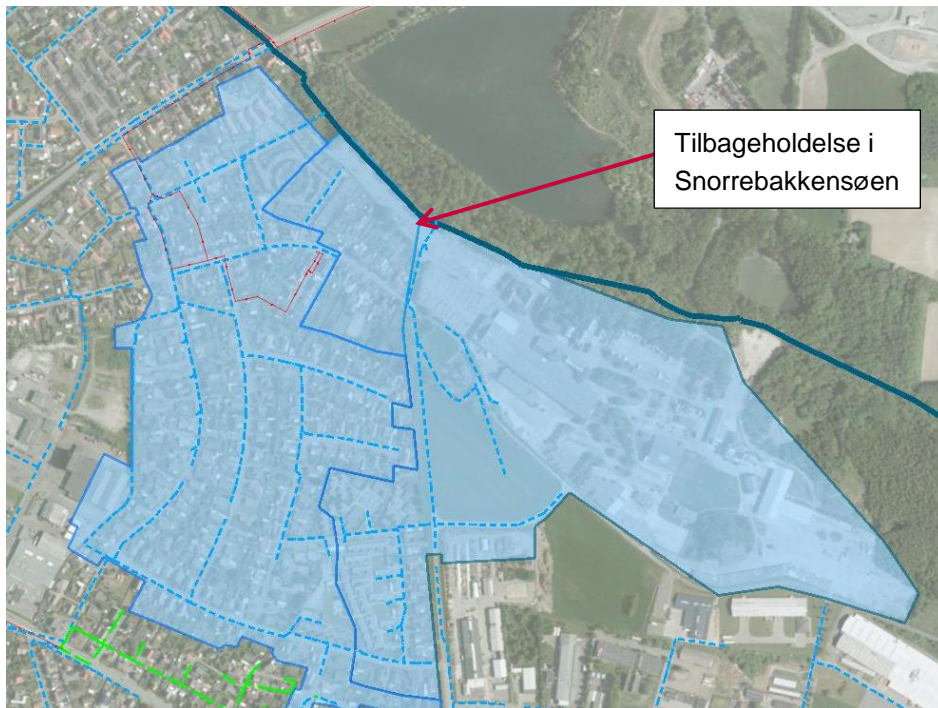
Vandføringen nedstrøms bassinet skal reduceret til 500 l/sek. (i staus er vandføringen 3500 - 4000 l/sek., 20 års-regn og 100 års-regn).

#### *Tilbageholdelse af Byåen i Snorrebakkesøen*

De første beregninger, hvor der ikke var etableret bassin ved Campus Bornholm og hvor tilbageholdelsen skete efter de 3 udløb, der er øst for Snorrebakken, viste, at vandføringen her skulle reduceres til 25 l/sek.. Se nedenstående figur

