

NOVEMBER 2016
NORDFYNS KOMMUNE

KLIMASIKRING - BOGENSE BYBÆK

FORPROJEKT



COWI

NOVEMBER 2016
NORDFYNS KOMMUNE

KLIMASIKRING - BOGENSE BYBÆK

FORPROJEKT

PROJEKTNR.

A086557

DOKUMENTNR.

2

VERSION

001

UDGIVELSESDATO

07.11.2016

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

LAFN/BOC/ANFR

KONTROLLERET

ABH

GODKENDT

LAFN

INDHOLD

Sammendrag	7
1 Indledning	8
2 Datagrundlag	10
2.1 Opmåling	10
2.2 Afstrømning	11
2.3 Ledningsoplysninger	12
3 Oversvømmelser uden projekt	13
3.1 Bybækken	13
3.2 Østre Enges Landkanal	16
3.3 Kristianslunds Østre Enge	17
4 Projektforslag	19
4.1 Oversigt	19
4.2 Overløb fra Bybækken	20
4.3 Ændring af 4d og Østre Enges Landkanal	26
4.4 Omlægning ved banestien	28
4.5 Nyt forløb ved stadion	33
4.6 Østre Enges Landkanal udvides	37
4.7 Gyldenstensvej	39
4.8 Andre tiltag	40
4.9 Ledningsomlægning og afværgeforanstaltninger	40
4.10 Yderligere undersøgelser	41
4.11 Anlægsoverslag	41
5 Konsekvenser	43
5.1 Oversvømmelser	43
5.2 Afvanding	47
5.3 Ålebækken	47

5.4	Natura2000	48
5.5	Vandløb	49
5.6	Skovlov	50
5.7	Kulturarvsareal	50
5.8	Forurennet jord	51
5.9	Planlægning	51
5.10	Myndighedsbehandling	51

BILAG

Bilag A	Opmåling af Bybækken
Bilag B	Vandspejle i Bybækken (nu)
Bilag C	Vandspejle Vandløb 4d og Østre Enges Landkanal (nu)
Bilag D	Projektforslag
D.1	Oversigt
D.2	Overløb til stadion
D.3	Omlægning på stadion
D.4	Stadion til udløb
Bilag E	Vandspejle i Bybækken ved forskellige placeringer af overløb
Bilag F	Vandspejl i Bybækken med projekteret overløb
Bilag G	Projekterede vandspejle fra overløb til udløb i Ålebækken
G.1	Med nuværende Gyldenstensvej-bro
G.2	Med ny Gyldenstensvej-bro uden opstuvning
Bilag H	Projekterede vandspejle Kristianslunds Enge

Sammendrag

Bogense Bybæk ligger meget højt i terrænet og løber over bredden ved meget store vandføringer. Det medfører i første omgang oversvømmelser i Dyrehavekvarteret, men hvis man løser problemet her med diger, vil man flytte oversvømmelserne ned i byen, hvor den vandløbs kapacitet er begrænset og vanskeligt kan øges.

Denne rapport beskriver en løsning, hvor vand fra Bybækken ved store vandføringer føres gennem et overløb frem til Østre Enges Landkanal med udløb i Ålebækken. Det er nødvendigt at øge vandføringsevnen af det nye forløb og landkanalen, hvilket betyder, at broer og rør skal udskiftes. Der foreslås et nyt forløb gennem stadion.

Rapporten beskriver flere steder fordele og ulemper ved alternative løsninger på delstrækninger. Den foretrukne løsning anslås at koste 4,0 mio. kr. i anlægsudgifter og erstatninger. Heri er ikke medregnet udgifter til ændringer ved stadion udover dem, der er direkte knyttet til vandløbet.

Projektet vil betyde, at en 100-årshændelse (vandføringsdøgnmiddel) ikke vil medføre oversvømmelser i Bogense. Dette er umiddelbart en fordel for ejerne af de ejendomme, som nu bliver direkte berørte af oversvømmelser, men også for medlemmerne af de to landvindingslag, der ellers ville modtage vandløbsvandet. Løsningen er desuden en fordel for forsyningen, da kloaksystemet ikke bliver belastet med vandløbsvand, og forsyningens udgifter til at håndtere dette mindskes. Projektet vil ikke have betydning for ejendomme syd for Harritslevvej.

I projektforslaget dimensioneres nyanlæg til en klima-fremskrevet 100-årshændelse, men en så ekstrem afstrømning vil stadig medføre oversvømmelser, indtil broen på Gyldenstensvej er udskiftet. Denne bro er begrænsende og vil give betydelig opstuvning ved ekstrem vandføring. Udskiftningen af broen anslås at koste yderligere 2,0 mio. kr.

Vandløbskvaliteten i Landkanalen og en strækning af vandløbet fra Kristianslunds Enge til Landkanalen vil blive forringet, fordi vandløbet bliver for bredt i forhold til den normale afstrømning. Derudover forventes ikke væsentlig påvirkning af vandmiljøet. Det bliver nødvendigt at fælde træer langs vandløbene.

1 Indledning

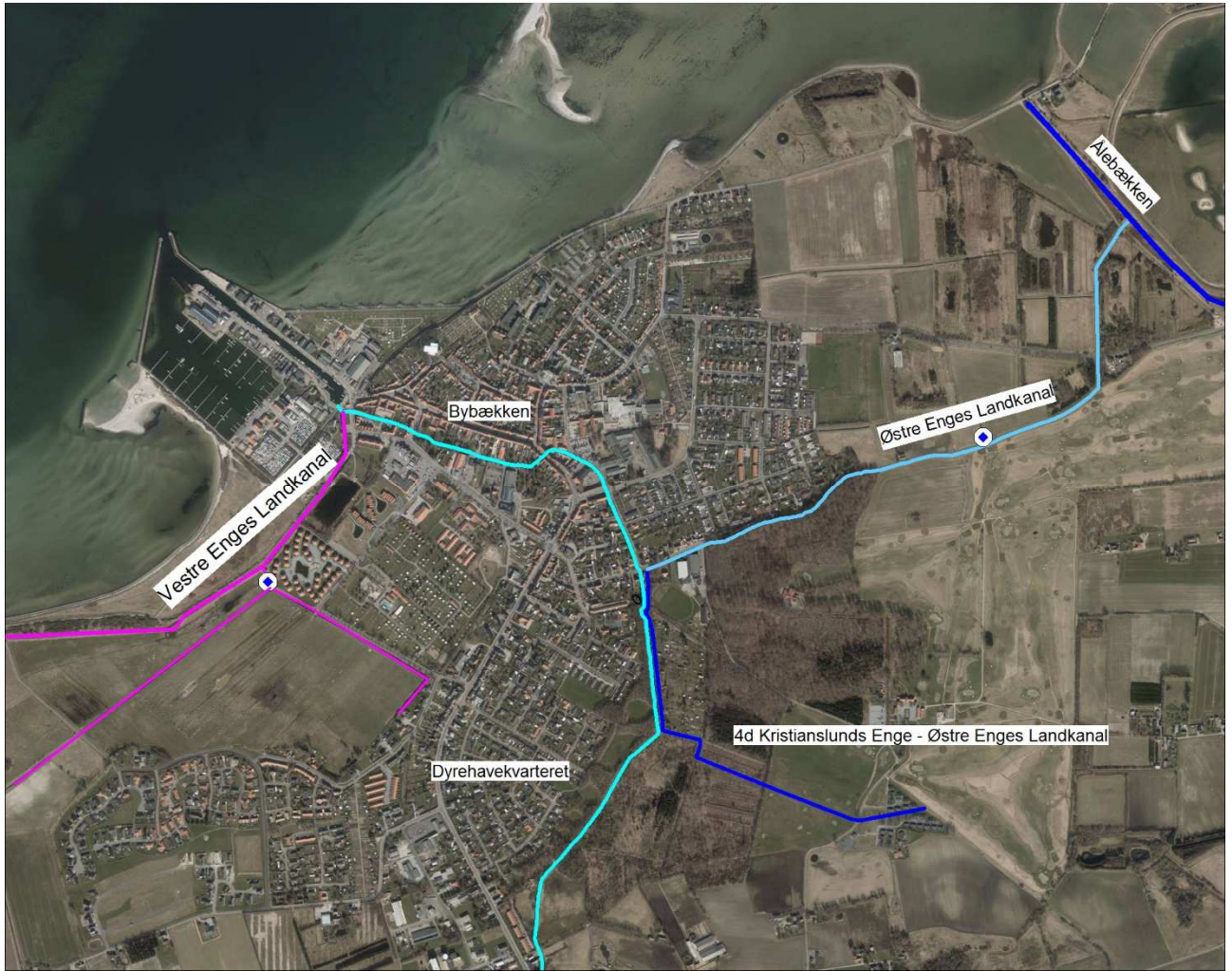
Bogense er udsat for oversvømmelser fra Bybækken. Oversvømmelserne påvirker i første omgang Dyrehavekvarteret og dernæst områder i byen langs vandløbet. På denne strækning ligger Bybækken højt i terrænet, og når den går over sine bredder løber vandet væk fra vandløbet til de områder, der afvandes gennem afvandingslagene øst og vest for byen. Oversvømmelserne går ud over lavtliggende ejendomme og belaster regnvandssystemet og det fælleskloakerede område i Bogense.

Projektets formål er at mindske risikoen for oversvømmelser ved at lede en del af vandet fra Bybækken gennem Østre Enges Landkanal. Dette indebærer en lang række tiltag, som er beskrevet i denne rapport.

Rapporten vil danne grundlag for en beslutning om at gennemføre projektet, myndighedsbehandlingen og for detailprojekteringen.

COWI har tidligere belyst oversvømmelsesrisikoen i Helhedsplan for klimatilpasning i Bogense fra april 2016 og i flere notater. Denne rapport inddrager relevante dele af de tidligere undersøgelser, således at forprojektet kan læses som en samlet redegørelse.

Figur 1-1 giver en oversigt over de omtalte vandløb og placeringen af de to pumpestationer, der pumper vand fra de afvandede områder til landkanalerne.



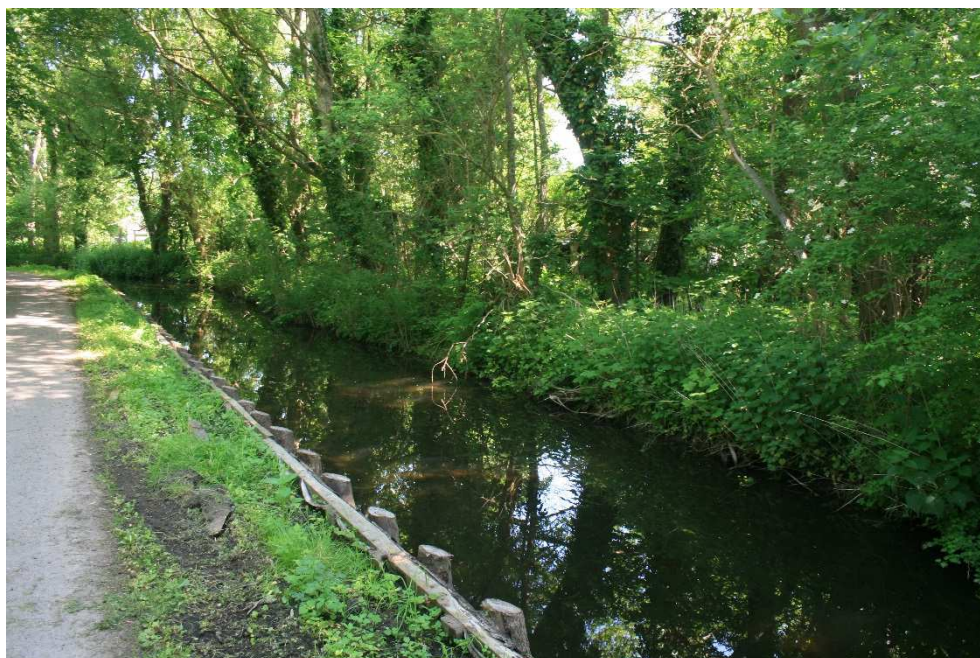
Figur 1-1 Oversigt over landløb og pumpestationer

2 Datagrundlag

2.1 Opmåling

Projekteringen er baseret på højdemodellen, som er laserscannet i 2014, og supplerende opmåling af terræn og vandløb.

Østre Enges Landkanal og vandløb 4d (Kristianslunds Enge-Østre Enges Landkanal) er opmålt i 2014. Bybækken er senest opmålt i 1990, men en række tværsnit er opmålt af COWI i 2016. Den nye opmåling viser, at de to opmålinger af de kontrollerede tværprofiler er sammenfaldende (Bilag A), hvorfor 1990-opmålingen er lagt til grund for beregningerne.



Figur 2-1 Bybækken på strækningen med ringe fald nær Dyrehavekvarteret

2.2 Afstrømning

Der findes ikke en hydrometrisk station i Bogense Bybæk. Afstrømningen i Bybækket er i stedet antaget at være nogenlunde gennemsnittet af afstrømningen i Storå (Møllebro) og Lunde Å. De beregnede ekstreme værdier for de to stationer er vist i Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Ekstremafstrømning beregnet med Gumbel-fordelingen

Station Vandløb Opland	43.04 Storå, Møllebro 137 km ²	45.23 Lunde Å 42 km ²
Gentagelse (år)	l s ⁻¹ km ⁻²	l s ⁻¹ km ⁻²
2	30	44
10	56	73
20	67	84
50	80	98
100	90	109
500	112	133
1000	122	144

Ved medianmaksimum (medianen af årsmaksima af døgnmidler, dvs. den afstrømning, der netop overskrides hvert andet år) er afstrømningen i vandløbene sat til 37 l s⁻¹ km⁻².

En 100-års afstrømningshændelse har tilsvarende en døgnmiddelfafstrømning på ca. 100 l s⁻¹ km⁻².

Klimaforandringer

Fremtidens klima i Danmark bliver generelt varmere med vådere vintre og hyppigere skybrud om sommeren. Ændringerne i afstrømningen i vandløbene afhænger af en række faktorer. Generelt ventes en øget vandføring om vinteren, men sandsynligheden for ekstreme afstrømninger i forbindelse med snesmeltning mindskes. Påvirkningen afhænger også af jordbundsforhold og grundvandsmagasiner og er forskellig i forskellige dele af landet.

Ændringen i ekstrem afstrømning er estimeret på grundlag af 7 klimamodeller for perioden 2021-2050 sammenholdt med referenceperioden 1961-1990 (GEUS). For Fyn viser estimerne, at 10-årshændelsen øges med 37 %, mens 100-årshændelsen øges med 60 %. Ved denne afstrømning bliver vandføringen som vist i Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Vandføringer ved afstrømning på $160 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ svarende til en 100-års hændelse i år 2050

Opland	Bemærkning	Opland km^2	Vandføring l/s
Bogense Bybæk st. 2000		7,8	1250
Kristianslunds Østre Enge	Til indløb i Østre Enges Landkanal	4,4	700
Østre Enge Landvindingslag	Pumpekapacitet uændret	ca. 1,0	130
Ålebækken	Opstrøms Østre Enges Landkanal	19,7	3150

Til sammenligning er den normale vandføring i Bybækken i byen ca. 80 l/s og ca. 300 l/s ved medianmaksimum.

Valgt grundlag

Vi har på baggrund af disse tal valgt at projekttere med en døgnmiddelfafstrømning på $160 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ svarende til en klimafremskrevet 100-års hændelse i perioden 2021-2050. Det skal understreges, at der er tale om døgnmidler, og at større vandføringer forekommer i kortere perioder.

Vi har lagt denne afstrømning til grund for dimensioneringen af alle nye anlæg. Den projekterede løsning kan dog først klare så stor en afstrømning, når broen på Gyldenstensvej udskiftes, som det beskrives senere.

2.3 Ledningsoplysninger

På grundlag af en forespørgsel i ledningsejerregisteret har vi indhentet oplysninger fra ledningsejerne. Nogle forsyningsselskaber har leveret data, som kan indlæses i GIS-format. For de øvrige er den omtrentlige placering af de relevante ledninger digitaliseret skønsmæssigt. Ledningsoplysningerne omfatter ikke ledninger på egen grund, f.eks. ved hallerne. Ledningsoplysninger af betydning for den valgte løsning er vist på projektkortene i bilaget og beskrevet i afsnit 4.9.

3 Oversvømmelser uden projekt

3.1 Bybækken

Bogense Bybæk har en begrænset hydraulisk kapacitet, og der er risiko for oversvømmelse ved store afstrømninger. Bilag A viser, hvor højt vandet ville være, hvis der ikke var oversvømmelser. Det viser, hvor der er flaskehalse.

3.1.1 Dyrehavekvarteret

På strækningen nær Dyrehavekvarteret er Bybækken er stort set fyldt til kanten ved medianmaksimum, og ved større afstrømning løber bækken over sine bredder og strømmer ned i det lavtliggende parcelhusområde. Figur 3-1 viser områder, der ligger lavere end Bybækkens vandspejl ved medianmaksimum (lysblå).



Figur 3-1 Dyrehavekvarteret. Grøn er arealer, der ligger lavere end Bybækkens vandspejl ved medianmaksimum. Blå arealer viser lavninger inden for oversvømmelsesområdet. De sorte kurver angiver de dybeste lavninger. Såfremt afløbssystemet overbelastes vil det være ejendomme i bunden af lavningerne som vil opleve problemerne først.

Ved ekstreme afstrømninger fungerer denne strækning af Bybækken reelt som et nødoverløb, der aflaster Bybækken. Herved reduceres den vandføring, bækken leder gennem byen, til medianmaksimum (dvs. vandløbets kapacitet) og resten strømmer over terrænet. Ved en 100-årshændelse nu vil "overløbet" være 512 l/s og ved en fremskrevne 100-årshændelse 992 l/s. Disse værdier er døgnmidler. I korte perioder vil der også ske overløb, selvom døgnmiddel er mindre end medianmaksimum.

Overløb sker både mod vest til Dyrehavekvarteret og til skoven øst for bækken, hvor vandet strømmer til Kristianslunds Østre Enge og Østre Enges Landkanal. Strømningen over terrænet fra Bybækken kan volde skade i Dyrehavekvarteret.

Dyrehavekvarteret er regnvandskloakeret og afvander gennem en Ø900 mm ledning under Odensevej til Vestre Enge, hvorfra vandet pumpes til Vestre Enges Landkanal, der løber ud i havnen sammen med Bybækken.



Figur 3-2 *Oversigt over kloakeringen af Dyrehavekvarteret. Selve Dyrehavekvarteret er separatkloakeret og leder via Ø900 regnvand frem mod Vestre Enge til videre oppumpning til Vestre Enge Landkanal*

Regnvandsledningen er sandsynligvis stor nok til at håndtere den vandmængde, der strømmer over terræn fra Bybækken til regnvandssystemet, såfremt tilstrømningen til området er begrænset og regnvandssystemet ikke i forvejen er overbelastet af regnvand, og vandstanden i Vestre Enge ikke er for høj. Er der samtidig megen nedbør og høj vandstand i Vestre Enge, vil der ske opstuvning.

Overløbet til Dyrehavekvarteret kunne forhindres ved at lave et dige langs Bybækken. Et sådant dige skulle være højt, hvis det skulle forhindre overløb ved ekstreme afstrømninger, hvilket skyldes, at Bybækkens vandføringsevne er begrænset. Samtidig ville et sådant dige skabe oversvømmelser nedstrøms og blot flytte problemet.

