

VEJDIREKTORATET

ROBUSTHEDSANALYSE FOR UDLEDNING FRA BASSIN MTV16 TIL TILLØB PVL 26.7 TIL SKARRESØ

NOTAT

ADRESSE COWI A/S

Jens Chr. Skous Vej 9C
8000 Aarhus C

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	2
2	Kapacitet	5
3	Vandløbets fysiske robusthed	11
4	Samlet hydraulisk påvirkning	13
5	Bilag	14
5.1	Længdeprofil PVL26.7	14
5.2	Vintermedianmaks PVL26.7	14
5.3	Sommermedianmaks PVL26.7	14

JOBNO LEDETEKST

A236924

DOKNO LEDETEKST

11930-RAD-MILJ-MYNB-3106

REVISION LEDETEKST

1.0

ISSUE LEDETEKST

04-06-2026

DESCRIPTION

Notat

FORFATTER LEDETEKST

NSND

TJEKKET LEDETEKST

GIUR

GODKENDT LEDETEKST

KRY

1 Indledning

I forbindelse med den planlagte udbygning og nybygning af motorvej på strækningen mellem Regstrup og Kalundborg skal vejarealet afvandes i forbindelse med nedbør til en række våde regnvandsbassiner med udledning til recipient.

Denne analyse til ansøgning om udledningstilladelse omhandler udledningen fra bassin MTV16 til PVL 26-7 tilløb til Skarresø.

Fra bassinet ønskes der udledt vejvand fra et totalt opland på 2,41 ha, og et reduceret areal på 2,33 red ha. Der ønskes udledt med 1 l/s/ha, svarende til 2,4 l/s.

Bassinerne dimensioneres med kontrolleret overløb til en 5-årshændelse og overløb over kronekant til en 20 års hændelse. Begge beregninger med en klimafaktor på 1,1. Det kontrollerede overløb sker til udløbsledning og recipient.

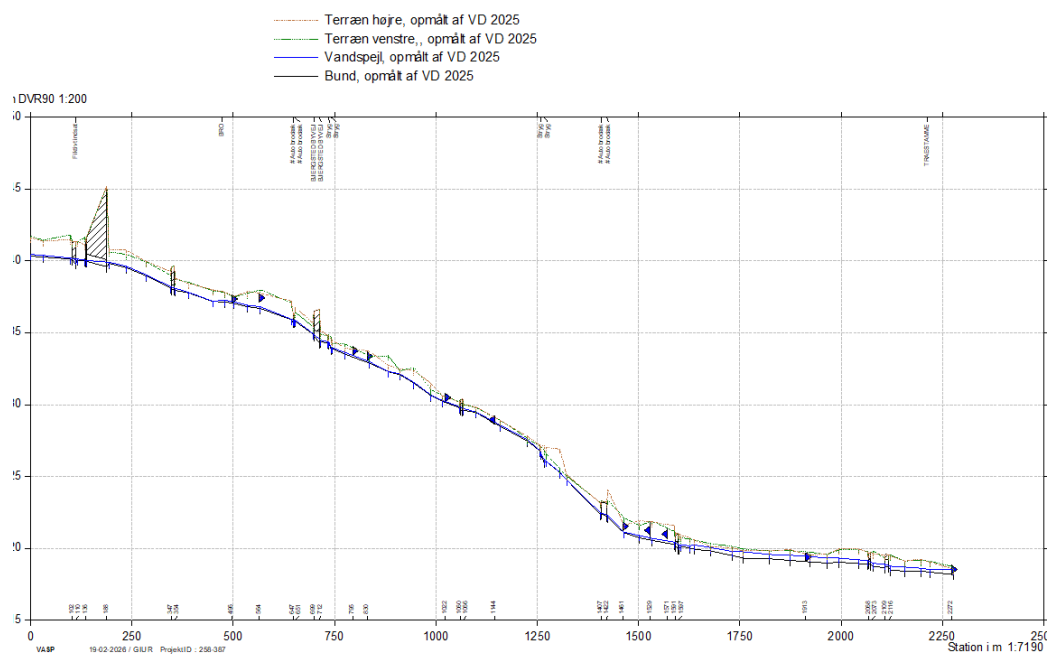
Der etableres vådvolumen i bassinerne svarende til 250 m³/red ha.

Udledningen kan have indvirkning på de hydromorfologiske forhold. Hvis afstrømningen ændrer sig væsentligt fra det nuværende, kan det påvirke de enkelte kvalitetselementer, og dermed den økologiske tilstand.

Nedenfor er der foretaget en kapacitetsvurdering og en vurdering af vandløbets fysiske robusthed udtrykt ved Stream Power-indekset for det private vandløb PVL 26.7, hvortil udledningen sker. Til udarbejdelse af kapacitets- og robusthedsvurderingerne anvendes en ny vandløbsopmåling af PVL 26.7, der løber igennem Bjergsted Skov og Astrupskov til udløb i Skarresø. Den opmålte vandløbsstrækning ses af Figur 1-1 og længdeprofilet af opmålingen er vist på Figur 1-2Figur .