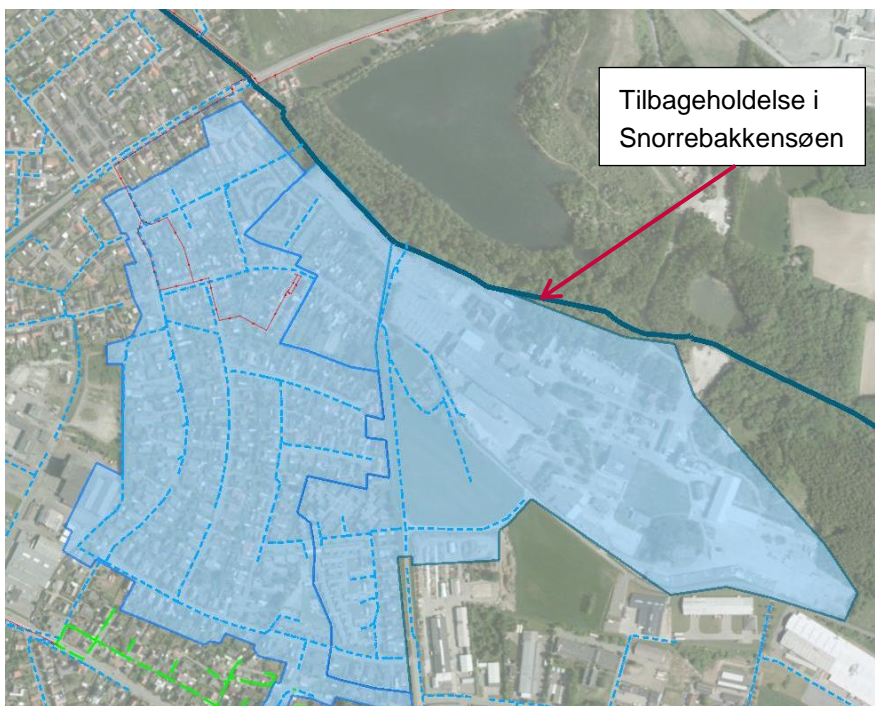


Etableres der bassin ved Campus og tilbageholdes Byåen opstrøms Rønne by samt tilløbet inden åen krydser den nye vej. Viser beregningerne af den afskærende vandføring skal reduceres til 500 l/sek. Der er overløb fra Snorrebakkesøen til byåen i kote 20.20. Se nedenstående figur.



De nye beregninger i forbindelse med denne revision er efter ønske fra Bornholms Regionskommune, at det kun er åen opstrøms Rønne by der tilbageholdes i Snorrebakkesøen.

Afløbet fra Snorrebakkesøen til byåen er i dag, ifølge projekttegning, reduceret ved et udløbshul på Ø200 og med overløb i kote 20.20. Det medfører en lang tømningstid efter en kraftig regnhændelse. Så der er også udført nye beregninger, hvor afløbet øges til 3 Ø200 rør. Nedenstående figur.

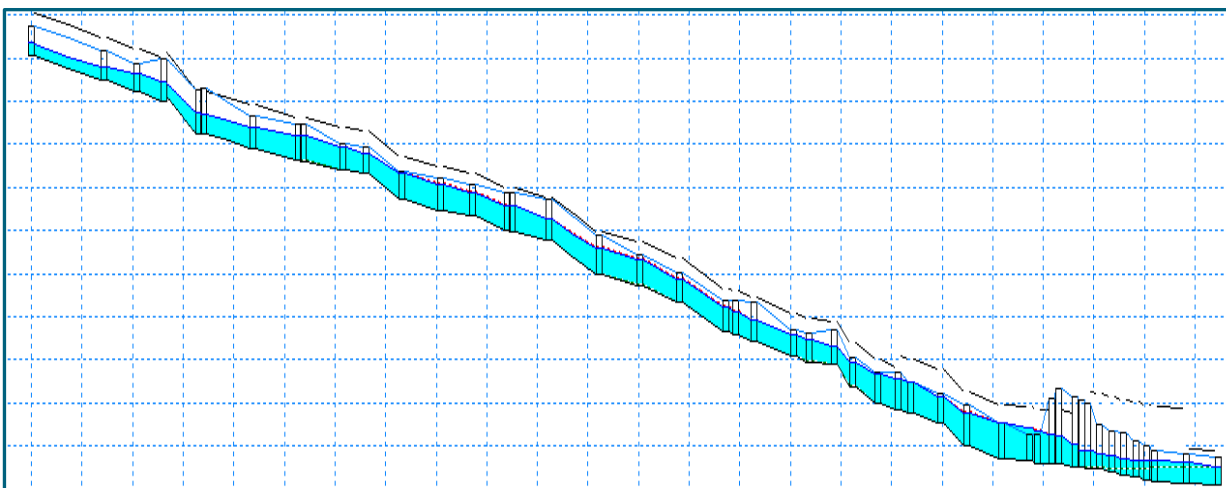
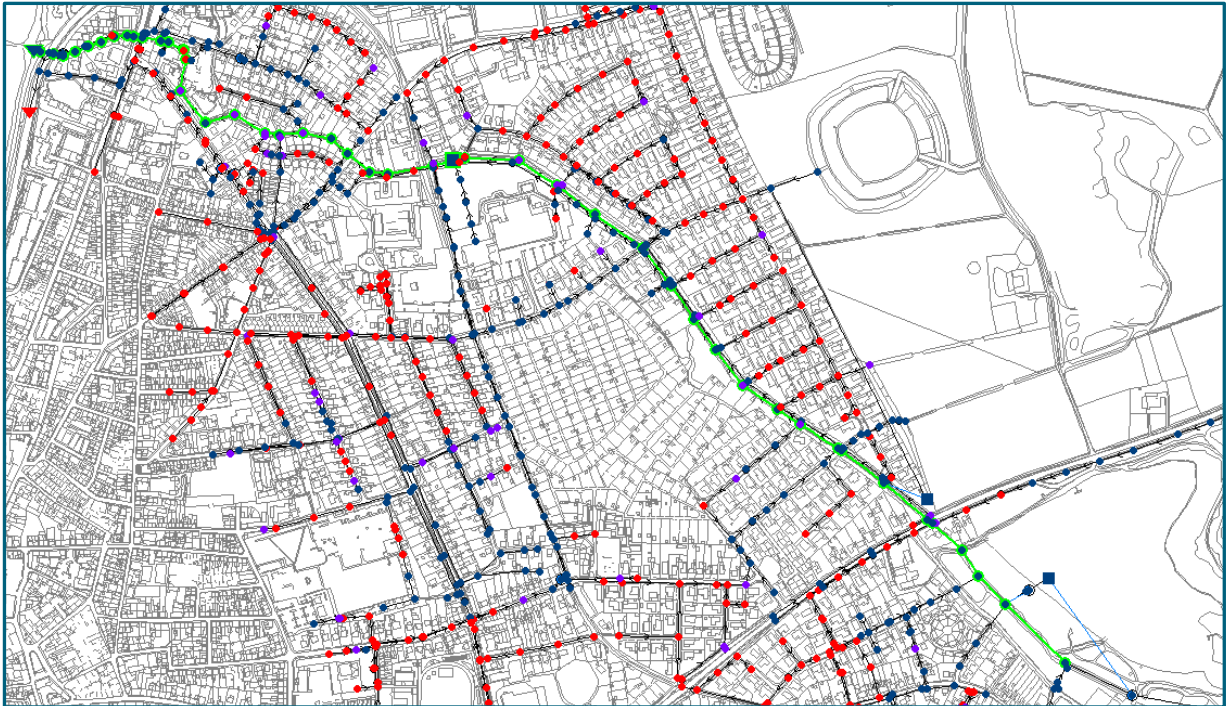