3.1.2 Skovvej og nedstrøms

På strækningen nedstrøms Skovvej passerer Bybækken en række overkørsler og broer med begrænset kapacitet. Disse giver opstuvning ved stor afstrømning.



Figur 3-3 Områder der ligger lavere end vandspejlet i Bybækken ved medianmaksimum. Der kan ske oversvømmelser opstrøms Skovbrovej/Skovvej og i området Skovvej, Plantagevænget, Mejerivej og Bøgevej. Vandet vil strømme mod øst og vest, dvs. til både Østre og Vestre Enge.

Figur 3-3 viser, at der kan ske oversvømmelser opstrøms Skovbrovej/Skovvej og området Skovvej, Plantagevænget, Mejerivej og Bøgevej. Vandet vil strømme til både Østre og Vestre Enge. En stor del af vandet vil løbe i kloakken. Området er fælleskloakeret, så oversvømmelser kan medføre overløb af opblandet hus-spildevand.

Ved medianmaksimum er strømmingen af vand på terræn formentlig ringe, men ved større vandføringer vil de være betydelige. Som forholdene er nu, reduceres de store vandføringer gennem byen imidlertid effektivt, fordi der som nævnt sker overløb til Dyrehavekvarteret.

Kvartererne ved Skovvej vil opleve opstuvning af opspædet spildevand, hvis systemet overbelastes. Når pumpestationen i fællessystemet overbelastes, vil der ske aflastning af spildevand ud til Østre Enge.

3.2 Østre Enges Landkanal

Digerne langs landkanalen er anlagt i kote 1,42 m (1,50 m DNN). Gyldenstenvejs overflade er kun omkring kote 0,80-0,85, men broen er forsynet med kantmure så den ikke oversvømmes, selvom vandstanden i landkanalen bliver højere end vejoverfladen.

3.3 Kristianslunds Østre Enge

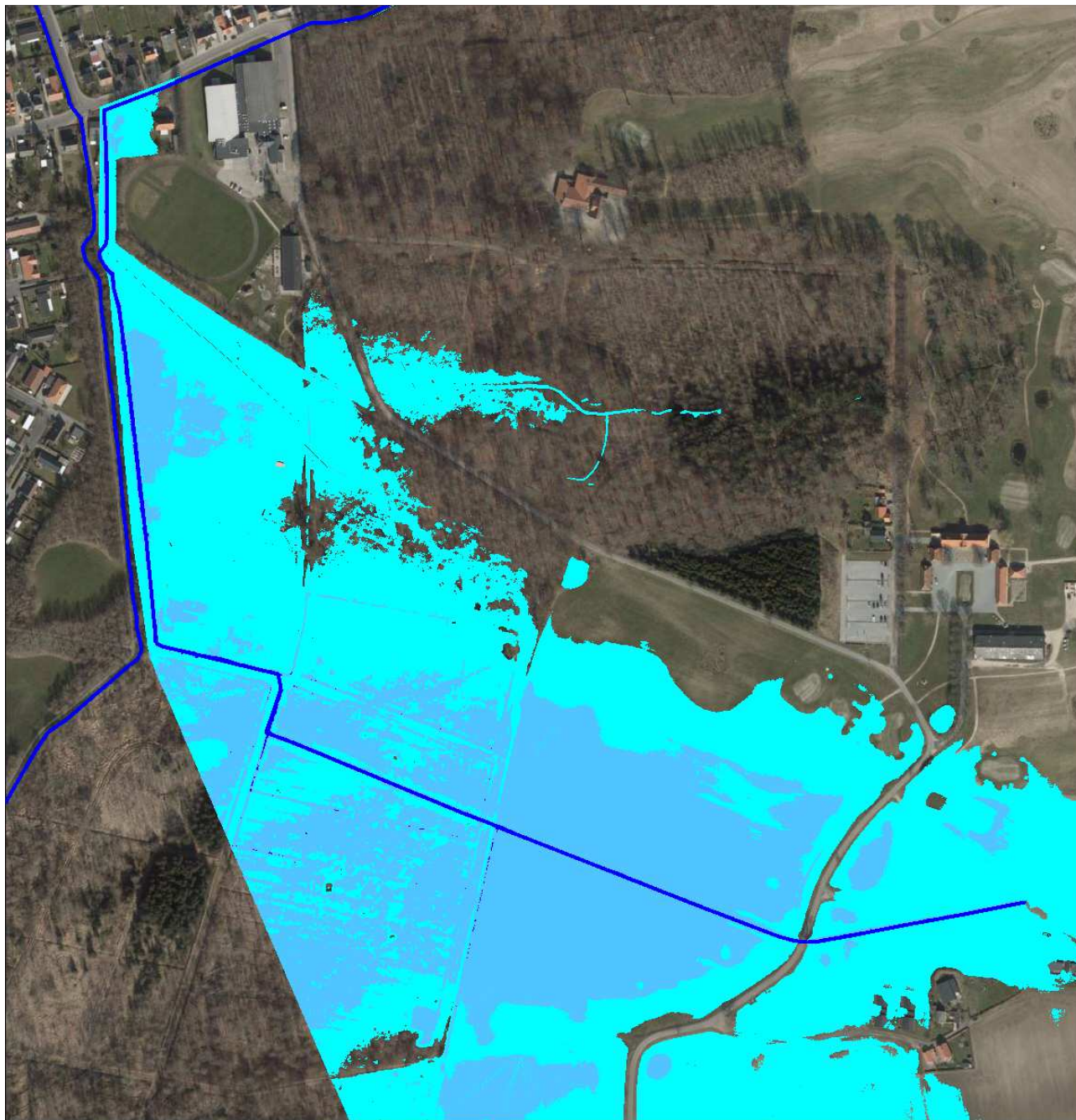
De beregnede vandspejle er vist som Bilag C. Alle hydrauliske beregninger er foretaget med et Manningtal på 25, som kan bruges for et forholdsvist stort vandløb med stor vandføring og kun lidt grøde. Hvis der er grøde i vandløbet, vil vandspejlet være højere.

Ved medianmaksimum sker der ikke oversvømmelser, men ved ekstreme afstrømninger sker der omfattende oversvømmelser (Figur 3-4). Ved beregningerne er der set bort fra, at der kan strømme vand fra Bybækken til Kristianslunds Østre Enge.

Oversvømmelserne skyldes tre flaskehalse, som det ses på Bilag C:

- > den rørlagte strækning ved Bogense Hallerne
- > de to overkørsler ved skovvejene

Ved nuværende 100-årshændelse sker der oversvømmelser af kolonihaver, af skoven og af golfbanen vest for Kristianslundsvej. Desuden strømmer der vand over Skovvej. Oversvømmelserne ved denne hændelse svarer nogenlunde til hændelsen i december 2015, som blev dokumenteret med droneoptagelser.



Figur 3-4 Oversvømmelser ved Kristianslunds Østre Enge med vandløbets nuværende skikkelse ved en 100-årshændelse nu (mellemlå) og klimafremskrevet (lysere). Den vestlige afgrænsning er kunstig. Der er set bort fra det dige, der nu er anlagt på golfområdet.

Ved udarbejdelse af kortet over oversvømmelserne er der regnet med, at vandet strømmer over terræn ved skovvejene (og altså ikke de højere koter, VASP beregningen i Bilag C giver).

4 Projektforslag

4.1 Oversigt

Projektet vil mindske risikoen for oversvømmelser ved at lede vand fra Bybækken til Ålebækken gennem Østre Enges Landkanal. Overførslen sker ved et overløb, der træder i funktion ved meget stor vandføring. Ved normal vandføring løber Bybækken uændret gennem byen.

En oversigt over forslaget er vist på Figur 4-1 og som Bilag D.

Vandet fra overløbet føres gennem et nyt vandløb frem til det nuværende vandløb 4d Kristianslunds Enge – Østre Enges Landkanal, som udvides.

Da Østre Enges Landkanal tilføres mere vand end nu, er det nødvendigt at øge dens kapacitet. Som led heri erstattes det nuværende rørlagte forløb ved hallerne med et nyt åbent forløb gennem stadion syd for hallerne.

De enkelte elementer af forslaget beskrives i det følgende fra overløbet til udløbet. Flere steder er der alternative løsninger, som beskrives undervejs.

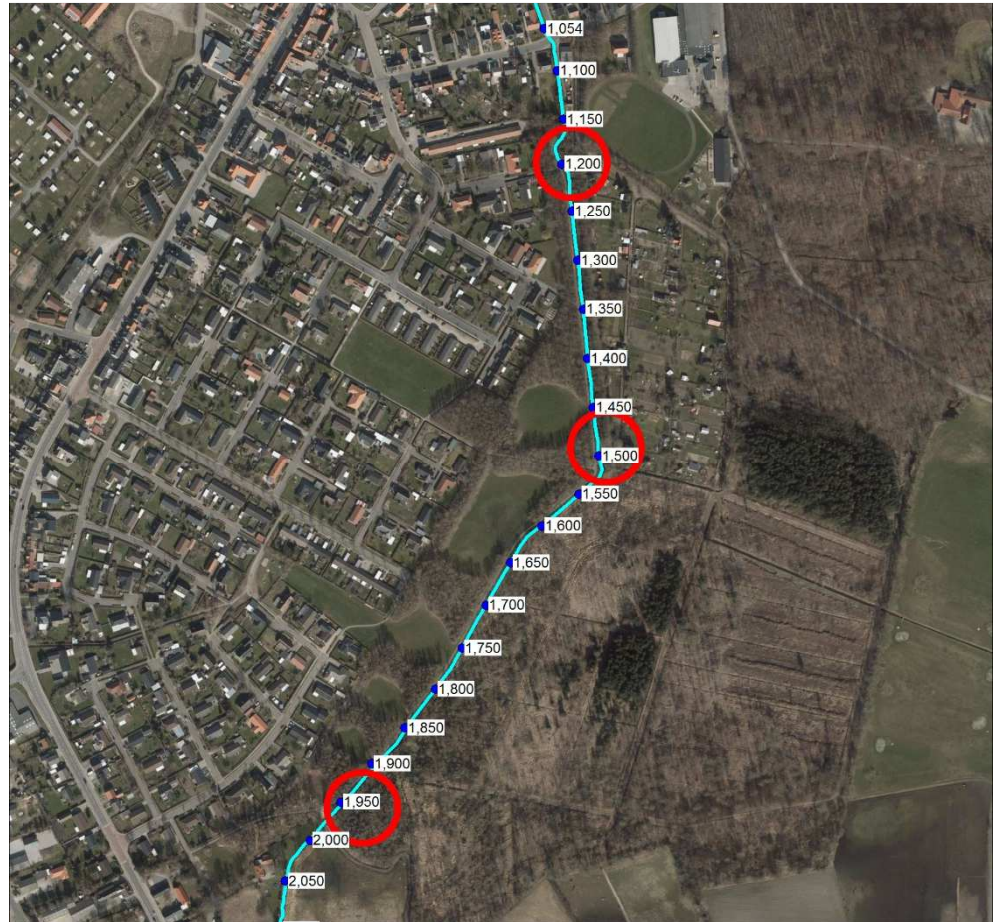


Figur 4-1 Projektforslaget

4.2 Overløb fra Bybækken

4.2.1 Placering af overløbskant

Tre placeringer af overløbet har været overvejet (Figur 4-2). Den første (nordlige) placerer overløbet ved st. 1200 nær banestien, men den anden (sydlige) ved st. 1950 har overløb ved begyndelsen af strækningen med ringe fald. Den tredje løsning er en placering mellem de to ved st. 1500, dvs. hvor vandløb 4d begynder at løbe parallelt med Bybækken.



Figur 4-2 Mulige placeringer af overløbet

Vandspejl ved forskellige placeringer af overløb

For at kunne sammenligne de tre placeringer har vi udført hydrauliske beregninger. Resultater af beregningerne er sammenfattet i Tabel 4-1 og vist som Bilag E. Til sammenligning er vist det beregnede vandspejl ved medianmaksimum under de nuværende forhold.

Tabel 4-1 Vandspejle ved forskellig placeringer af overløbet ved afstrømning på 160 l s⁻¹ km⁻² (foreløbige beregninger med overløbskant i kote 1,50)

	St. 2000	St. 1500	St. 1200
Placering nord, st. 1.200	1,89	1,69	1,48
Placering midt, st. 1.500	1,86	1,50	1,48
Placering syd, st. 1.950	1,54	1,50	1,48
Medianmaksimum uden overløb	1,65	1,61	1,60

Bilag E viser resultatet som længdeprofil. I beregningerne er det antaget, at vandløbet ikke løber over bredden. Desuden er det antaget, at 1080 l/s ledes bort gennem overløbet ved denne ekstreme vandføring.

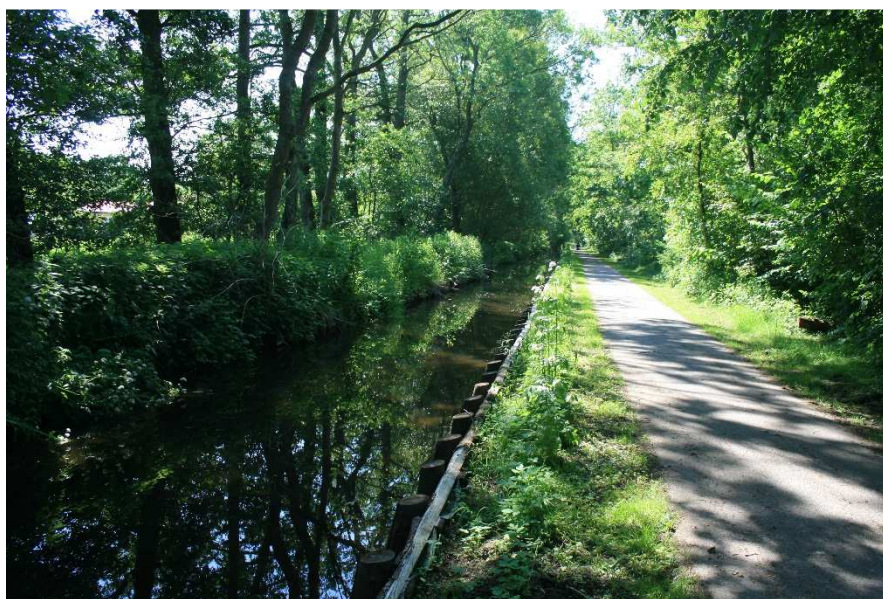
Beregningerne viser, at vandspejlet ved st. 2000 vil være 35 cm højere, hvis overløbskanten placeres i nord i stedet for i syd. En placering midt i området (st. 1500) hjælper ikke meget på vandstanden ved st. 2000.

De tre placeringer har hver deres fordele og ulemper:

- > Syd: Ved den sydlige placering udgraves et nyt vandløb fra st. 1950 frem vandløb 4d Kristianslund - Østre Enge, og vandløb 4d udvides langs kolonihaverne. Ved denne placering sænkes vandspejlet langs hele den udsatte strækning, hvilket minimerer behovet for terrænregulering langs Bybækken.
- > Midt: Ved denne placering undværes det ny vandløb, men vandspejlet vil stadig være højt i den sydlige del af området, hvor omgivelserne ligger særlig lavt, og terrænregulering er nødvendig.
- > Nord: Ved den nordlige placering minimeres anlægget af nye vandløb, men terrænregulering er nødvendig for at sikre Dyrehavekvarteret.

4.2.2 Terrænregulering nordvest for Bybækken

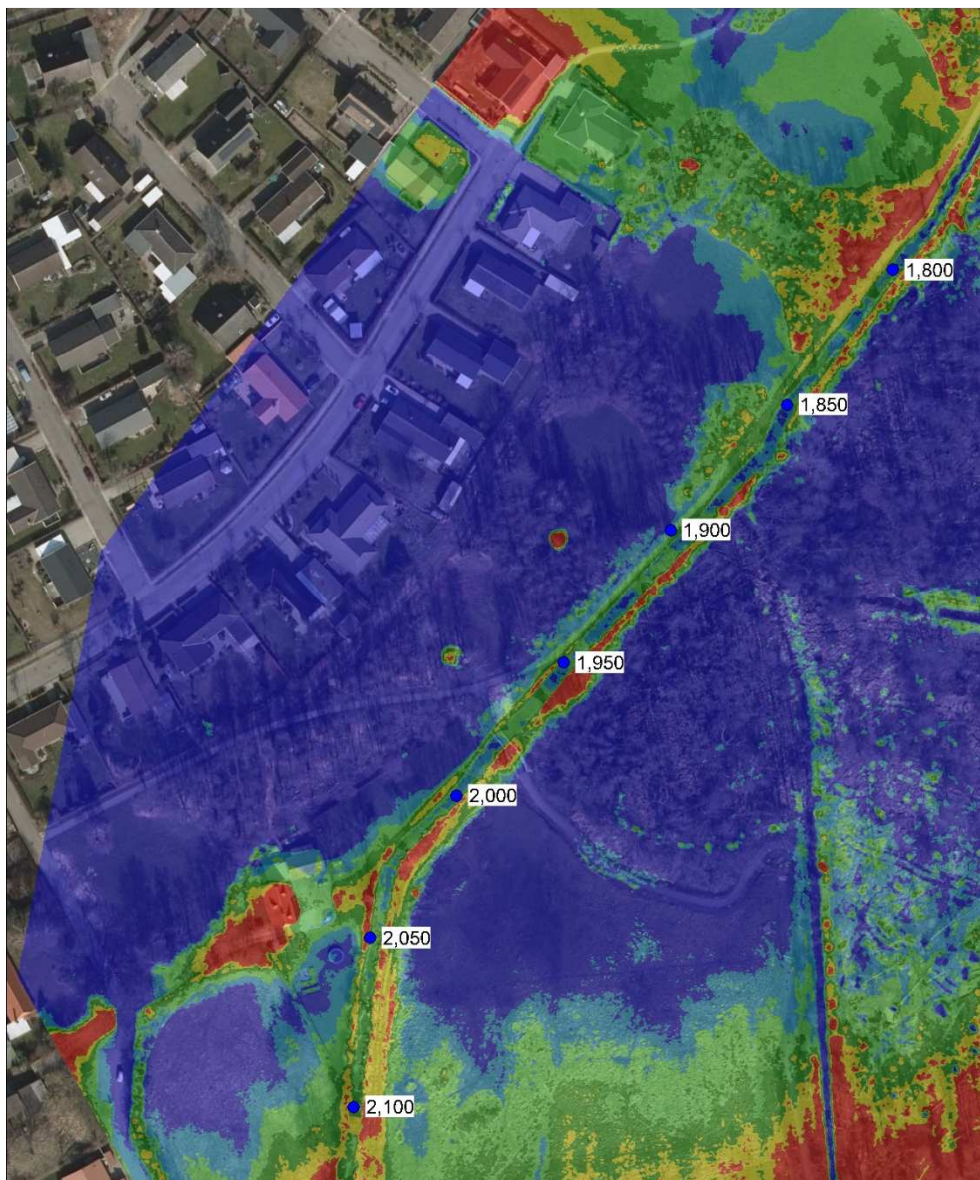
Den nordlige placering af overløbet kræver, at terrænet reguleres med et dige på nogle strækninger langs Bybækken for at sikre, at vandet ikke løber over i Dyrehavekvarteret. Det fremgår af Tabel 4-1, at terrænet skal sikres til mindst kote 1,90 m i syd og 1,50 m i nord, hvis man vælger den nordlige eller den midterste placering af et overløbet.