Figur 1-1 Oversigt over udført vandløbsopmåling.

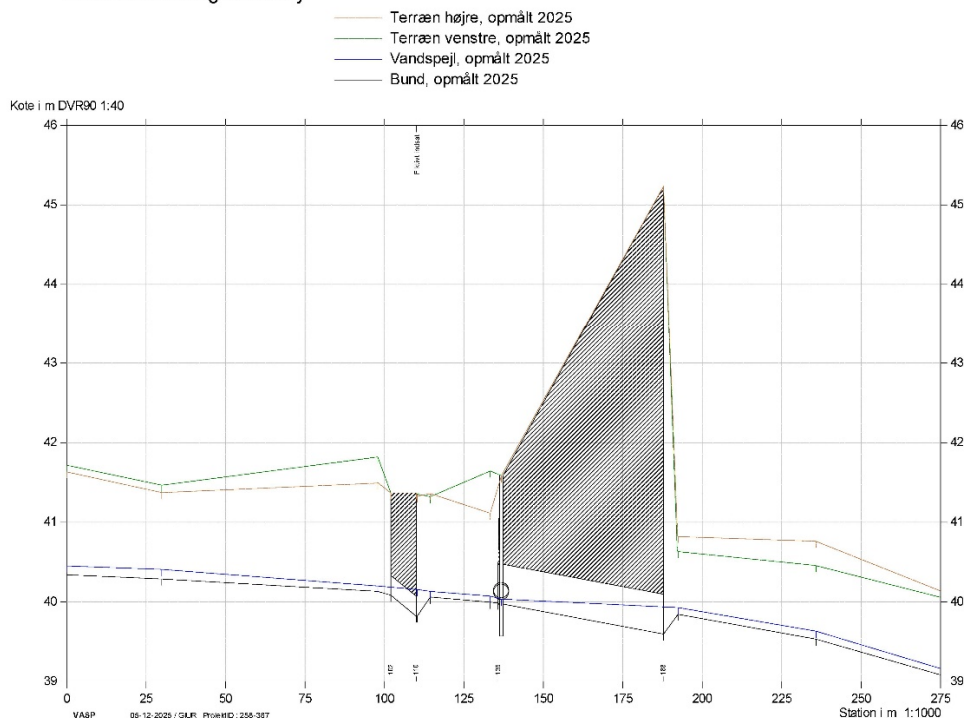


Figur 1-2 Længdeprofil af vandløbsopmåling. Længdeprofilet er vist i bilag 5.1

Som det ses af længdeprofilet ovenfor, har vandløbet efter broudløb (Skovvejen, st. 188 m) et godt fald på ca. 10-25 ‰. Opstrøms Skovvejen er faldet mindre, ca. 2,5 ‰, og i nedre del af vandløbet, inden udløb i Skarresø, flades forløbet ud, så faldet reduceres til mellem 1-5 ‰. Vandstanden i Skarresø vurderes at kunne påvirke PVL 26.7 på de nederste ca. 150 m. Den nuværende rørunderføring under Skovvej, samt den mindre rørbro opstrøms for har rørdløb, som ligger dybt i forhold til rørindløbet. Der er ikke målt sand i rørledningerne. Rørunderføringen under Skovvejen omlægges i forbindelse med anlæggelse af motorvejen, således, at der skabes faunapassage. Rørbroen opstrøms for omlægges eventuelt også. Selve udledningen til PVL 26.7 sker dog nedstrøms denne rørbro, hvorfor den ikke er betydende for vandløbets kapacitet i relation til motorvejsprojektet, se Figur 1-3.

Pvl 26_7

2025 Kalundborg Motorvej



Figur 1-3 Udklip fra vandløbsopmåling fra st. 0-275 m.

2 Kapacitet

Der er foretaget en vurdering af vandløbets kapacitetsforhold i relation til den ansøgte udledning. Vurderingen er baseret på hydrauliske beregninger, der er udarbejdet i programmet VASP. Som grundlag for kapacitetsberegningerne er de viste værdier Tabel 2-1 anvendt.

Tabel 2-1 Anvendte værdier til vandspejlsberegning i VASP. I vandløbsopmålingen er vandspejlskoten inden udløb til Skarresø målt til 18.52 m, DVR90.