### Resultat af planberegning

Er det kun byåen opstrøm Rønne by der skal tilbageholdes, skal afskærende vandføring her reduceres til 50 l/sek for at der ikke ske opstuvning til terræn ved en fremskrevet 100 års-regn.

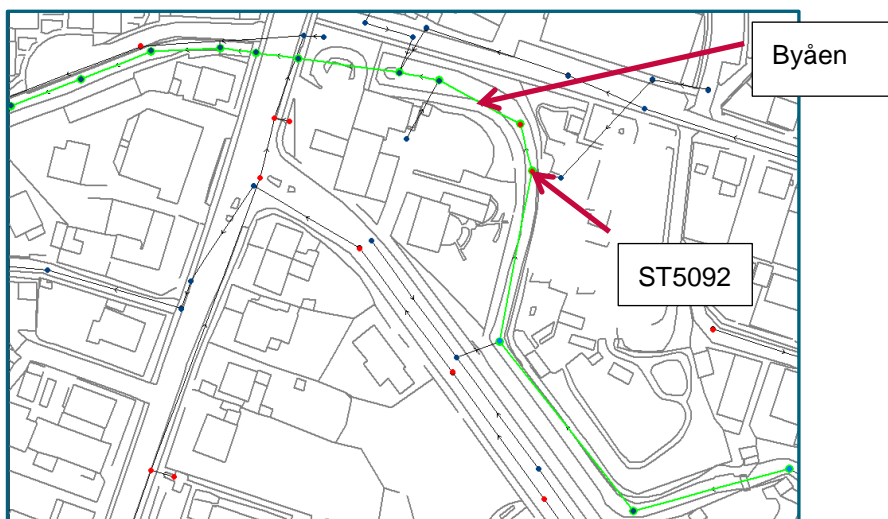
Ved 100 års-regnen er der dog flere steder, hvor opstuvningen i Byåen er tæt på terræn- med lilla er vist de steder, hvor vandet er mellem terræn og 20 cm under.

Det ses også at der er store opstuvninger i oplandet.