Figur 4-3 Bybækken. Der er ikke meget plads til terrænregulering mellem bækken og stien

Terrænet er forholdsvis nemt at regulere mod nord, men det er vanskeligt i det sydlige område, som samtidig er det mest kritiske. Det skyldes, at terrænet og stien her ligger lavt. Der er svært at få plads til et dige langs bækkens vestsiden en mur langs vandløbet vil være dyr.

Et alternativ ville være at forlægge Bybækken mod øst over en strækning på ca. 150 m og etablere et dige i det nuværende vandløb. Hvis man forlægger Bybækken er det tilstrækkeligt at hæve stien med 30 cm over en kortere strækning for at sikre til kote 1,90 m.



Figur 4-4 *Terrænforhold på den kritiske strækning ved Dyrehavekvarteret. Farverne viser konturer for et udsnit af højdemodellen. Mørk blå=terræn under 1,50 m, rød=over kote 1,90 m. Vandspejlet i Bybækken var på dette tidspunkt over det omgivende terræn.*

4.2.3 Stibro ved st. 1980

Nordfyns Kommune opførte i 2014 en ny stibro af betonelementer. Vi har ikke indmålt broen, men skønner, at underkanten af broen er i ca. kote 1,8 m. Broen vil derfor ikke give opstuvning, hvis overløbet placeres lige nord for broen.



Figur 4-5 *Stibro lige opstrøms det planlagte overløb*

4.2.4 Valg af placering

Vi anbefaler den sydlige placering af overløbet, da man så minimerer behovet for terrænregulering.

4.2.5 Udformningen af overløbet

Overløbet udføres som en 20 m lang overløbskant med erosionssikring på den nedstrøms side. Overløbet kan opbygges som en spuns med påstøbt betonhammer, alternativt som en støbt væg. Overløbskanten etableres i kote 1,60 m DVR90.

Forud for projektering og dimensionering af overløbet anbefales det, at der udføres geotekniske undersøgelser. I nedenstående anlægsoverslag er forudsat en fri spuns med spidskote -2,8. Af æstetiske grunde bør betonpåstøbningen dække forsiden af spunsen (mod Bybækken) til under normalt vandspejl.

Erosionssikring på nedstrøms side af overløbet udføres ved udlægning af 150-200 mm sten i et lag på 500-600 mm. Hulrum i stenlagets nederste 150 mm udfyldes med ærtesten. Udstrækningen af erosionssikringen er i overløbets fulde længde og i en bredde på min. 3 m. Til erosionssikringen medgår ca. 40 m³ sten.

Vandløbets profil låses fast i den nuværende skikkelse med udlæg af store sten over en 15 m lang strækning umiddelbart nedenfor overløbet. Dette for at forhindre, at senere oprensning af Bybækken øger vandføringsevnen, hvilket ville betyde, at der løb mindre vand gennem overløbet og mere gennem byen. Hertil medgår ca. 50 m³ sten.

4.2.6 Vandføring og vandspejl i Bybækken med forslaget

Hydrauliske beregninger viser, at ved en medianmaksimumvandføring ved overløbet på 295 l/s vil der strømme 35 l/s over overløbskanten. Ved en ekstrem afstrømning på 1330 l/s vil der strømme 1000 l/s over kanten, mens 330 l/s vil fortsætte i Bybækken. Vandføringen i Bybækken bliver således kun 10% højere i en ekstrem situation end ved det nuværende medianmaksimum.

Det beregnede vandspejl ved den klimafremskrevne 100-årshændelse med projektet er vist som Bilag F.

Vandspejlet ved st. 2000 bliver 1,68 m og falder til 1,63 m ved st. 1100. På strækningen opstrøms overløbet har vandløbet fald og ved st. 2200 bliver vandspejlet 1,93 m.

Med denne placering bliver behovet for terrænregulering meget ringe, men det anbefales at hele strækningen gennemgås med udgangspunkt at der sikres til de koter, der er vist på Bilag F.

4.3 Ændring af 4d og Østre Enges Landkanal

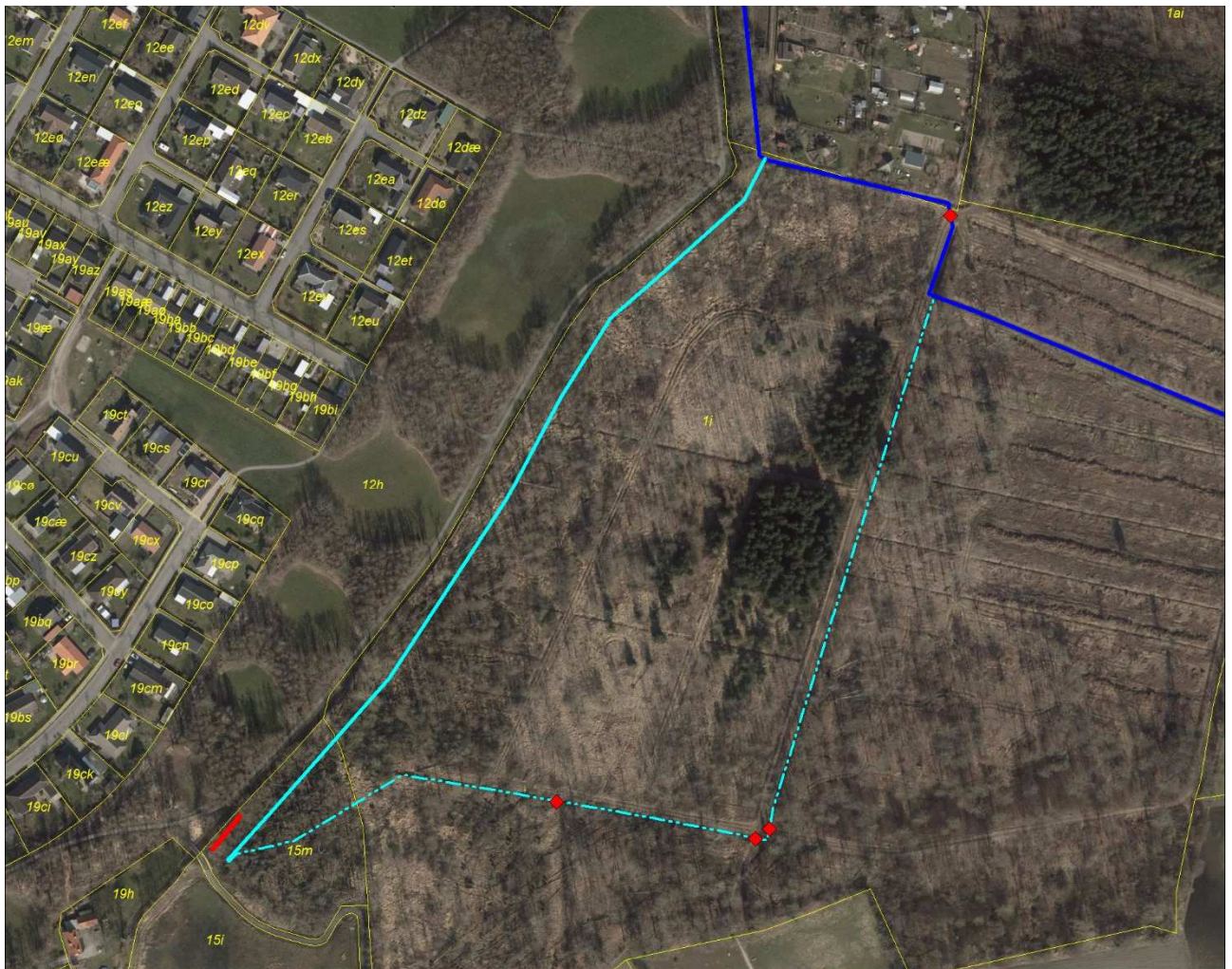
Nyt vandløb fra overløb til vandløb 4d

Vandet fra overløbet føres gennem et nyt vandløb anlagt i det lave område øst for Bybækken. Vandføringen i dette vandløb vil normalt være meget ringe, men skal dimensioneres til en vandføring på ca. 1000 l/s. Afløbet vil have en tendens til at gro til, men det skal vedligeholdes, så kapaciteten er til rådighed, når den er påkrævet. Der friholdes et arbejdsbælte langs vandløbets sydøst side.

Ved den sydlige placering af overløbet skal der graves et nyt vandløb frem til vandløb 4d. På Figur 4-6 er to mulige forløb – et 465 m langt vestligt langs Bybækken og et 600 m langt østligt, der udvider eksisterende grøfter og kræver udvidelse af 4d langs ekstra 150 m.

Det vestlige forløb kræver ikke nye overkørsler mens det østlige kræver 3 overkørsler. Fordelen ved det østlige forløb er, at der er mindre behov for rydning,

da der er en skovvej langs vandløbet. Begge løsninger ligger på privat ejede matrikler, nemlig 15m Tofte By, Skovby og 1i Harritslevgård Hgd., Skovby.



Figur 4-6 Mulige forløb fra overløbet til vandløb 4d (rød=rørbroer)

Udvidelse af vandløb 4d frem til banestien

Vandløb 4d skal udvides, således at det kan klare den øgede vandmængde. Strækningen har steder en regulativmæssig bundbredde på 1,0 m, men udvides til 1,8 m. Afgravningen skal ske på syd og vestsiden af vandløbet.

Skikkelse fra overløb til banesti

Dimensionerne på strækningen fremgår af Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Projekteret skikkelse af strækningen fra overløbet til banestien (vestligt forløb). Anlæg 1:1. Stationering er angivet i forhold Østre Enges Landkanals udløb som regnes i st. 3055.

Station (relativ)	Bundkote (DVR90)	Bundbredde (m)	Fald (‰)	Bemærkning
325	0,30			Ved overløb
		1,50		Nyt vandløb
790	0,20			Reg. st. 810
		1,80		Udvidet 4d
1122	0,10			Reg. st. 1142

Jordmængde

Det vestlige forløb fra overløbet til 4d kræver udgravning af 2000 m³, som benyttes til dige og adgangsvej langs vandløbet. Der bruges ca. 100 m³ sten til erosionssikring ved overløbet og sikring ved udløbet i vandløb 4d. Der skal ryddes et bælte på ca. 10 m bredde, dvs. ca. 5000 m².

På strækningen fra sammenløbet til banestien udvides den regulativmæssige bundbredde af 4d fra 1,0 til 1,8 m, og bunden sænkes fra 0,32 m til 0,20 m ved start og fra 0,26 til 0,10 m ved slut. Det medfører udgravning af 500 m³, der deponeres langs vandløbet.

Ledninger

Vandløb 4d krydser elforsyningen til kolonihaverne. Der er ingen andre ledninger, der berøres før nær MR-stationen og banestien.

4.4 Omlægning ved banestien

4.4.1 Fjernelse af jernbanebro

Vandløb 4b er nu ført under banebroen gennem en åbning med målene 90x90 cm, hvilket er for lidt. Den eksisterende bro er udført i granit. Den er 5,20 m lang og 4,15 bred. Brodækket er asfalteret. Der er monteret galvaniseret stål-rækværk på begge sider af broen. Den eksisterende bro bortskaffes fuldstændigt og erstattes af en ny stibro.



Figur 4-7 Banebroen over vandløb 4d skal fjernes

4.4.2 Ny stibro

Stibro kan udføres i træ, stål, beton eller i kombination heraf. Alle stålkonstruktioner skal være varmforzinkede. Stibroen udføres som en simpelt understøttet konstruktion. Spændvidden bliver ca. 6,0 m. Der etableres rækværk i begge sider af broen. Den fri bredde mellem rækværker skal være min. 1,8 m. Gangfladen skal være skridsikker.



Figur 4-8 Eksempel på stibro med bærende stålkonstruktion, stålrækværk og trædæk (bro ved Barfods Dam, Bogense)

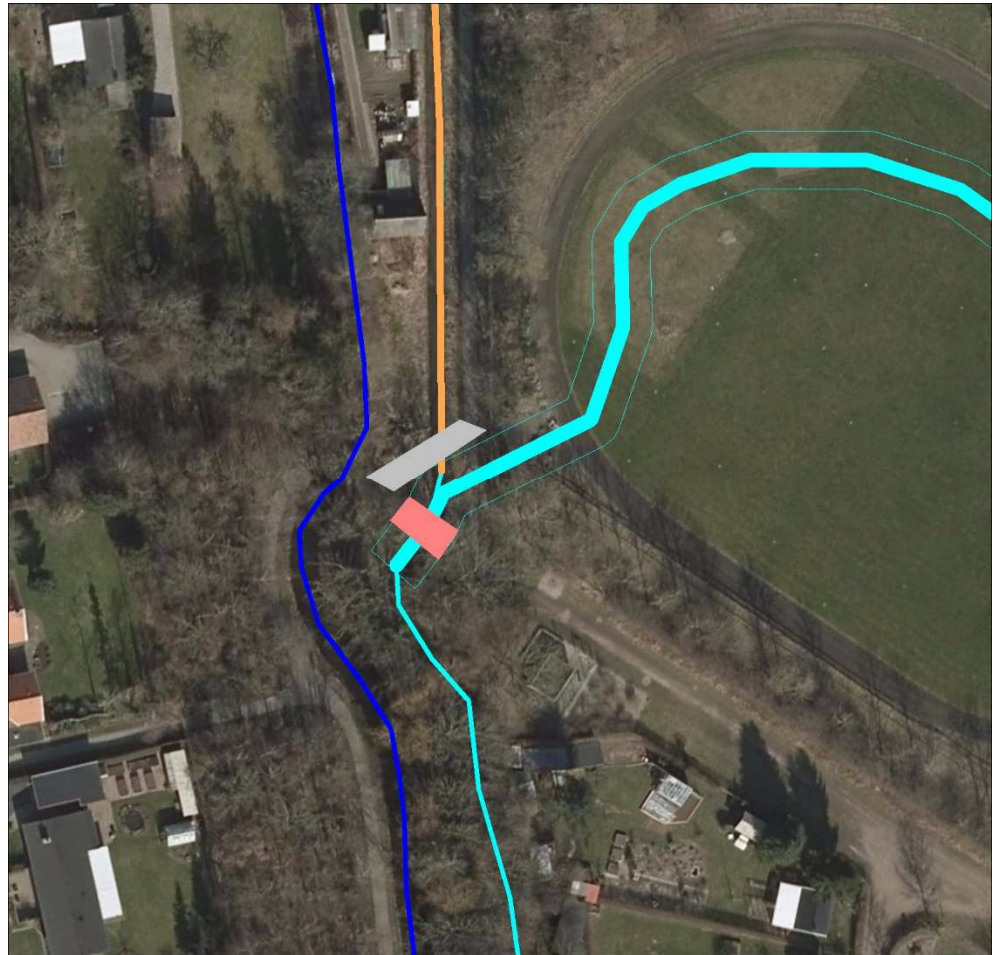
Projektering og dokumentation

Forud for projektering og dimensionering af ny stibro anbefales det, at der udføres geotekniske undersøgelser.

Stibroen dimensioneres for natur- og trafiklaster svarende til brogruppe III iht. Vejdirektoratets "Vejledning til Belastnings- og beregningsgrundlag, juli 2010", således, at den lever op til de krav om robusthed og holdbarhed, der er foreskrevet, og der er tradition for i forbindelse med brobygning i Danmark.

Rækværk

Rækværker skal opfylde funktionskrav til brorækværker iht. "Bestemmelser om opsætning af broautoværn og -rækværker af 4. juli 2006".



Figur 4-9 Omlægning ved banestien. grå = sti omlægges, lys rød = ny stibro. Fed lysblå streg viser bunden i det omlagte vandløb og tynd lysblå streg indikerer overkant af vandløbet ved anlæg 1:1 på stadion. Mørk blå = Bybækken (uændret)

4.4.3 Omlægning af sti

For at undgå endnu en stibro foreslås, at stien fra Skovvej langs det nuværende vandløb til banestien føres forbi det nye vandløb over "spidsen" af den private grund matr. nr. 1p Harritslevgård Hgd., Skovby (ca. 40 m²).

Stien udføres i samme bredde og med samme belægning som den nuværende sti.

4.4.4 Opfyldning af overflødig vandløb

Vandløb 4d tilfyldes på st. 1146-1248

Den overflødige strækning af vandløb 4d Kristianslund Enge – Østre Enge tilfyldes delvist, så det omdannes til en lav grøft, der afleder overfladevand mod nord.

Strækningen har nu ifølge regulativet en bundbredde på 100 cm, anlæg 1:1 og falder på strækningen fra kote 0,25 m til 0,01 m. Terrænet er her nær kote 1,50 m.

Den nye grøft anlægges med bundbredde 0,30 m, bundkote ca. 0,50 m under terræn og afløb under den omlagte sti i et Ø200 mm rør med udløb i kote 0,50 m. Alternativt kan lægges et dræn.

Der vil medgå ca. 320 m³ til tilfyldning af vandløbet, hvorfra skal dog trækkes ca. 50 m³ til den foreslåede grøft.

Sløjfning af indløbsbygværk og rør

Det overflødige indløbsbygværk fjernes. Røret lukkes ved tilstøbning i enden.



Figur 4-10 Indløbet til Østre Enges Landkanal fjernes

4.4.5 Ledninger

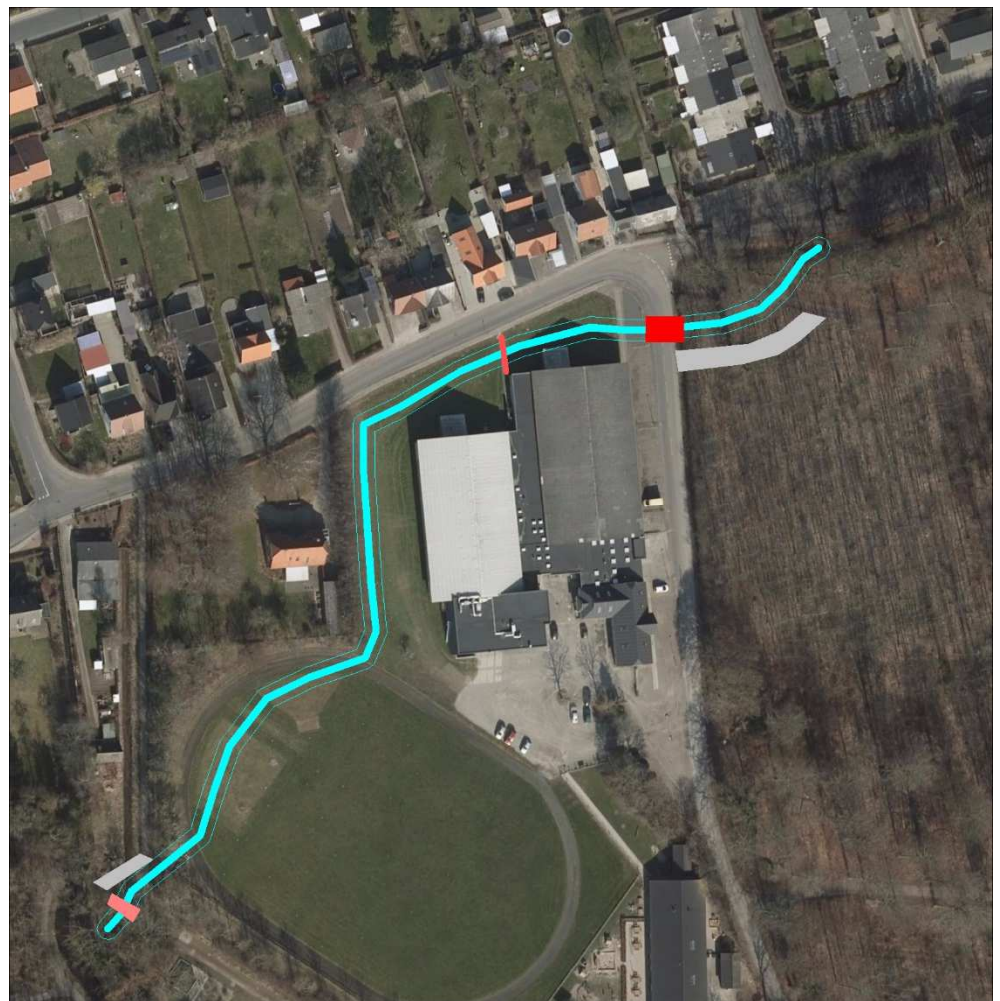
Nær banestien og MR-stationen krydses et elkabel, en vandforsyningsledning, telekabler og naturgasledninger. Nogle af disse skal formentlig omlægges.

4.5 Nyt forløb ved stadion

Der er skitseret to mulige forløb ved hallerne.

Nordligt forløb

Ved den nordlige løsning (Figur 4-11) graves vandløbet ned på vestsiden og nordsiden af hallerne. Pladsen er her begrænset, og der er flere ledninger. På vestsiden af hallerne skal der tages hensyn til adgangen til hallen, så det er nødvendigt at lægge vandløbet nær skellet til den gamle skovriderbolig. På nordsiden skal der være mulighed for at køre til den nordlige indgang.



Figur 4-11 Nordligt forløb ved hallerne (rød=broer, grå= omlægning af vej/sti)

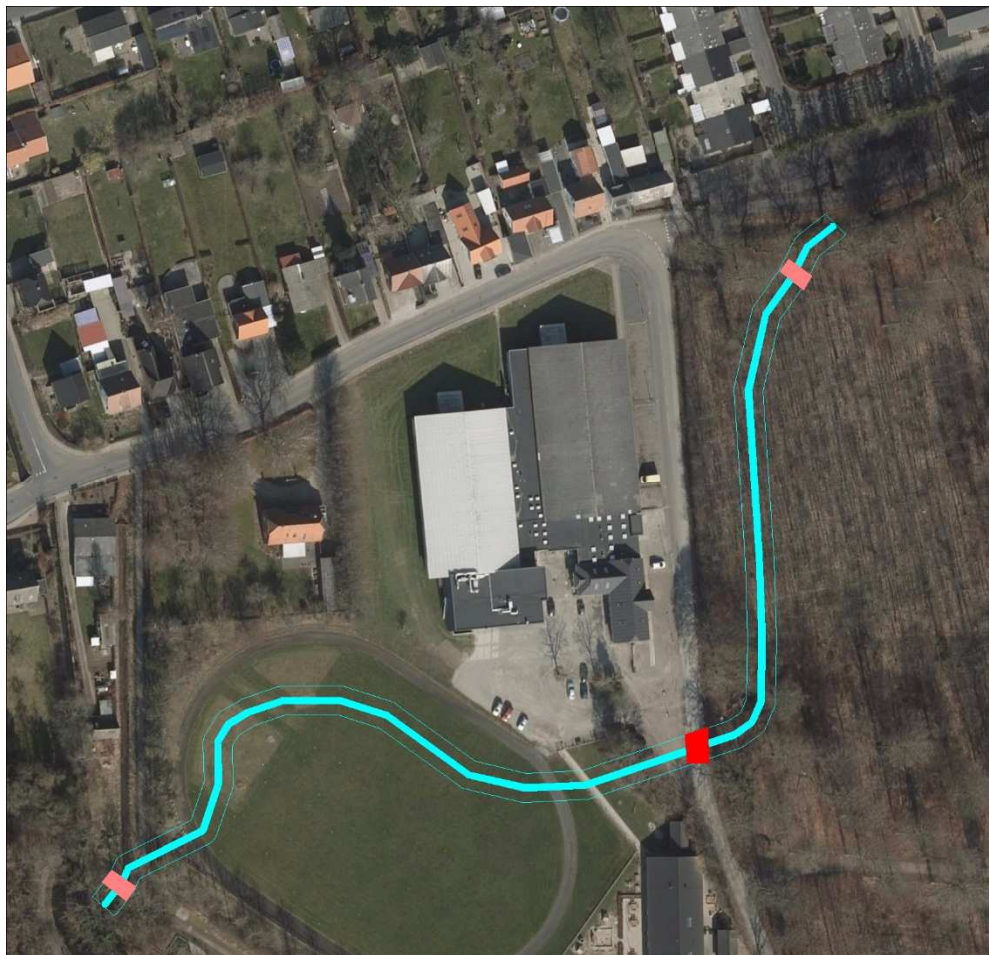
Vandløbet vil komme tæt på hallen, og det vil derfor være nødvendigt at rørlægge vandløbet på en strækning, f.eks. 55 m fra den nordlige indgang til den anden side af Kristianslundsvej. Det er ikke let, fordi der kræves meget store rør, hvis man skal undgå opstuvning. To parallelle Ø1600 rør giver en opstuvning på 3 cm ved ekstrem vandføring, mens to Ø1200 rør giver en opstuvning på 13 cm. En så stor opstuvning bør undgås. Det er imidlertid vanskeligt at placere to Ø1600 rør eller en tunnel, fordi der skal være et dæklag på ca. 50 cm vejens overflade er i kote 2,0 m. Desuden er det en ret dyr løsning (ca. 700.000 til to rør).

De dårlige pladsforhold betyder også, at der ikke er mulighed for at bruge et fladere anlæg end 1:1, hvilket gør vandløbet mere kanalagtigt, da vandoverfladen normalt vil ligge 1,5-1,6 m under terræn.

Sydligt forløb

Ved denne løsning passerer vandløbet gennem stadion og legepladsen foran børnehaven Skovhuset. Herfra føres vandløbet under Kristianslundsvej i en fir-kanttunnel og videre gennem skoven.

Forløbet kræver ændringer ved børnehaven, men der er her god plads til at finde en løsning som tager hensyn til ønsker til fremtidig brug af arealet. Skitsen på figuren skal derfor betragtes som et oplæg. Det foreslås at stien fra P-pladsen til børnehaven flyttes så indgangen bliver ved vejen. Desuden udvides legepladsen ind på stadions areal. Det opgravede materiale kan eventuelt bruges til en bakke.



Figur 4-12 Forløb syd for hallerne

Ved den sydlige løsning krydses skovvejen. Det foreslås, at der etableres en stibro over krydsningen, således at der fortsat bliver adgang til skoven på samme sted som nu for fodgængere og cyklister. Krav til ny stibro er de samme som for ny stibro ved banestien – se ovenfor. Der kan eventuelt anlægges en ny skovvej for kørsel, hvis der er behov herfor, uden at den krydser vandløbet.

Tabel 4-3 *Projekteret skikkelse af strækningen fra banestien til udløb i eksisterende vandløb. Anlæg 1:1. Stationering er angivet i forhold Østre Enges Landkanals udløb som regnes i st. 3055.*

Station (relativ)	Bundkote (DVR90)	Bundbredde (m)	Fald (‰)	Bemærkning
1122	0,10			Banesti
		1,80		
1350	0,08			Udløb

Jordmængde

På strækningen indtil skoven skal udgraves 2.200 m³ med et anlæg 1:1. Af landskabelige grunde anbefales det dog at ændre anlægget eller at afgrave en "ådal", så der bliver f.eks. 1 m brede afsatser en meter over bunden. Herved øges jordmængden til ca. 3.000 m³.

På strækningen i skoven skal der afgraves ca. 1.600 m³. Desuden bliver det nødvendigt at fælde nogle træer.

Ledninger

Vandløbet krydser en naturgasledning på stadion. Det sydlige forløb krydser desuden ledninger langs Kristianslundsvej og langs skovvejen, herunder vandforsyning. Det nordlige forløb løber parallelt med mange ledninger ved Skovvej og krydser flere ledninger i Kristianslundsvej og ved skovvejen.

4.5.1 Underføring af Østre Enges Landkanal under Kristianslundsvej

Underføring af den udvidede landkanal under Kristianslundsvej udføres som en præfabrikeret betonelementtunnel.

Geometrisk grundlag

Hvor den udvidede landkanal krydser Kristianslundsvej, ligger vejen med vejoverside i kote ca. 3,40 og vandløbet med bund i kote 0,05. Under vejen anlægges en firkanttunnel af betonelementer med en indvendig højde på 2,0 meter og en indvendig bredde på 4,5 meter. Tunnellængden er ca. 10 meter. Tunnellen etableres med indvendig bund i kote -0,15. Indvendigt i tunnellen etableres i begge sider 0,5 meter høje banketter. Banketter udføres i grovbeton.

De 2 yderelementer leveres med kantbjælke med en bredde på 0,30 meter.

Ved tunnelenderne etableres der fløjvægge i alle fire hjørner. Det fastlægges ved detailprojektering, om det er mest hensigtsmæssigt med skrå fløjvægge, eller om fløjvægge skal være parallelle med overført vej.

Fugtisolering

Tunneldækket fugtisoleret med type IVa fugtisolering, der påføres hele tunneldækket og føres minimum 200 mm ned på bagsiden af tunnelvæggene. Mellem fugtisolering og vejkasse etableres fiberdug af geotekstil. Fugtisoleringen afsluttes med klemskinneafslutninger langs kantbjælkerne ved tunnelenderne. Øvrige betonoverflader mod jord påføres tynd isolation.

Projektering og dokumentation

Forud for projektering og dimensionering af tunnelelementerne anbefales det, at der udføres geotekniske undersøgelser.

Tunnelen dimensioneres således, at den lever op til de krav om robusthed og holdbarhed, der er foreskrevet, og der er tradition for i forbindelse med brobygning i Danmark.

Betonelementerne henføres til konsekvensklasse CC2 og udføres i normal kontrolklasse.

Miljøklasse: Aggressiv

Dæklag: min. 45 mm

Brudgrænsetilstand: Der henvises til DS/EN 1991-2 inkl. DK NA. Betonelementerne dimensioneres for jordtryk og trafiklast svarende til brogruppe II.

Anvendelsesgrænsetilstand: Der henvises til DS/EN 1991-2 inkl. DK NA.

Der benyttes gældende vejregler, vejregelforslag og Eurocodes i nyeste gældende udgaver.

VD vejregler og instrukser:

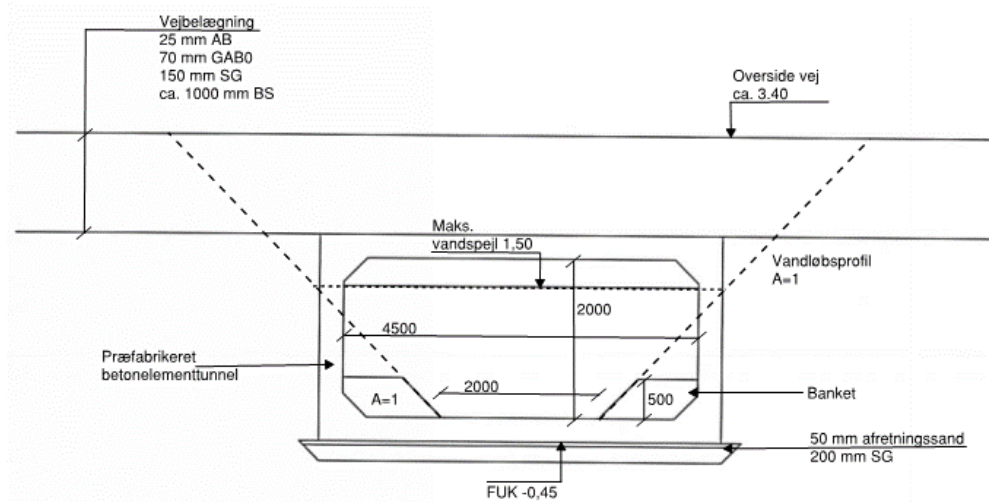
- > Vejledning :til Belastnings- og beregningsgrundlag, juli 2010

Almindelige arbejdsbeskrivelser (AAB) i gældende udgave er gældende:

- > Jordarbejder
- > Fundering
- > Stillads og form
- > Slap armering
- > Beton
- > Fugtisolering

Rækværk

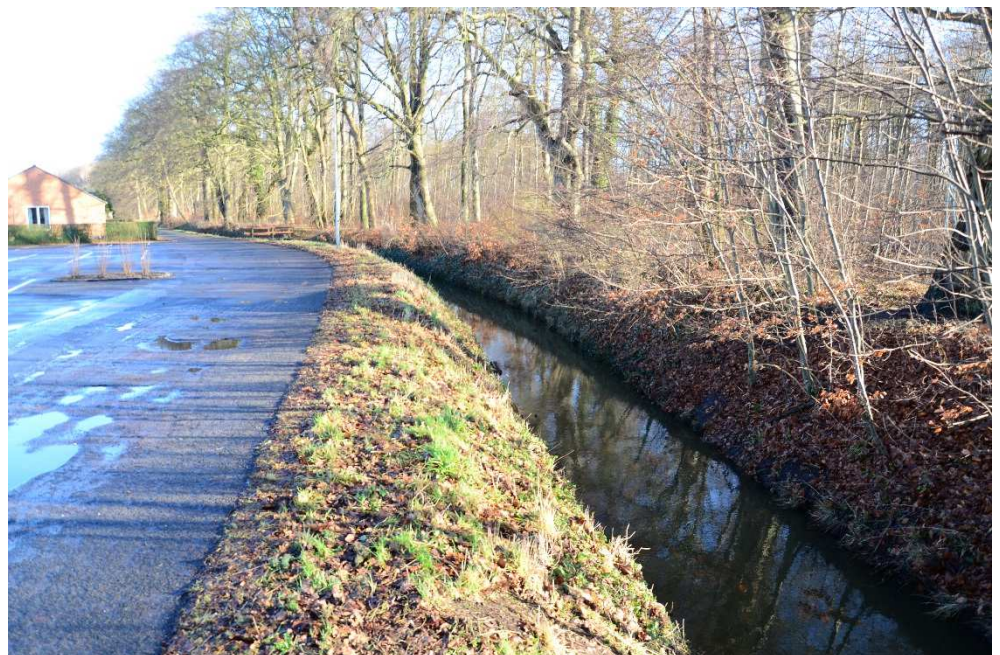
I begge sider af Kristianslundvej etableres rækværk ved underføringen. Rækværk skal opfylde funktionskrav til brorækværker iht. "Bestemmelser om opsætning af broautoværn og -rækværker af 4. juli 2006".



Figur 4-13 Tværsnit af underføring af Østre Enges Landkanal under Kristianslundsvej

4.6 Østre Enges Landkanal udvides

Landkanalen er ikke dimensioneret til ekstreme afstrømninger og til overledning af vand fra Bybækken. Det betyder, at det er nødvendigt at udvide vandløbets tværsnit og at udskifte broer og røroverkørsler.



Figur 4-14 Østre Enges Landkanal ved Skovvej



Figur 4-15 Østre Enges Landkanal set fra overkørsel ved Østre Enges pumpestation mod vest. Denne overkørsel fjernes.

Langs Skovvej skal afgravningen ske i skoven på sydsiden, og der skal fældes et antal træer, som er for tæt på vandløbet. På det meste af den følgende strækning afgraves på nordsiden, da terrænet her er lavere.

Tabel 4-4 Projekteret skikkelse af Østre Enges Landkanal. Anlæg 1:1. Stationering er angivet i forhold landkanalens udløb som regnes i st. 3055.

Station (relativ)	Bundkote (DVR90)	Bundbredde (m)	Fald (‰)	Bemærkning
1350	0,00			
		2,00		
2665	-0,36			Gyldenstensvej ind
		-		
2675	-0,37			Gyldenstensvej ud
		2,00		
3015	-0,46			Broindløb
		2,00		
3023	-0,47			Broudløb
		2,00		
3055	-0,47			

Jordmængder

Østre Enges Landkanal har ifølge vedtægterne en bundbredde på 0,6 m frem til pumpestationens udløb og herefter 1,2 m frem til udløbet. Regnes med en gennemsnit terrænkote på 1,5 m skal der udgraves ca. 1.800 m³ frem til pumpestationens udløb og yderligere 1.200 m³ på den sidste strækning.

Ledninger

På denne strækning krydser vandløbet to spildevandsledninger, elforsyning, telekabler og Stofa.

4.7 Gyldenstensvej

4.7.1 Opstuvning ved broen

Broen, hvor Gyldenstensvej krydser Østre Enges Landkanal, ligger lavt og har et lille tværsnit. Den er begrænsende ved store vandføringer. Ved en 100-års hændelse med overløb fra Bybækken (100 l s⁻¹ km⁻²) giver broen en opstuvning på ca. 20 cm, men med klimafremskrivning (160 l s⁻¹ km⁻²) bliver opstuvningen 50 cm, og vandspejlet lige opstrøms bliver broen 1,27 m. Vejens overflade har kote 0,85-0,90 m, men den er beskyttet af en kantmur til kote 1,45 m. Beregningerne er foretaget for det udvidede vandløb.

Opstuvningen forplanter sig opstrøms, og i denne ekstreme situation (160 l s⁻¹ km⁻²) bliver vandspejlet ved stadion 1,50. Desuden vil vandstanden ved overløbskanten ved Bybækken blive 1,70, og overløbet vil blive mindre effektivt.

Til sammenligning bliver vandstanden ved stadion 1,05 m ved 100 l s⁻¹ km⁻², og overløbet vil fungere.

Broen er således en flaskehals, og den bør udskiftes, men man kan vælge at udskyde udskiftningen til broen skal renoveres.

Det skal understreges, at beregningerne er foretaget med et Manningtal på 25. Hvis ruheden er større end forudsat, vil vandstanden opstrøms blive højere, og dermed bliver udskiftningen af broen vigtigere.

4.7.2 Udformning af broen

Udskiftningen af broen på Gyldenstensvej foreslås udført som en pladebro med spunskonstruktion som endeunderstøtninger. På den måde kan arbejdet udføres med minimalt indgreb i vandløbet og uden at lukke for trafikken (med prioriteret kørsel eller lysregulering i ét spor).

Det anslås, at en sådan bro vil koste 2,2 mio. kr. inklusive geoteknik, projektering, byggeledelse og tilsyn.

4.8 Andre tiltag

Vandspejlsberegningerne på vandløb 4d i Bilag E viser, at der er opstuvning ved st. 460 og st. 700 på grund af to rørbroer, som nu kun er Ø600-Ø700. Rørbroerne betyder således, at arealerne opstrøms fungerer som et forsinkelsesbassin, der tilbageholder vand. Denne effekt udebliver, hvis rørbroerne udskiftes. Terrænet på skovvejene er hhv. 1,60 og 1,70 m og det er derfor muligt at udskifte rørbroerne med Ø1200.