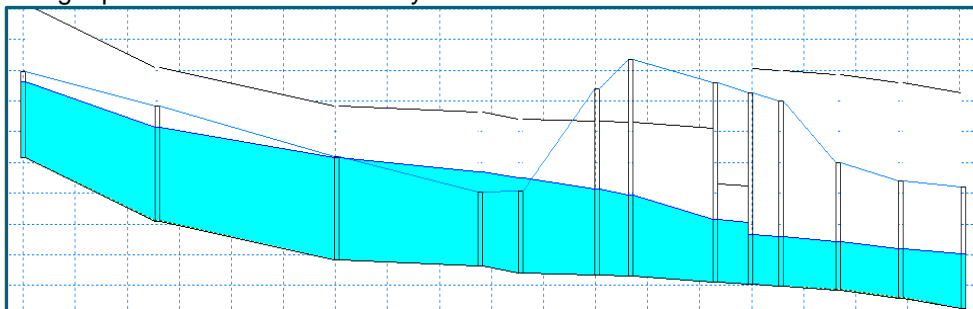


Profil Byåen.

I planberegningen, er der i Byåen kun opstuvning til terræn i brøndene lige inden rørlægningen se nedenstående figur.

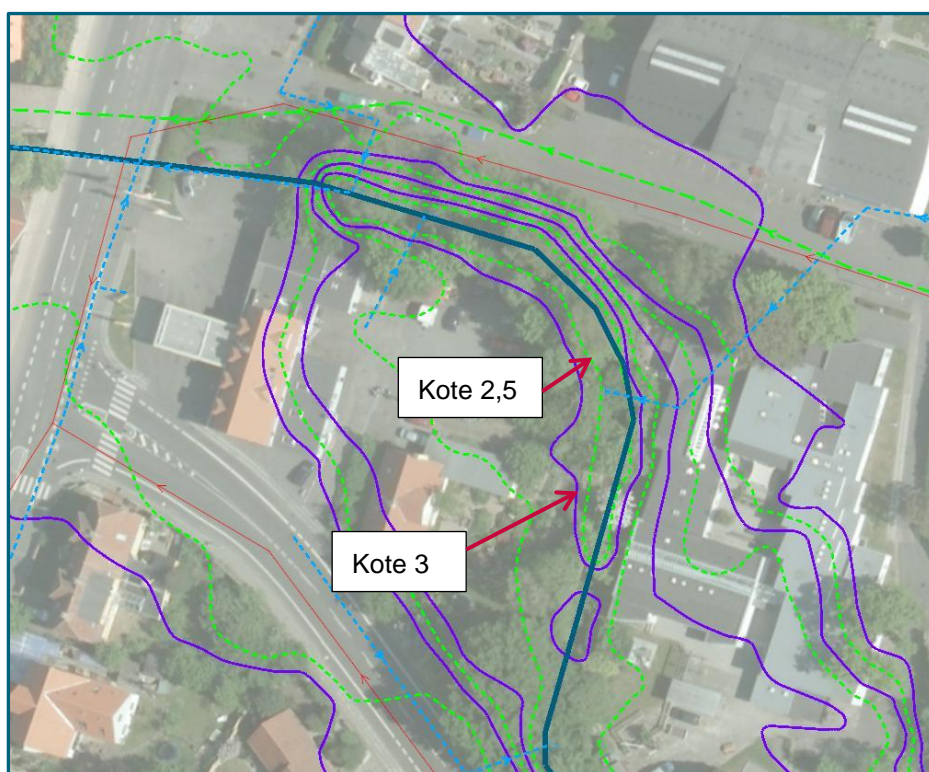
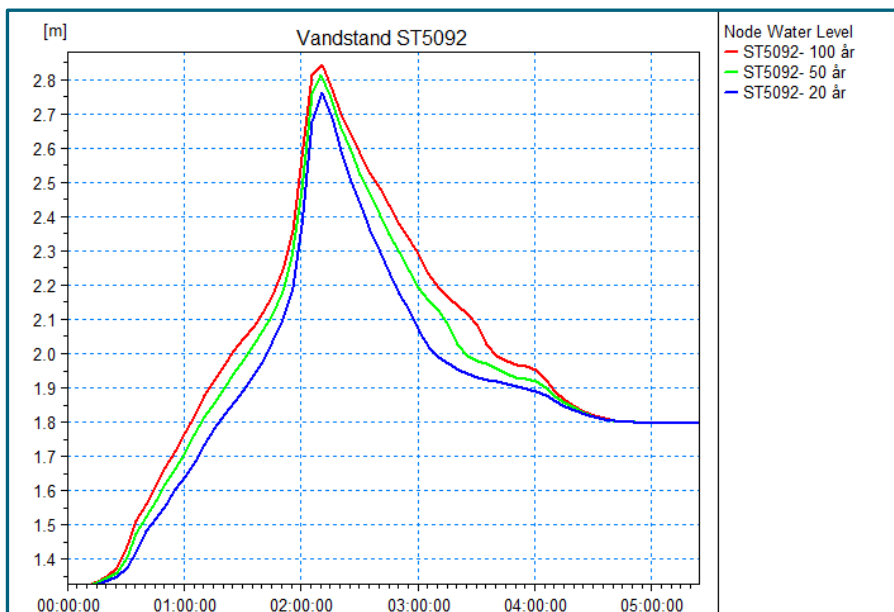


Længdeprofil for den viste del af Byåen.