4.9 Ledningsomlægning og afværgeforanstaltninger

Oplysningerne er sammenfattet i Tabel 4-5.

Tabel 4-5 Ledninger der kan blive berørt

Ledningsejer	Bemærkning
Bogense Forsyningsselskab (vand)	Ledning langs skovvejen, som krydser Kristianslundsvej ved dennes udmundning i Skovvej. Skal formentlig omlægges. Ledning i stien fra Skovvej til banestien krydser vandløbene nær det sted, hvor gasledningerne også krydser. Skal måske omlægges.
Energi Fyn	Krydser vandløb 4d ved kolonihaverne. Kabler krydser Østre Enges Landkanal. Kabel langs Kristianslundsvej og skovvejen
Energi Fyn Fiber	Kabel krydser Kristianslundsvej nær Skovvej
Global Connect	Kabel krydser Kristianslundsvej nær Skovvej
NGF Nature Energy	NGF has som nævnt en MR station nær det sted, hvor overløbet etableres. Projektet krydser 3 forsyningsledninger, og det er formentlig nødvendigt at omlægge eller sikre disse ledninger.
STOFA	Kabel forsyner hallen fra Skovvej Kabel krydser Østre Enges Landkanal nær Violvej
TDC	Kabel i banestien Kabler på begge sider af Kristianslundsvej, langs skovvejen og under Østre Enges Landkanal nær Gyldenstensvej.
Vandcenter Syd	Stikledninger fra hallerne, men beliggenheden inde på grunden fremgår ikke af planen. Østre Enges Landkanal krydses to gange af spildevandsledninger, men det forventes at de ligger så dybt, at de ikke skal omlægges.

4.10 Yderligere undersøgelser

Det anbefales, at der udføres geotekniske undersøgelser i forbindelse med detailprojektering af firkanttunnelen samt de nye stibroer.

4.11 Anlægsoverslag

Anlægsoverslaget er for den anbefalede løsninger som angives i Tabel 4-6.

Tabel 4-6 Anlægsoverslag

Post	Overslag
Arbejdsplads	200.000
Overløbskant, inklusive erosionssikring	275.000
Sikring af vandløbsprofil, 50 m ³ sten	50.000
Anlæg af nyt vandløb fra overløb til 4d, 465 m, 2000 m ³	150.000
Rydning 5000 m ²	80.000
Stensikring af nyt vandløb, 100 m ³	80.000
Udvidelse af vandløb 4d, 330 m, 500 m ³	50.000
Røroverkørsel på 4d, 3 stk.	120.000
Stibro banesti	175.000
Fjernelse af jernbanebro	30.000
Lukning af rørlagt vandløb, fjernelse af bygværker	40.000
Opfyldning af nederste del af 4d	40.000
Omlægning af sti ved banen	40.000
Udgravning af nyt vandløb syd for hallerne, 230 m, 4.600 m ³	330.000
Firkanttunnel ved Kristianslundsvej/børnehave	900.000
Ændringer ved børnehave (hegn, sti)	75.000
Stibro i skoven	175.000
Udvidelse af Østre Enges Landkanal, 3.000 m ³	250.000
Fjernelse af overkørsel ved pumpestation	30.000
	3.090.000
Detailprojektering, geoteknik og tilsyn	350.000
Erstatninger mv. (skøn)	500.000
I alt	

Omkostninger til erhvervelse af arealer og erstatninger er anslået for at dække et areal på ca. 1 ha, fældede træer m.v.

Håndtering af overskudsjord er en usikker post. Det foreslås, at overskuddet på stadion bruges til en lille bakke på grunden.

Udgifter til omlægning af ledninger forventes afholdt af ledningsejerne efter gæsteprincippet og er derfor ikke prissat.

5 Konsekvenser

5.1 Oversvømmelser

5.1.1 Bybækken

Bogense Bybæk er et usædvanligt vandløb, idet det flere steder ligger højt i terrenet, således at vandet strømmer væk fra vandløbet, når det går over sine bredder. Det skyldes, at vandløbets forløb er kunstigt. Konsekvenserne af oversvømmelser kan derfor ikke beregnes på samme måde som i "normale" vandløb, hvor vandet samles i de vandløbsnære områder.

Ejendomme kan påvirkes af oversvømmelser på tre måder:

- > de ligger i en lavning, hvor vandet samles
- > vand strømmer over ejendommen, når vandløbet går over bredden
- > vand strømmer op gennem regnvands- eller spildevandssystemet, fordi det overbelastes af tilført vandløbsvand

Ved projektet ledes en vandføring større end ca. 220 l/s (dvs. lidt under medianmaksimum på 296 l/s) gennem et overløb placeret st. 1950. Ved en afstrømning svarende til den nuværende 100-årshændelse overføres 600 l/s og ved en fremskrevne 100-årshændelse 1080 l/s.

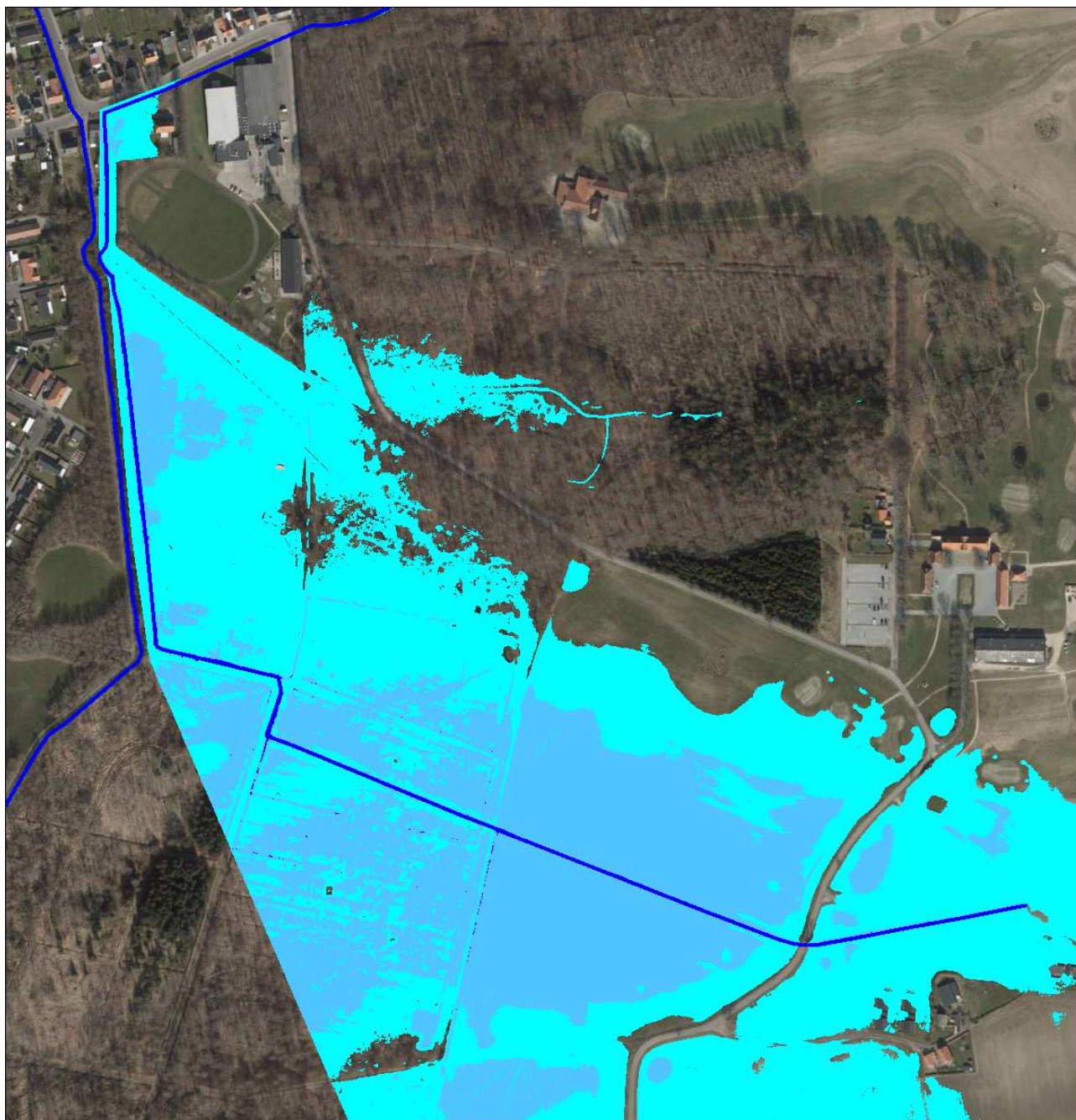
Overførslen betyder, at der ikke længere vil ske oversvømmelser fra Bybækken - hverken i Dyrehavekvarteret eller nedstrøms Skovvej.

5.1.2 Kolonihaverne

Kolonihaverne ligger lavt, og de laveste punkter er omkring kote 1,1 m. Området afvandes af et rørlagt vandløb, der løber ud i en grøft, som er et tilløb til vandløb 4d. Ved medianmaksimum er vandstanden nu 0,8 m, og den sænkes med projektet til 0,6 m. Kolonihaverne oversvømmes nu ved ekstrem afstrømning, og der vil fortsat kunne ske oversvømmelser med projektet, men i mindre omfang end nu.

5.1.3 Vandløb 4d Kristianslunds Enge – Østre Enges Landkanal

Udvidelsen af vandløbene og udskiftningen af to rørbroer betyder, at der stort ikke sker oversvømmelser ved en 100-årshændelse med den nuværende afstrømning, og at oversvømmelserne ved den fremskrevne 100-årshændelse bliver lidt mindre end ved den nuværende 100-årshændelse uden projekt.

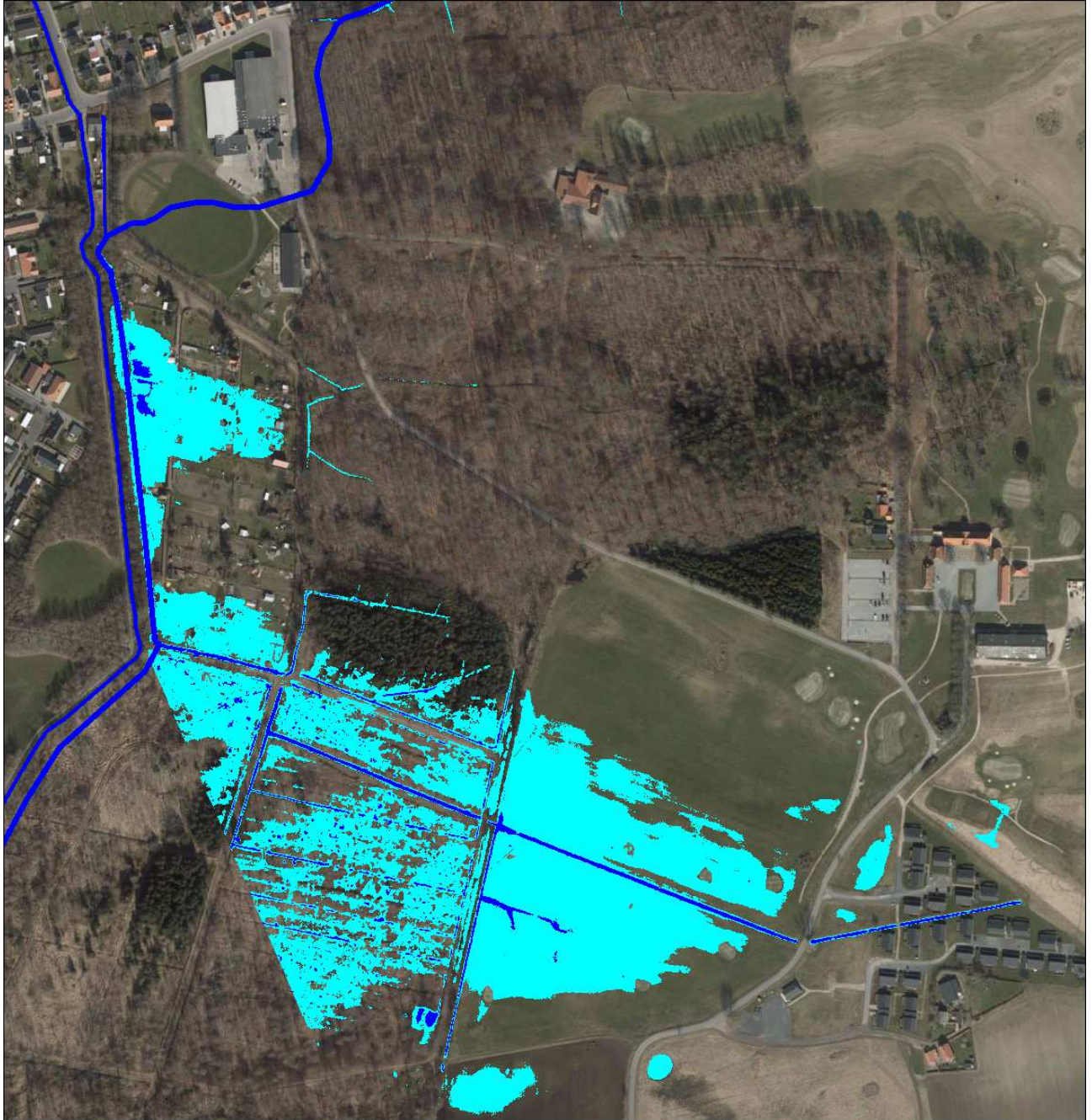


Figur 5-1 Oversvømmelser ved Kristianslunds Østre Enge med vandløbets nuværende skikkelse ved en 100-årshændelse nu (mellemlå) og klimafremskreven (lys blå). Vandstanden ved udløbet er sat til 0,1 m. Ved beregningen er set bort fra eventuelle overløb fra Bybækken. Den vestlige afgrænsning er kunstig. Der er set bort fra det dige, der nu er anlagt på golfområdet.

Ved nuværende 100-årshændelse sker der oversvømmelser af kolonihaver, af skoven og af golfbanen vest for Kristianslundsvej. Desuden strømmer der vand

over Skovvej. Oversvømmelserne ved denne hændelse svarer nogenlunde til hændelsen i december 2015, som blev dokumenteret med droneoptagelser.

Oversvømmelsernes udbredelse er vist på Figur 5-2.



Figur 5-2 Oversvømmelser med projektet ved en 100-årshændelse nu (mørkblå) og fremskrevet (lysblå)

Projektet vil også have effekt selvom vandet opstives nær udløbet på grund af højvande. Beregninger viser, at en kombination af en afstrømning på $100 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ og en vandstand ved udløbet på 1,00 m vil resultere i en oversvømmelse, der er en mindre end den lysblå flade på Figur 5-2. Det er meget usandsynligt, at stort højvande og ekstrem vandføring indtræffer samtidigt.

5.1.4 Konsekvenser med hensyn til oversvømmelse

Konsekvenserne er sammenfattet i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Sammenligning af scenarier

	Nu	Med projekt
Dyrehavekvarteret	Strømning på terræn ved afstrømning over medianmaksimum kan give skader på ejendomme.	Projektet udformes så strømning på terræn forhindres
Skovvejskvarteret	Strømning på terræn ved afstrømning over medianmaksimum kan give skader på ejendomme. Lavtliggende ejendomme kan påvirkes af opstigende vand fra overbelastede kloakker.	Projektet udformes så strømning på terræn forhindres
Kristianslunds Enge	Omfattende oversvømmelser ved store afstrømninger	Kun oversvømmelse ved fremskrevet 100-årshændelse
Forsyningen	Belastning af regnvandssystemet ved Dyrehavekvarteret. Hvis det regner samtidig med ekstrem afstrømning, kan ledningen næppe følge med. Belastning af det fælleskloakerede område ved Skovvej m.fl. med mulige overløb af kloakker. Omfang kan ikke fastslås uden forsyningens hydrauliske model.	Belastning undgås
Vestre Enge	Vestre Enge får tilført vand fra Bybækken, hvilket er at betragte som uvedkommende. Pumpestationen er således påvirket af de ekstra vandmasser	Belastning undgås
Østre Enge	Østre Enge får tilført vand fra Bybækken via fælleskloakken samt overfladisk afstrømning, hvilket er at betragte som uvedkommende. Pumpestationen er således påvirket af de ekstra vandmasser. Østre Enge får tilført opspædet spildevand.	Belastning undgås

5.2 Afvanding

Projektet ændrer ikke afvandingsforholdene langs Bybækken eller langs den øvre strækning af 4d. Langs den udvidede strækning af vandløb 4d sænkes det normale vandspejl lidt, hvilket forbedrer afvandingen i kolonihaverne. Effekten er dog marginal. Vandspejlet i Østre Enges Landkanal ved normal vandføring ændres kun lidt, da det er påvirket af opstuvning. Ændringen har ikke betydning for de tilstødende arealer.

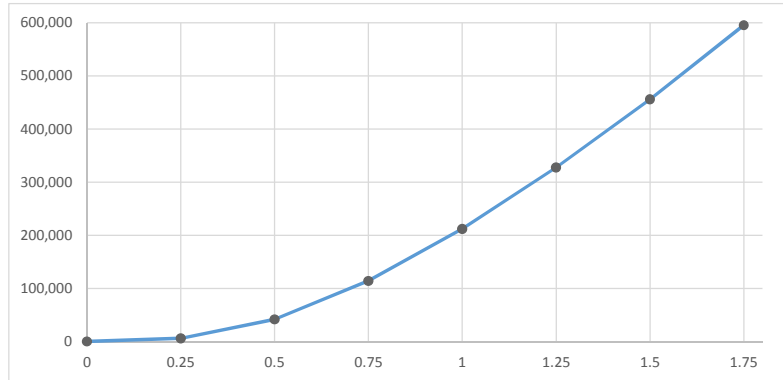
5.3 Ålebækken

Østre Enges Landkanal løber ud i Ålebækken. Ålebækken har et væsentligt større opland (20 km²) end landkanalen (ca. 5 km²), og det skønnes derfor ikke nødvendigt at regulere den sidste strækning af Ålebækken.



Figur 5-3 Opstuvning i Ålebækken. Lysblå = terræn under kote 0,50 m og lys grøn = terræn under 1,00 m.

Umiddelbart opstrøms Gyldenstensvej løber Ålebækken i en ret bred ådal, som kan opstuve betydelige mængder vand (Figur 5-3). Mængden er vist i Figur 5-4.



Figur 5-4 Beregnet opstuvet volumen (m³) i Ålebækken ved forskellig vandstand (0-1,75 m)

Hvis højvandslukket træder i funktion ved en havvandstand på kote 0, kan der opstuves 212,400 m³, inden vandstanden bag højvandslukket stiger til 1,00 m. Hvis højvandslukket først lukker ved kote 0,50 m, kan der stadig opstuves 170,600 m³ under kote 1,00.

Tabel 5-2 Mulig opstuvning ved Ålebækken

Niveau	Areal (ha)	Volumen (m ³)
0 - 0,50 m	20,8	41,800
0,50 - 1,00 m	43,1	170,600
I alt 0 - 1,00 m	43,1	212,400

Ved en 100-årshændelse under de nuværende forhold vil strømme 173,000 m³ til "reservoiret" i løbet af 24 timer. Hvis vandstanden var 0, når afløbet blev lukket, vil vandstanden således stige til ca. 0,90 m. Hvis vandstanden ved start var 0,50 m, vil niveauet stige til ca. 1,0 m. Det skal tilføjes, at det er usandsynligt, at ekstremt højvande og ekstrem afstrømning indtræder samtidig.

Projektet vil betyde, at vandstanden kan stige yderligere i en situation med stor afstrømning og lukket sluse.

5.4 Natura2000

Både Bybækken og Ålebækken løber ud i Habitatområde 92 Æbelø, havet syd for og Nærå samt Fuglebeskyttelsesområde 76 Æbelø og kysten ved Nærå og Ramsar-område 16 Kysten ved Nærå og Æbelø.

Vi vurderer, at projektet ikke påvirker de forhold, der ligger til grund for udpegningen af områderne.

5.5 Vandløb

Vandløbene er alle omfattede af reglerne i naturbeskyttelseslovens §3, og ændringerne kræver derfor dispensation.

Desuden skal projektet behandles som en reguleringssag efter vandløbslovens regler.

I henhold til miljøgis for vandområdeplanerne 2015-2021 (juni 2016) er Bybækken og Ålebækken målsatte vandløb. Begge vandløb er klassificeret som stærkt modificerede på de relevante strækninger. Vandløb 4d og Østre Enges Landkanal er ikke målsatte. Den relevante strækning af Ålebækken er karakteriseret som et blødbundsvandløb, hvilket betyder, at tilstanden ikke kan bedømmes for tiden. Bybækkens tilstand er karakteriseret som moderat økologisk potentiale for smådyr. Begge vandløb er målsatte med godt økologisk potentiale. For Bybækken er målopfyldelsen udsat til efter 2021.

Der er ikke i vandområdeplanen planlagt indsatser i de to vandløb på de berørte strækninger, bortset fra en indsats overfor et regnbetinget udløb (1d) i den næreste strækning af Bybækken. Terrestrisk natur

Beskyttet natur

Mellem vandløb 4b og det nye vandløb fra overløbet er udpeget en mose. Afvandingen af dette område afhænger især af grøfterne i skoven, men det kan ikke udelukkes, at det nye vandløb medfører en sænkning af vandspejlet, som også kan påvirke mosens. Hvis myndigheden vurderer, at det er et problem, skal man evt. tilkaste nogle grøfter.

Østre Enges Landkanal passerer flere §3-beskyttede arealer, men de ligger i det nedpumpede område og påvirkes ikke af projektet.

Ålebækken løber i gennem et stort moseområde. Det vil blive oversvømmet hyppigere og længere ved ekstrem vandføring, hvis højvandslukket er lukket, men denne kombination er sjælden, og arealerne vil ikke blive påvirket af normal vandføring. Det samme gælder de mindre arealer langs Ålebækken, der er klassificeret som eng.



Figur 5-5 Beskyttede naturtyper

5.6 Skovlov

Projektet kræver fældning af træer i fredskov. Vi finder ikke, at vandløb er omfattet af skovlovens §11 om anlæg, men anbefaler, at kommunen tager kontakt til SVANA herom. Anlægget af det nye forløb påvirker afvandingen af skoven og skal anmeldes iht. §17.

5.7 Kulturarvsareal

Kulturstyrelsen har udpeget bykernen samt arealerne ved Bybækken som Kulturarvsareal, og anfører "Vest og syd om byen løber desuden Byens Bæk, der er kunstigt anlagt i middelalderen, hvilket udgravninger har påvist. Bækkens forløb er imidlertid ændret to gange i 1800-tallet (1819 og 1835)."

Et kulturarvsareal er et kulturhistorisk interesseområde med skjulte fortidsminder. Kulturarvsarealer kan være af national og regional betydning, og er en indikator for, at der er væsentlige fortidsminder i et aktuelt område. Kulturarvsarealer er ikke i sig selv fredede, men kan indeholde fredede fortidsminder.

Vi anbefaler, at kommunen tager kontakt til det ansvarlige museum i god tid før anlægsarbejdet sættes i gang.

5.8 Forurennet jord

Projektet berører ikke V1 eller V2 kortlagt jordforurening, men området på station er områdeklassificeret med krav om analyser. Udgifter hertil er ikke indeholdt i anlægsoverslaget. Kommunen er myndighed.

5.9 Planlægning

Projektet berører lokalplan 3-106 Område ved Nordfynshallerne og 3-135 Børneinstitution ved Nordfynshallerne. Nordfyns Kommune skal vurdere, om projektet kræver ændring af lokalplanerne. Påvirkningen af andre lokalplanlagte områder (2008-9 og 3-130) vurderer vi som marginal.

5.10 Myndighedsbehandling

Projektet berører privatejede arealer, og Nordfyns Kommune skal derfor træffe aftaler med ejere og brugere af de pågældende arealer.

Projektet kræver desuden følgende tilladelser og dispensationer:

Tabel 5-3 Oversigt over tilladelser og dispensationer

Lovgivning	Myndighed
Vandløbslov (reguleringssag og bidragsfordeling)	Nordfyns Kommune
VVM anmeldeskema (som reguleringssag)	Nordfyns Kommune
Naturbeskyttelseslov (vandløb og §3)	Nordfyns Kommune
Skovlov	SVANA (Faaborg)
Planlægning	Nordfyns Kommune

Bilag A Opmåling af Bybækken

Bilag B Vandspejle i Bybækken (nu)

Beregninger viser vandspejlet, som det ville være, hvis vandløbet var inddiget, så vandet ikke løb over bredderne. Det skal ses som en illustration af, hvor der er flaskehalse, og kurven viser ikke de forventede vandspejle.

Bilag C Vandspejle Vandløb 4d og Østre Enges Landkanal (nu)

Stationeringen er sammensat således at 0-1248 = Vandløb 4d og st. 1248-3080 = Østre Enges Landkanal

Bilag D Projektforslag

D.1 Oversigt

D.2 Overløb til stadion

D.3 Omlægning på stadion

D.4 Stadion til udløb

Bilag E Vandspejle i Bybækken ved forskellige placeringer af overløb

Foreløbige beregninger.

Bilag F Vandspejl i Bybækken med projekteret overløb

Bilag G Projekterede vandspejle fra overløb til udløb i Ålebækken

G.1 Med nuværende Gyldenstensvej-bro

G.2 Med ny Gyldenstensvej-bro uden opstuvning

Bilag H Projekterede vandspejle Kristianslunds Enge

Beregnete vandspejle for 4d strækningen fra Kristianslunds Enge til sammenløb med projekteret overløb