Ovenstående figurer er for en 100 års-regn- men der er også opstuvning i brønd ST5092 for en 20 års-regn se nedestående figur, der viser vandstanden i punkt ST5092 for 20 års-regn, 50 års-regn og 100 års-regn alle klimafremskrevet.

Afstanden fra vandløbsbund til omkringliggende terræn er ved punkt ST5092 1,2 m. Denne kote (2.52) er lavere end top af Ø1600- hvor åen bliver rørlagt, der er i kote 2.75. Så en forøgelse af denne dimension vil ikke afhjælpe opstuvningen her.



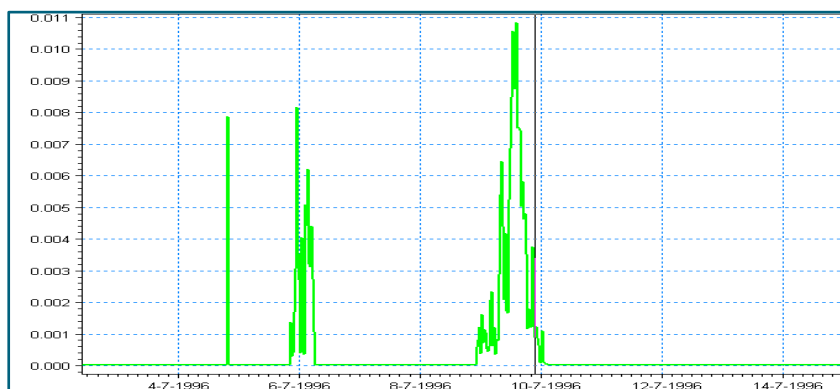
Ovenstående figur viser højdekurverne i området med opstuvningen, det ligner et grønt område, hvor der måske godt kan accepteres en mindre stuvning eller hvor det er muligt at hæve kanterne. Opstuvningskoten for en 100 års-regn er 2,85.

Ved en 100 års-regn, der er klimafremskrevet (beregningstid på 1 døgn- så afløb fra opstrøms opland er afstrømmet), tilbageholdes der ca. 42.000 m<sup>3</sup> i Snorrebakkesøen, det svarer til en vandstandstigning på omkring 55 cm, og en vandstand på ca.19.75 altså 45 cm under overløbet.

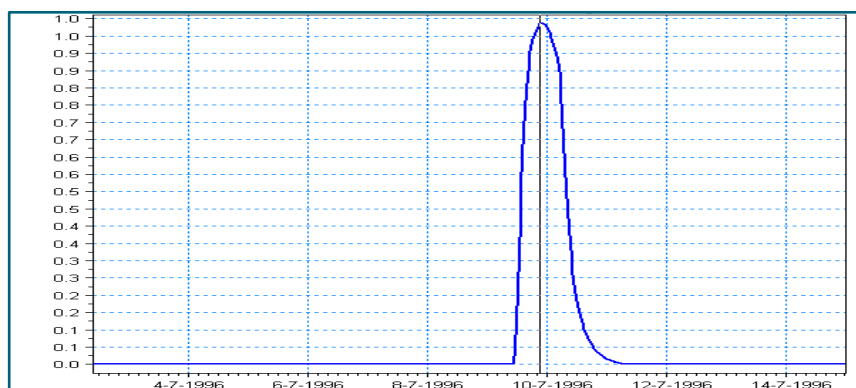
Heller ikke fra det nye regnvandsbassin ved Snorrebakken eller fra bassinet ved Campus sker der overløb til Byåen ved beregningerne.

De udførte beregninger viser at, de kraftige regn kan tilbageholdelse i de planlagte tiltag. Men da så store mængder vand tilbageholdes er systemet meget længere om at blive "tømt". For at undersøge hvordan systemet reagerer, når der kommer megen regn i en periode og bassinerne ikke når at tømme ud inden næste regnskyld, er der udført en Langttidssimulation, hvor der er udført beregning med hele regnserien fra Rønne renseanlæg (1989-2014). Denne beregning viser, i hvilke perioder vandstanden er højest i bassinerne. De højeste vandstande er i juli 1996, hvor der ske overløb fra Snorrebakkesøen til byåen.

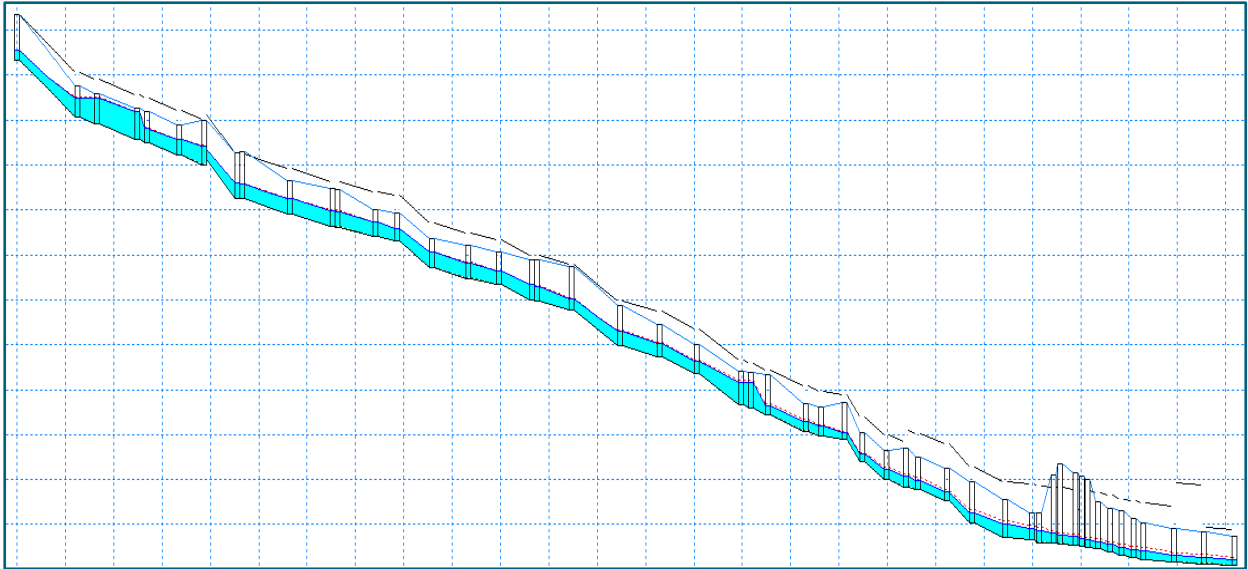
Der er efterfølgende udført hydraulisk beregning med denne regn, (2. juli til 15. juli 1996) beregningen viser, at vandet tilbageholdes i Snorrebakkesøen mens den største tilledning til Byåen fra oplandene i Rønne foregår. Overløbet fra Snorrebakkesøen træder først i kraft, hvor der er plads i systemet så ved denne regn er der ingen opstuvning til terræen ved Byåen.



Tilløb til Byåen  
Ved ST5092



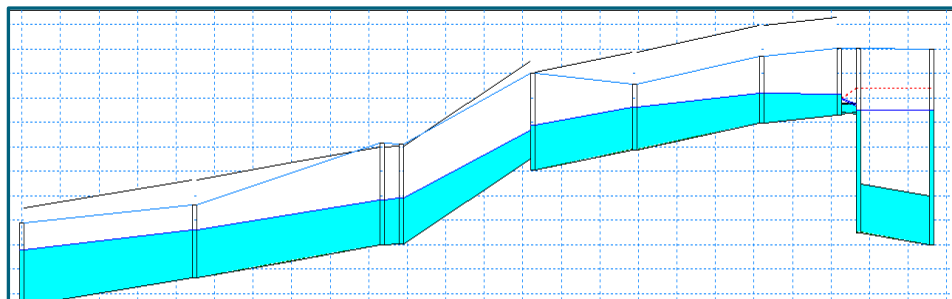
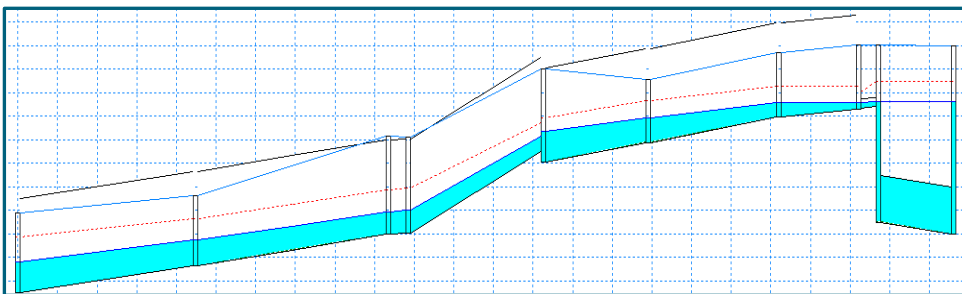
Overløb  
Snorrebakkesøen