BOGENSE BYBÆK

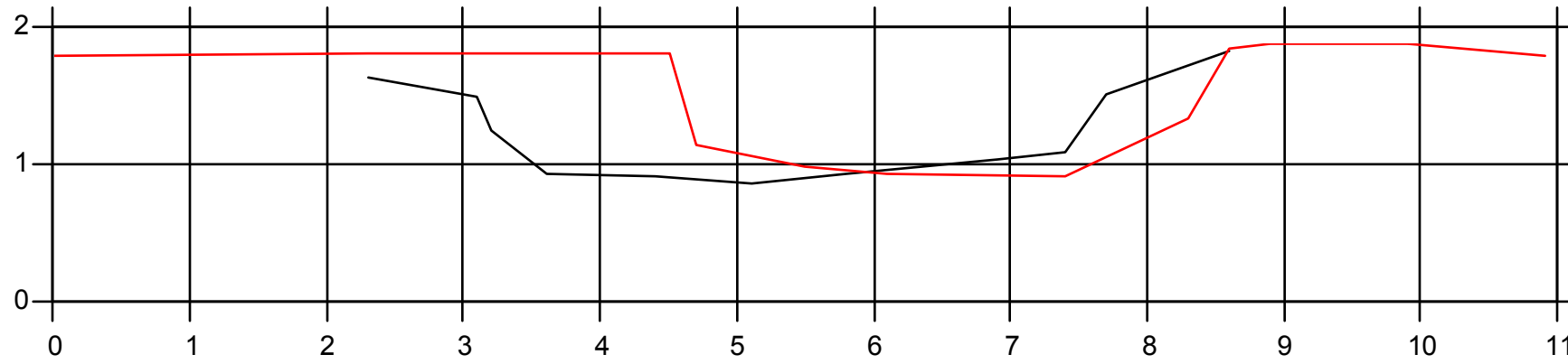
VASP 

Lodret akse : kote i m skala 1:50

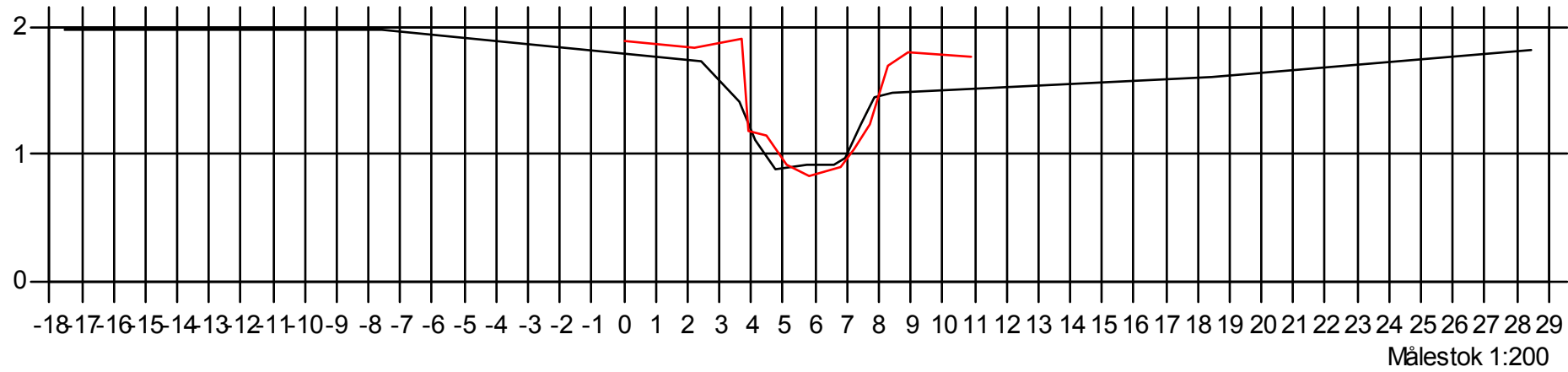
Vandret akse : afstand i m skala 1:50

— Bogense Bybæk
— Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990

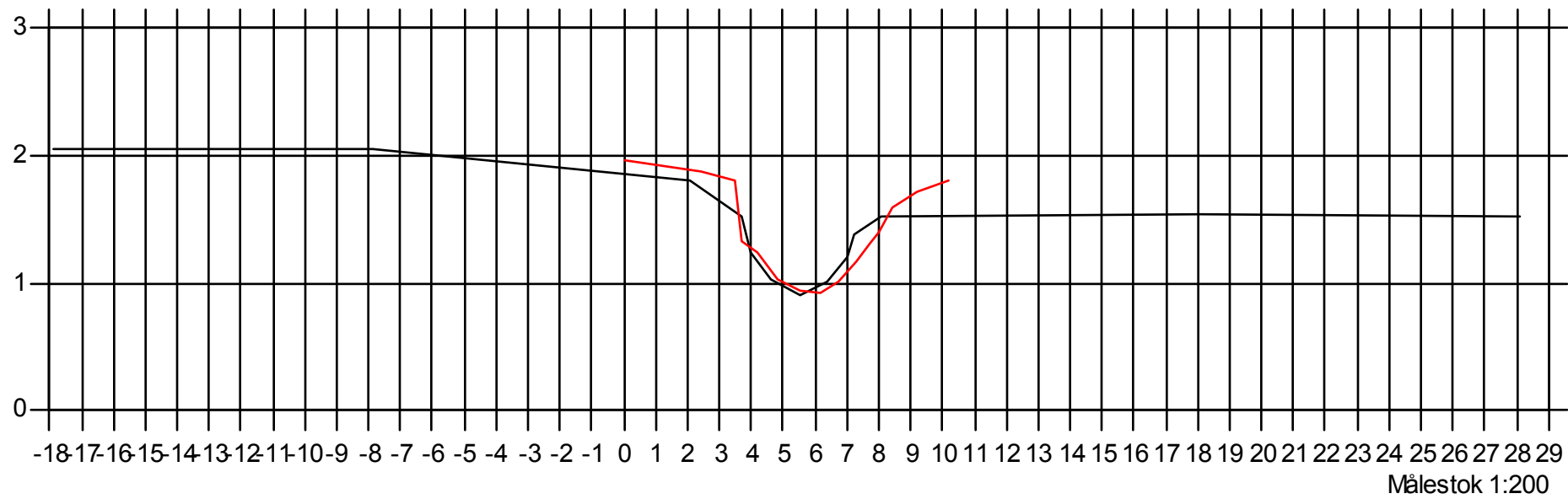
St. 1188



St. 1295



St. 1475



BOGENSE BYBÆK

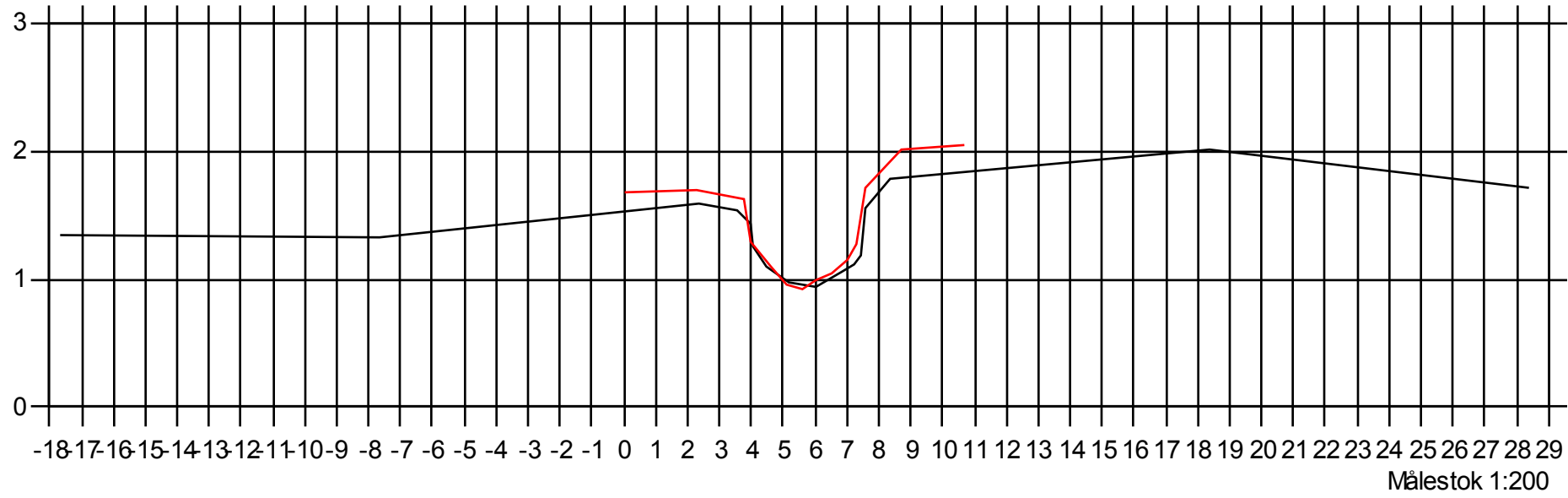
VASP 

Lodret akse : kote i m skala 1:50

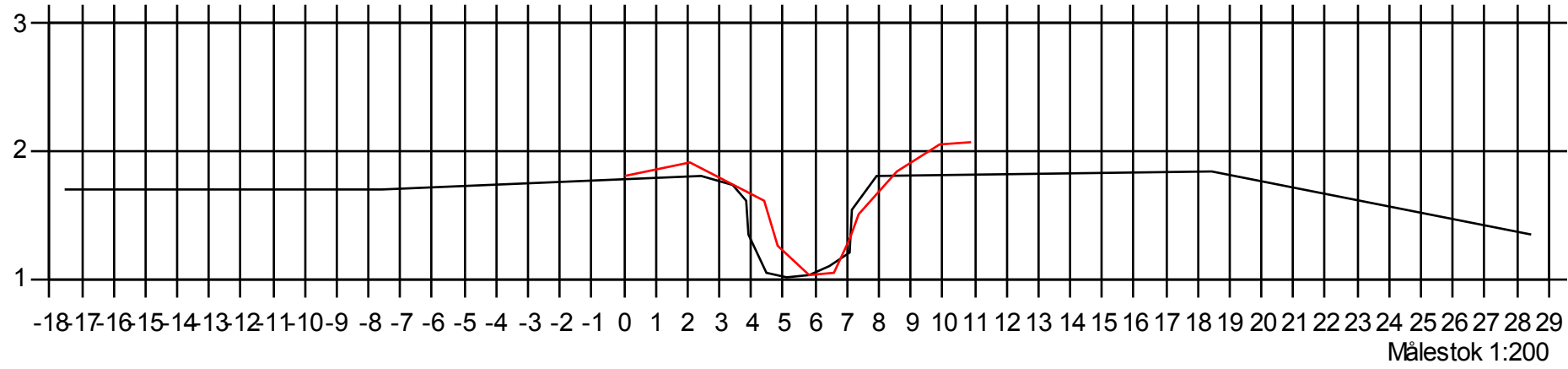
Vandret akse : afstand i m skala 1:50

— Bogense Bybæk
 — Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990

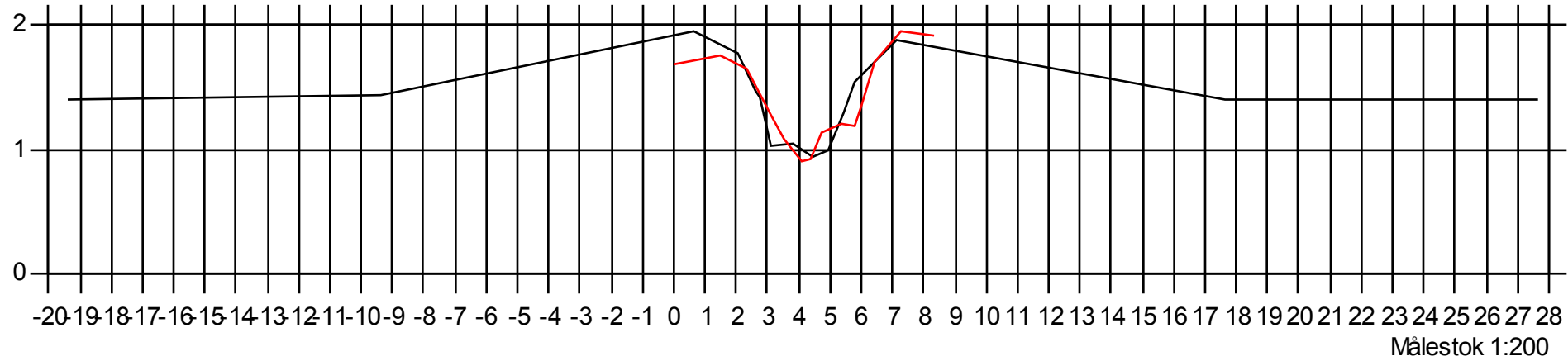
St. 1611



St. 1839



St. 2022



BOGENSE BYBÆK

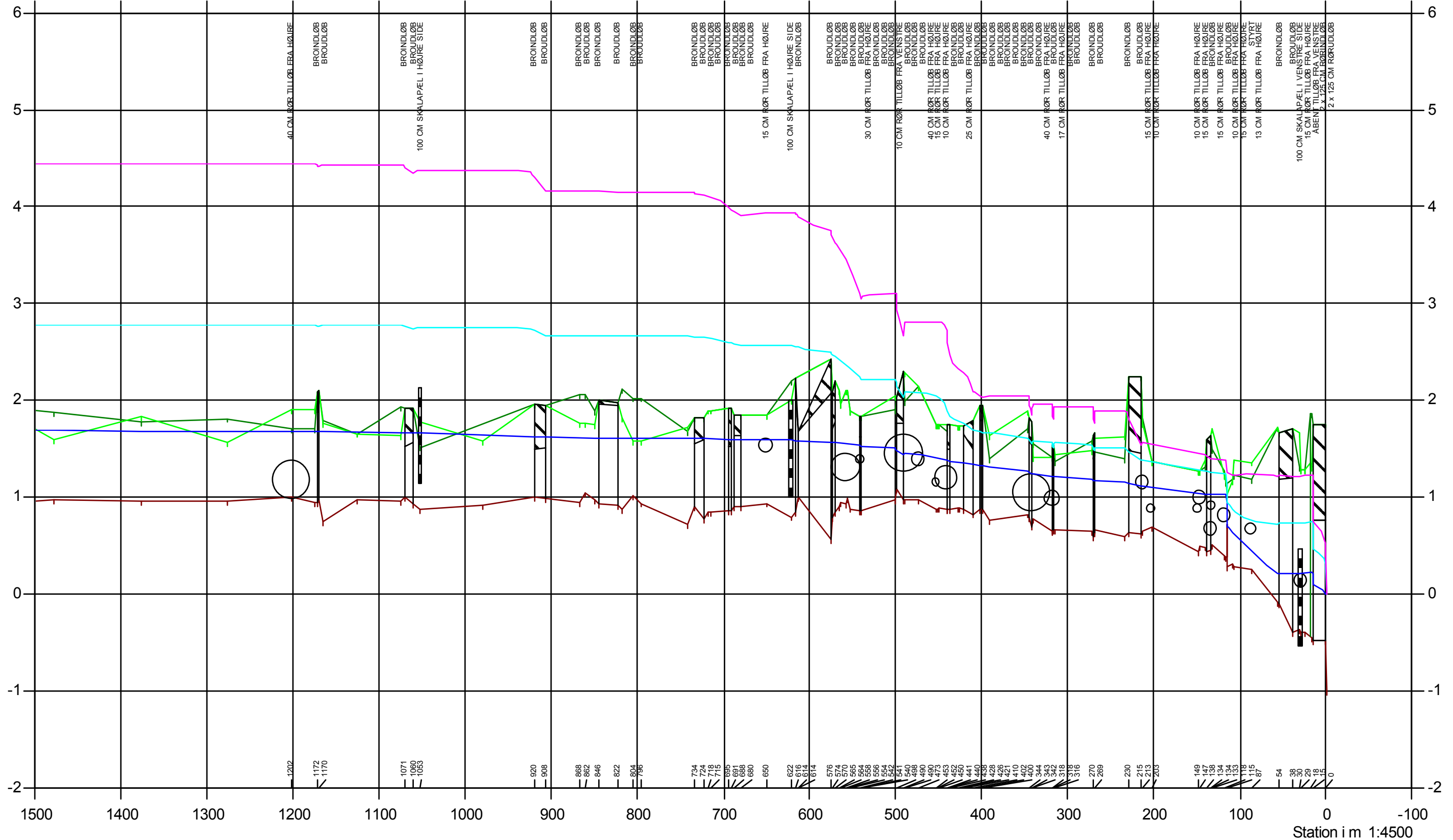
VASP

Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990



- 100-års nu, 100 l/s/km², M=25
- Medianmaksimum 37 l/s/km², M=25
- Terræn i venstre side
- Terræn i højre side
- Dybeste punkt i tværprofilet
- 100-års fremskreven, 160 l/s/km², M=25

Kote i m 1:40

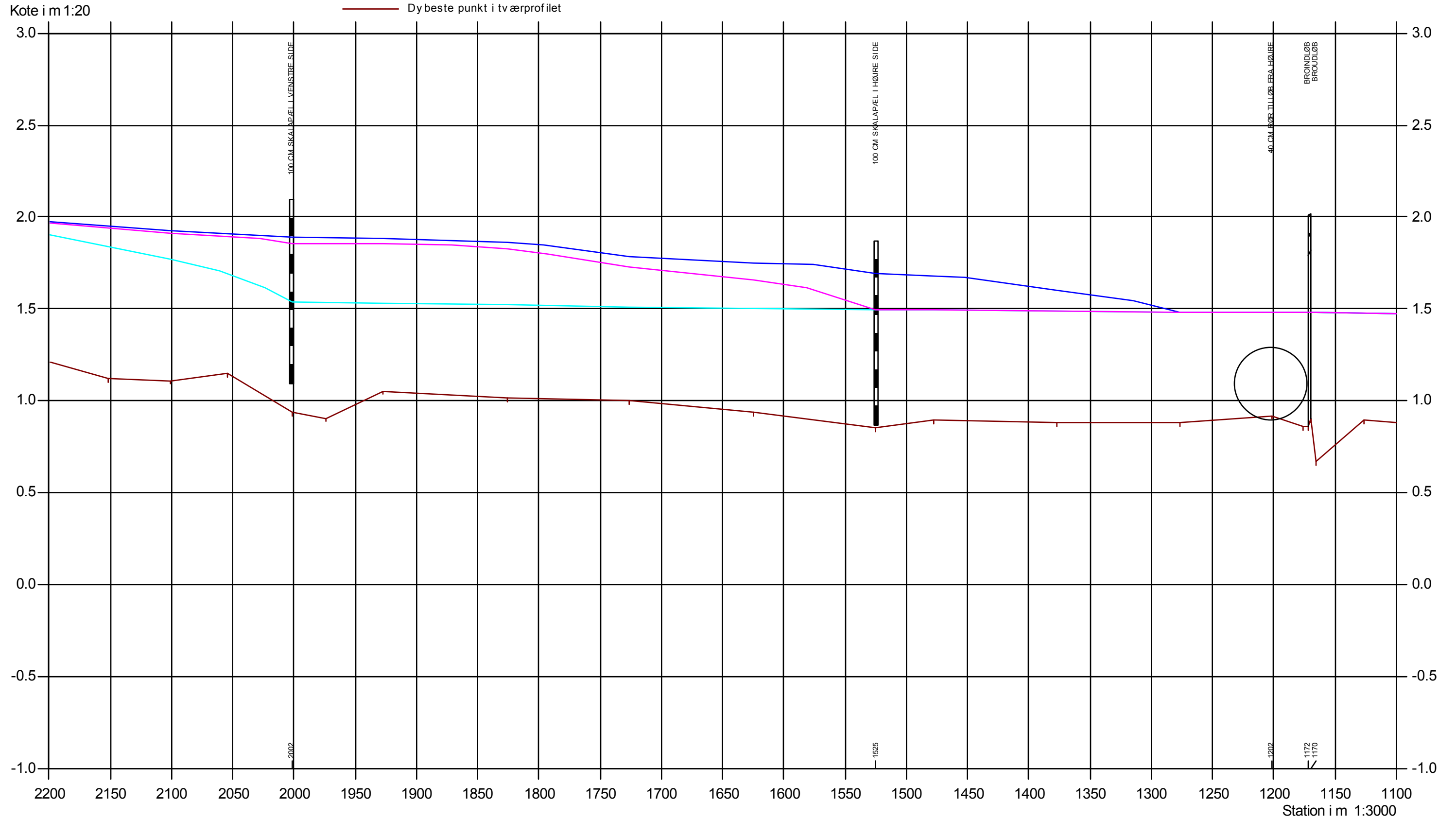


BOGENSE BYBÆK

VASP 

Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990

- 160 l/s/km², M=25, overløb syd
- 160 l/s/km², M=25, overløb syd
- 160 l/s/km², M=25, overløb nord
- Dybeste punkt i tværprofilet



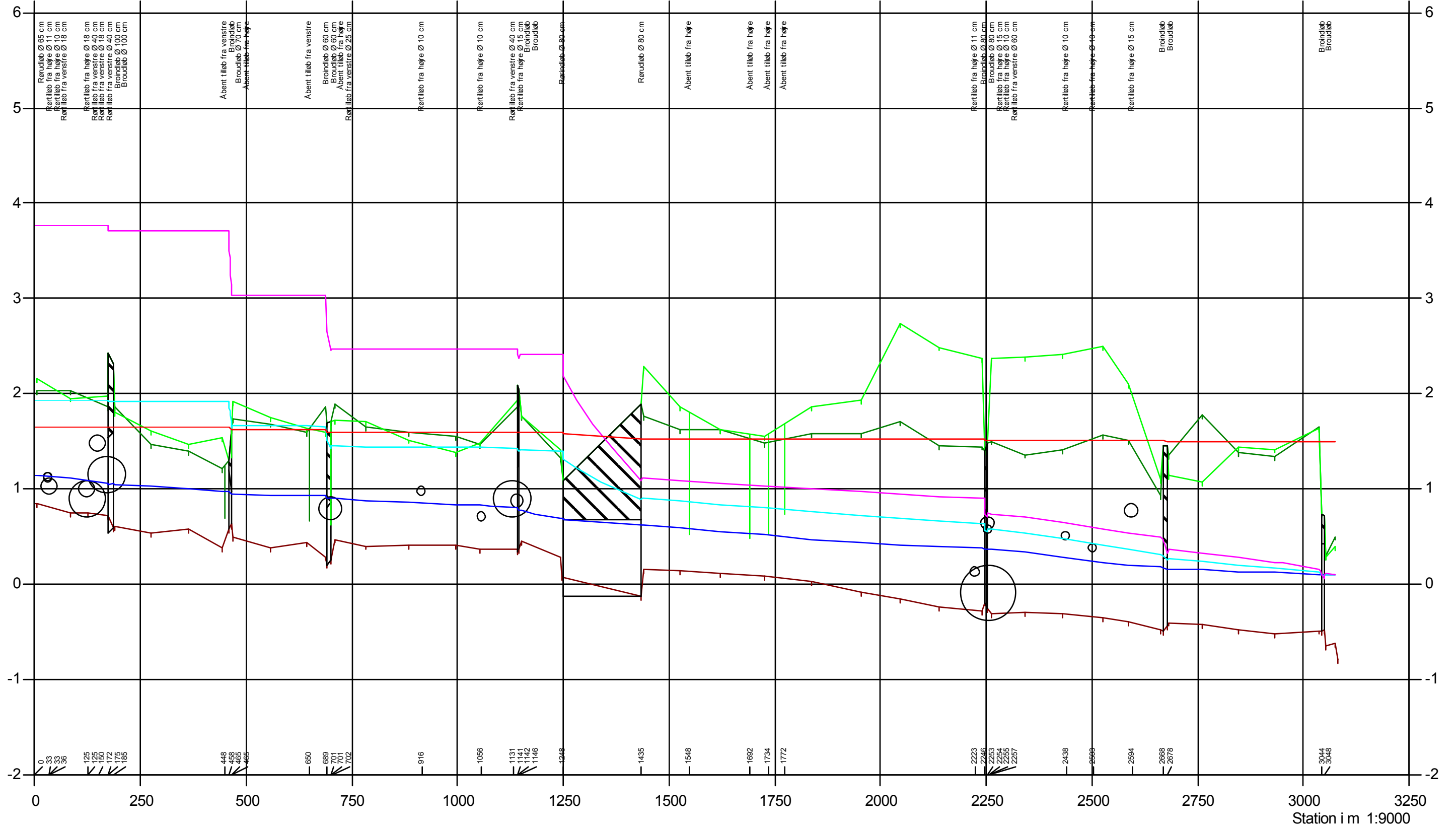
Østre samlet

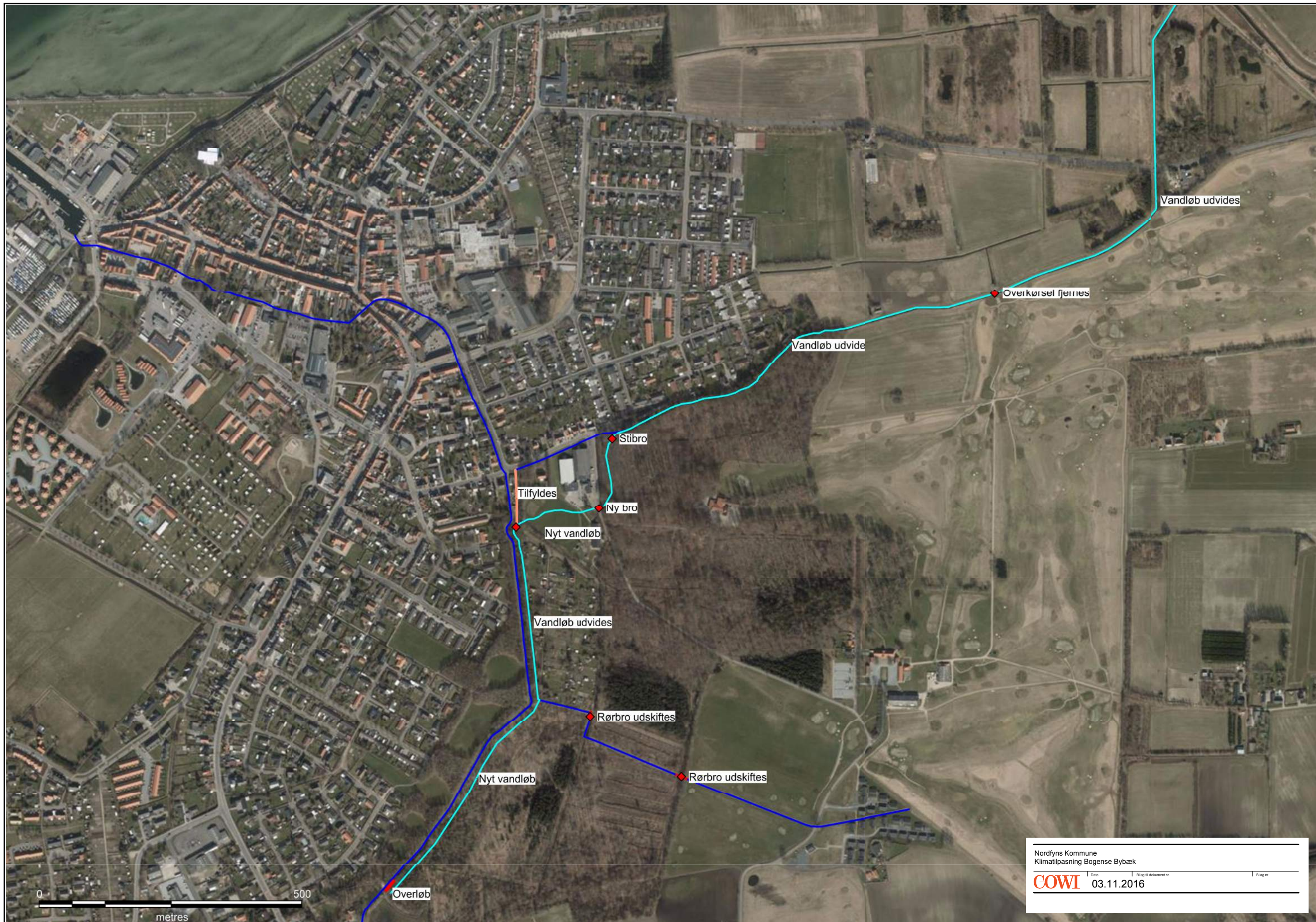
VASP

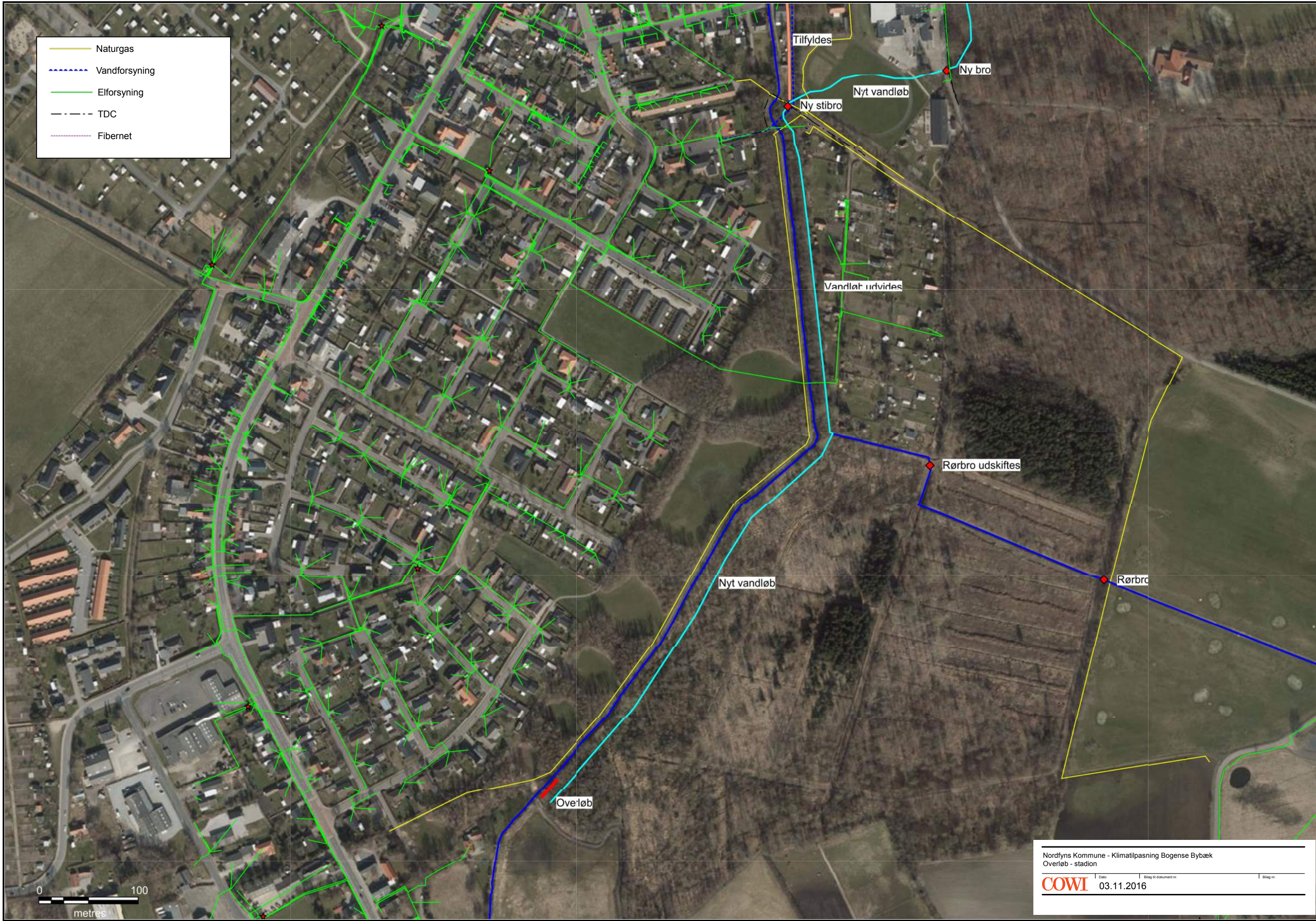
Opmåling nov. 2014

- 100-års nu 100 l/s/km² M=25
- Medianmaksimum 37 l/s/km² M=25
- Terræn i venstre side
- Terræn i højre side
- medmax højvande
- 100-år fremskrevet
- Dybeste punkt i tværprofilen