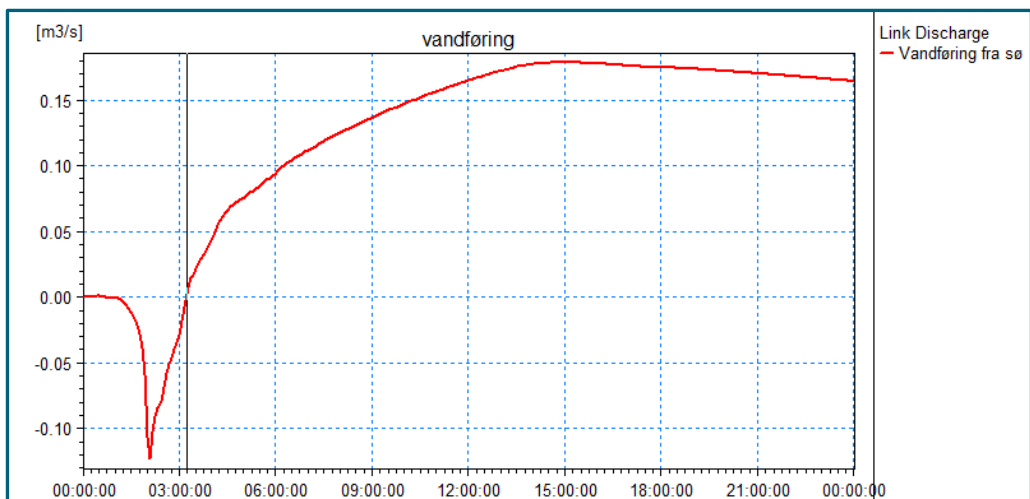
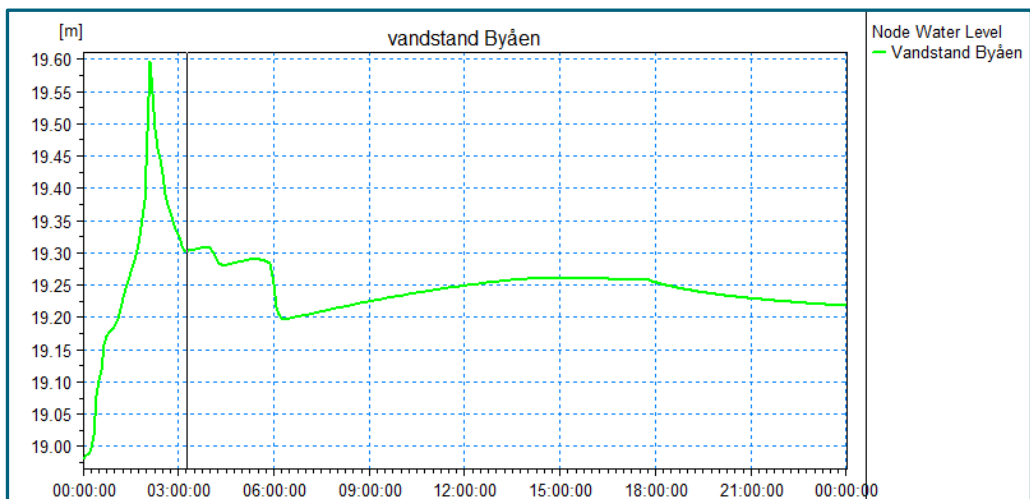


Længdeprofil Byåen- beregning med regn i perioden 02-07-1996-15-07-1996.

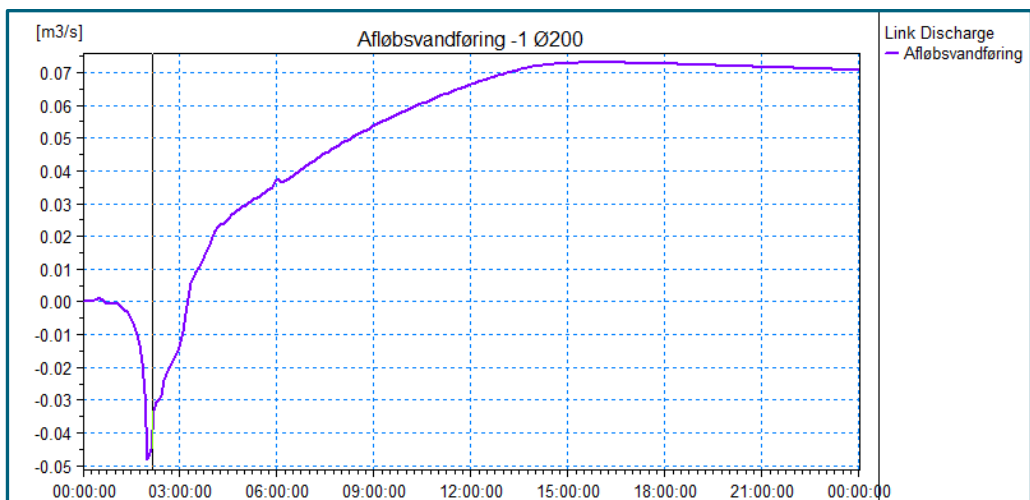
For at undgå evt. oversvømmelser, som følge af, at bassinerne er lang tid om at tømme. Kunne der etableres mulighed for at tømme bassinerne hurtigere, når der er plads i Byåen, så der er plads til evt. nye regn. Denne tømme mulighed kunne evt. også bruges så vandstanden kan sænkes, hvis det forventes, at der komme megen regn.

I forbindelse med de nye beregninger er der udført beregning, hvor afløbsvandføringen er øget fra 1 Ø200 rør til 3 Ø200, dette giver ikke anledning til øget opstuvning i Byåen da tømningen først sker når vandstanden i byåen er faldet. Øverst figur er 1 Ø200 og nederste er med 3 Ø200.



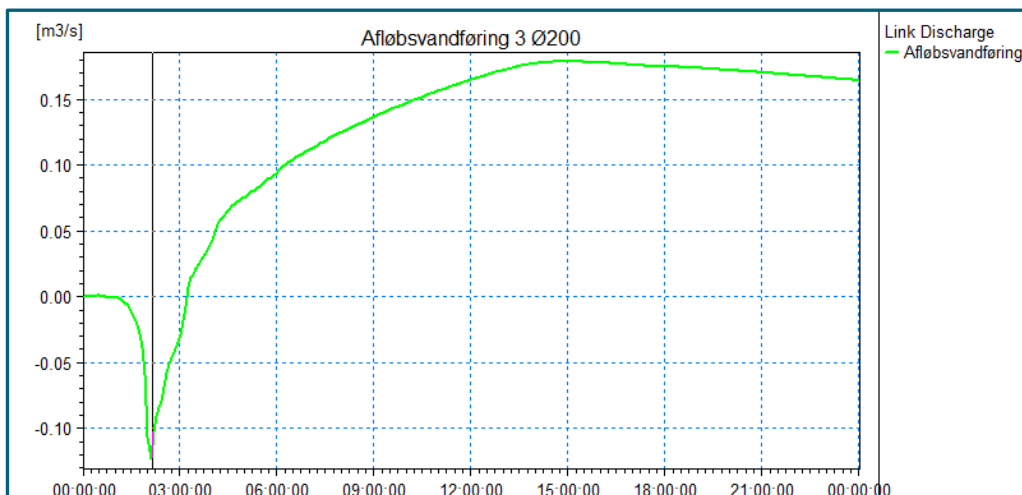


Øverste fig viser vandstanden i byåen, hvor afløbet tilledes og nederste figur er vandføringen i afløbet.



Vandføring i afløbet ved 1 Ø200 rør.





Vandføring i afløbet ved 3 Ø200 rør.

For at se hvad en evt. havstigning vil betyde for opstuvningen i Byåen er der udført en beregning, hvor vandstanden i havet er øget fra kote 0.0 til kote 1.0 – det giver ikke anledning til yderligere opstuvning til terræn- men det vil betyde at der står vand i den sidste del af ledningen.