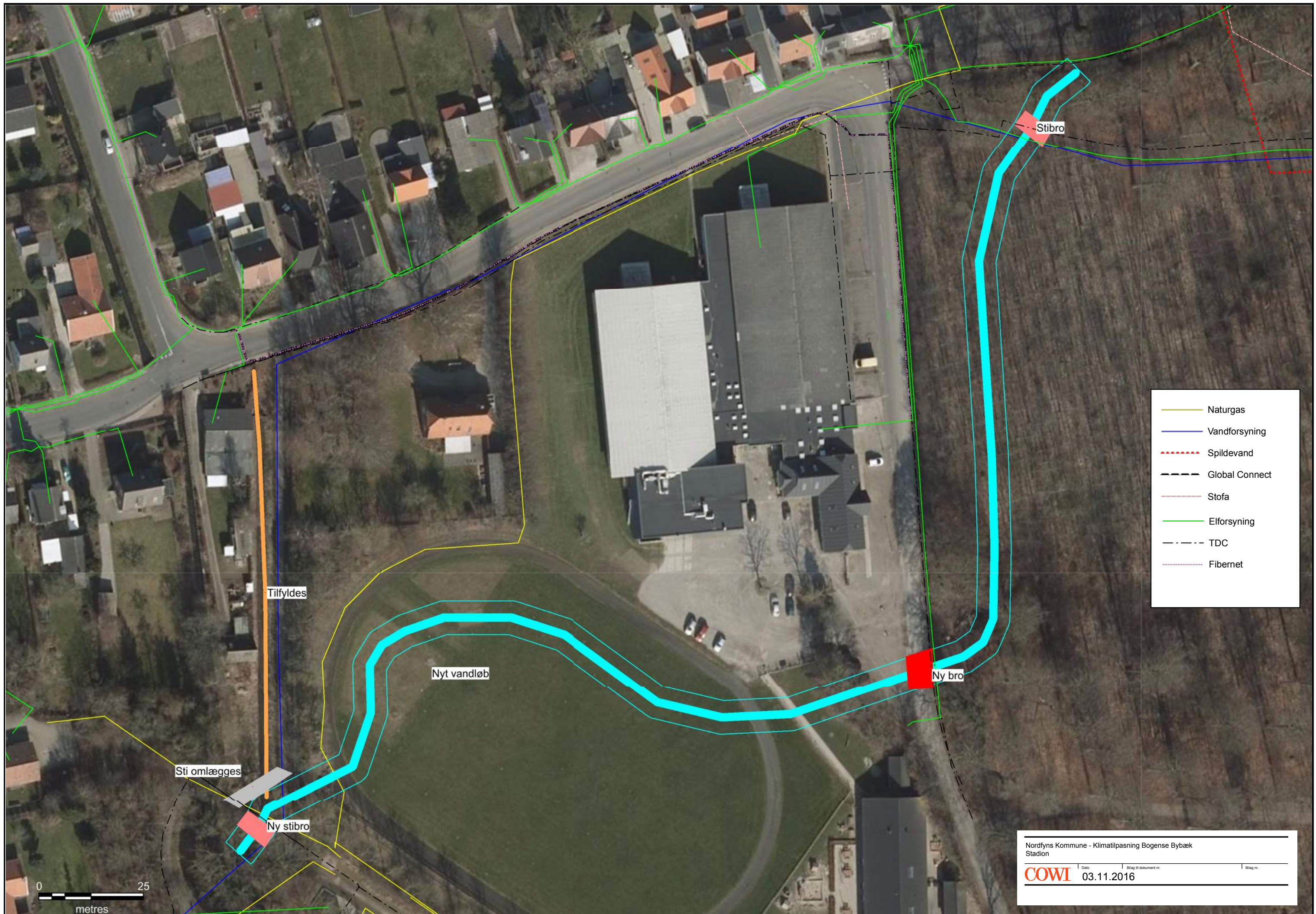
Kote i m 1:40















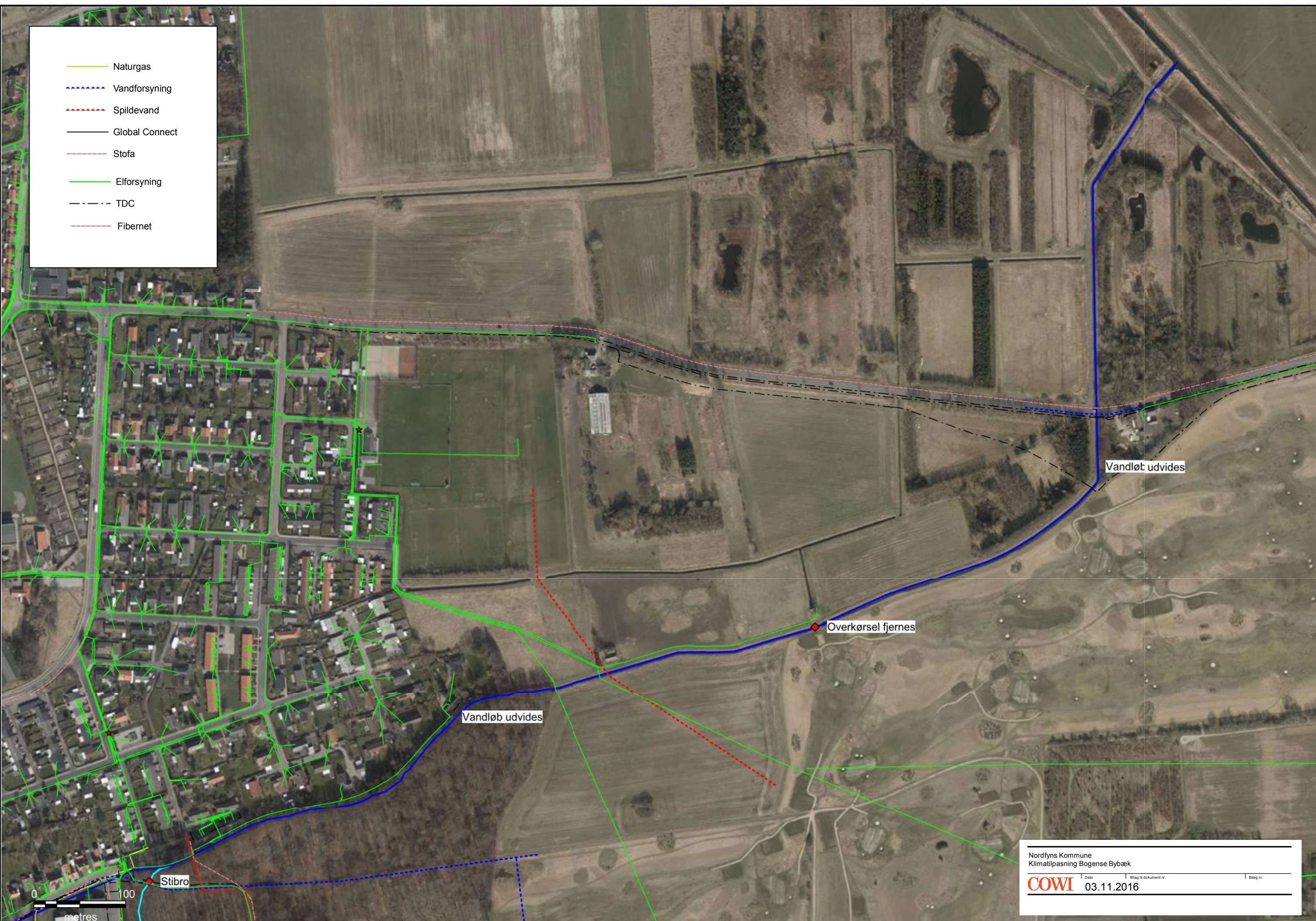
- Naturgas
- Vandforsyning
- Elforsyning
- TDC
- Fibernet



- Naturgas
- Vandforsyning
- - - Spildevand
- - - Global Connect
- - - Stofa
- Elforsyning
- · - · TDC
- - - Fibernet

0 25
metres

-  Naturgas
-  Vandforsyning
-  Spildevand
-  Global Connect
-  Stofa
-  Elforsyning
-  TDC
-  Fibernet



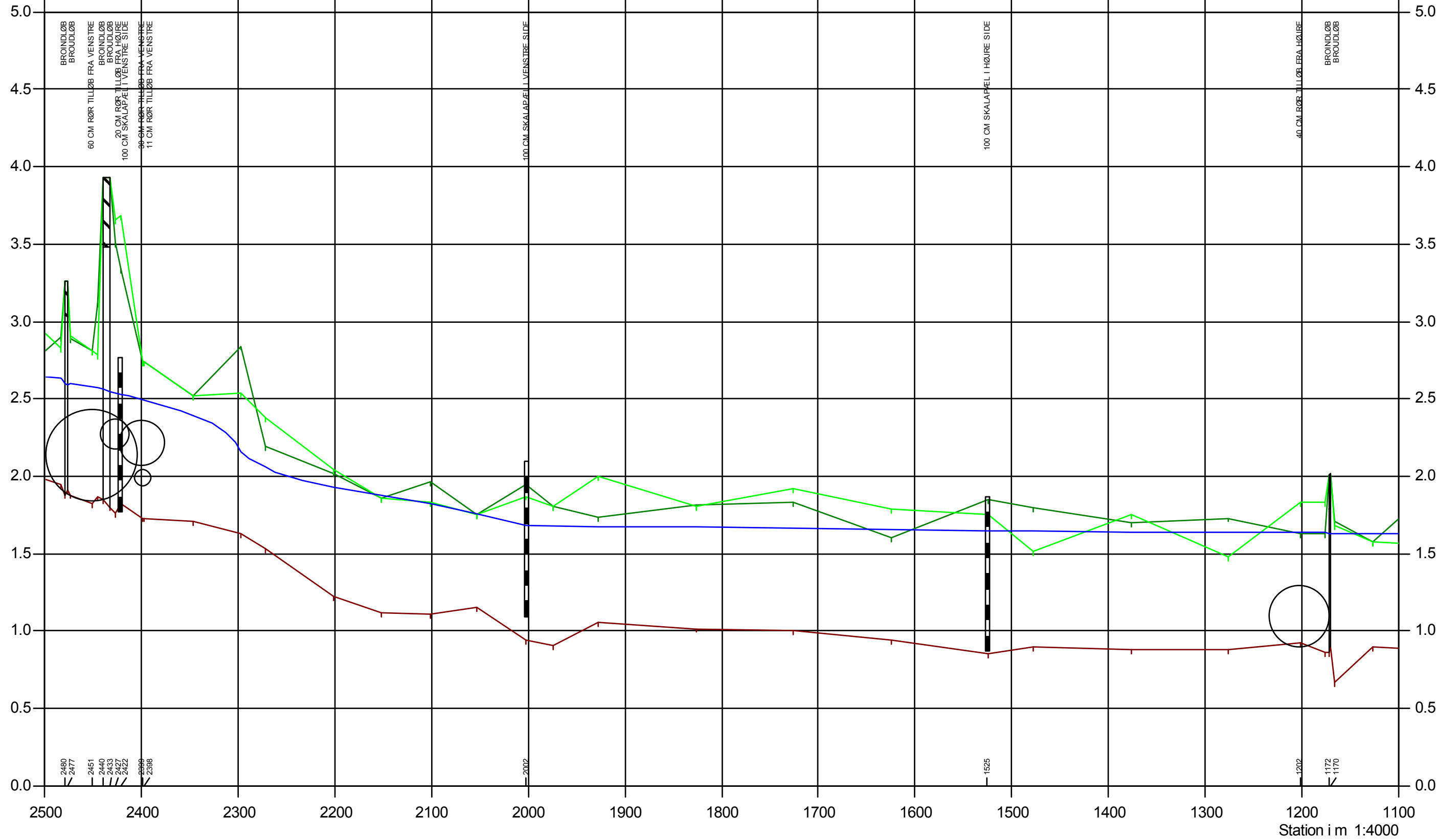
BOGENSE BYBÆK

VASP 

Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990

- Projekteret 160 l/s/km² med overløb 980
- Terræn i venstre side
- Terræn i højre side
- Dybeste punkt i tværsnittet

Kote i m 1:25

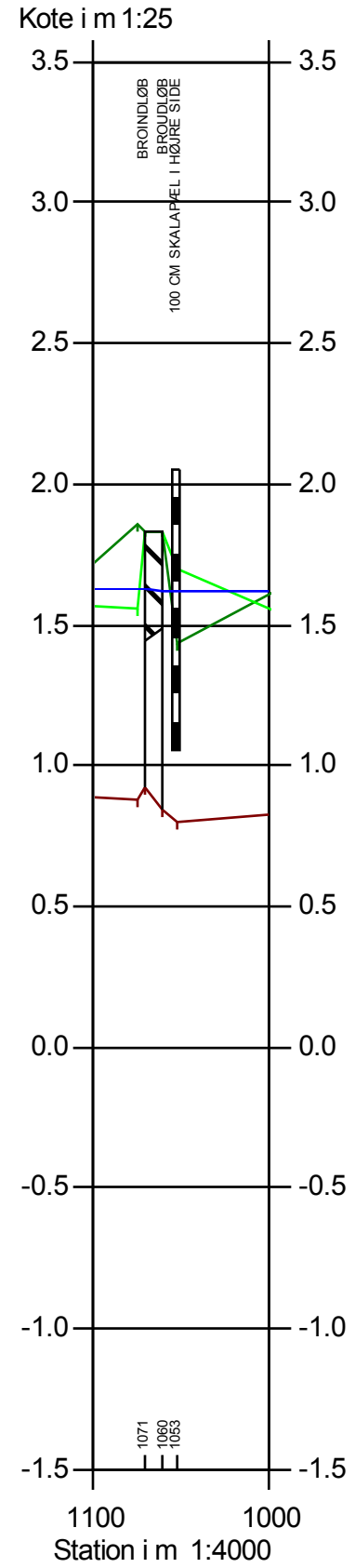


BOGENSE BYBÆK

VASP 

Opmålt af Hedeselskabet maj-okt. 1990

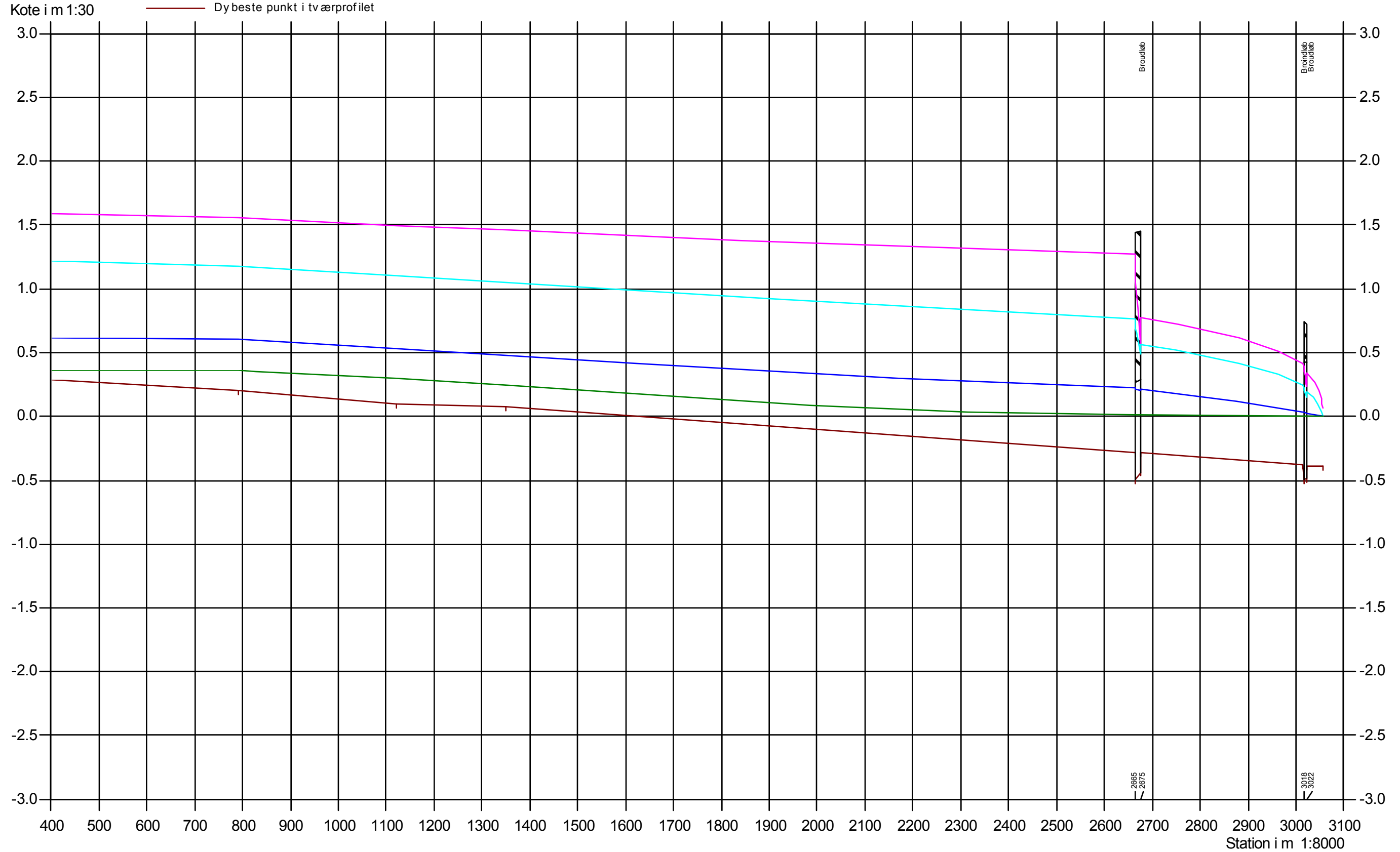
- Projekteret 160 l/s/km² med overløb 980
- Terræn i venstre side
- Terræn i højre side
- Dybeste punkt i tværprofilet



Vandspejl fra overløb til udløb med bro

VASP 

- Projekt 10 l/s/km²
- Projekt 37 l/s/km²
- Projekt 100 l/s/km²
- Projekt 160 l/s/km²
- Dy beste punkt i tværprofilet



Projekt fra overløb til udløb

VASP 

- Projekt 100 l/s/km²
- Dy beste punkt i tværprofilet
- Projekt normal 10 l/s/km²
- Projekt 37 l/s/km²
- Projekt 160 l/s/km²