Parameter	Værdi	Enhed
Alm. tømning af bassin (Vintermedianmaksimum)		
Afstrømning (vintermedianmaksimum)	30* og 195**	l/s/km ²
Manningtal (vandløb)	14	$\frac{1}{m^3/s}$
Manningtal (rør)	60	$\frac{1}{m^3/s}$
Startvandspejlskote	18,52	m, DVR90
Punkttilledning fra MTV16 i st. 115	2,4	l/s
Overløbssituation (Sommermedianmaksimum)		
Afstrømning (sommermedianmaksimum)	10* og 58**	l/s/km ²
Manningtal (vandløb), sommer	6	$\frac{1}{m^3/s}$
Manningtal (rør)	60	$\frac{1}{m^3/s}$
Nedstrøms vandspejlskote	18,52	m, DVR90
Punkttilledning fra MTV16 st. 115+ overløb	19,12	l/s

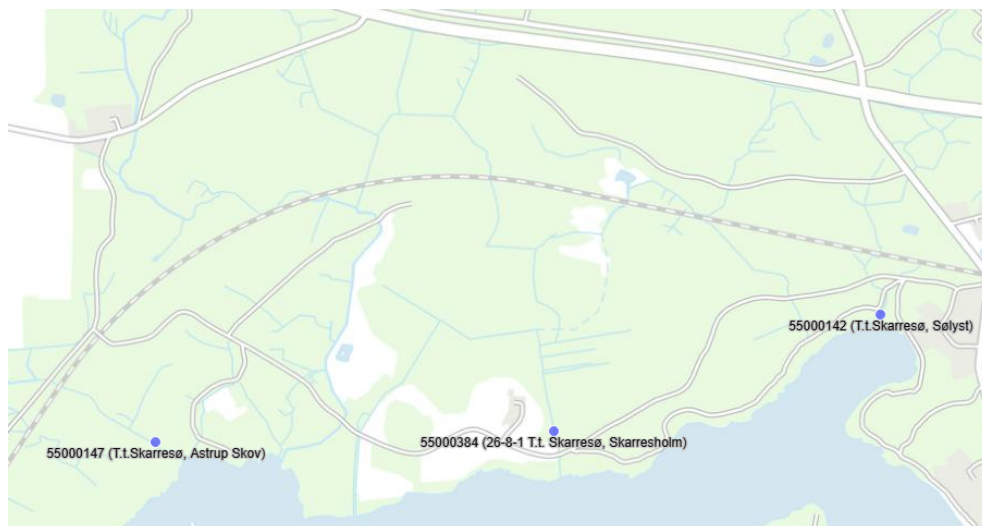
*Beregnet for 55000384, 26-8-1 T.t. Skarresø, S, ** Beregnet for 55000147

T.t.Skarresø, Astrup Skov

De anvendte Manningtal er erfarings-manningtal for et lille vandløb med en bredde på mindre end 2 m (DCE, 2015).

Der er anvendt start-vandspejlskote på 18,52 m DVR90, med udgangspunkt i det opmålte vandspejlsniveau.

Til estimering af de karakteristiske afstrømninger er der identificeret tre målestationer, som udspringer i det skovområde, hvor udledningen sker. De tre stationer er 55000147 T.T. Skarresø, Astrup Skov, 55000384 26-8-1 T.T. Skarresø, Skarresholm og 55000142 T.T. Skarresø, Sølyst. Datagrundlaget for alle tre stationer er dog begrænset til ét enkelt år, 2014. Det har derfor været nødvendigt at etablere Q-Q-relationer til nærliggende målestationer med længere dataserier for at kunne estimere afstrømningerne for en længere referenceperiode.



Figur 2-1 Oversigt over lokalitet af de tre målestationer 55000147 T.T. Skarresø, Astrup Skov, 55000384 26-8-1 T.T. Skarresø, Skarresholm og 55000142 T.T. Skarresø, Sølyst (odaforalle.au.dk)

Som reference er Mlst. 51.05 Bregninge Å, Bregninge anvendt. Denne station har dog et databrud i længere perioder i 2006 samt fra 6.12.2007 til 14.7.2016, som først er blevet udfyldt, inden stationen er anvendt som grundlag for Q-Q-relatio-nerne til Skarresø-stationerne. Udfyldningen af databruddene ved Mlst. 51.05 Bregninge Å, Bregninge er foretaget ved hjælp af en Q-Q-relation til 51000001 Svinninge Å, Marke Bro som første prioritet (bedste korrelation, r^2 på 0,74) og Tuse Å, Nybro ($r^2 = 0,73$) som 2. prioritet.

Da første prioriteten, 51000001 Svinninge Å, Marke Bro, har et databrud i perioden 2007-2019, er denne målestation kun brugt til at udfylde hullerne i 2006 for Mlst 51.05. Datahullet i perioden fra 6.12.2007 til 14.7.2016 er således udfyldt ved Q-Q relation til Tuse Å, Nybro.

På baggrund af den udfyldte dataserie for Mlst. 51.05 Bregninge Å, Bregninge er der herefter opstillet Q-Q-relationer til de tre målestationer ved Skarresø. Af de tre stationer viste 55000384 26-8-1 T.T. Skarresø, Skarresholm den bedste sammenhæng med Bregninge Å, med en korrelation på $r^2 = 0,96$. Da 55000384 26-8-1 T.T. Skarresø havde den bedste korrelation af de tre, er det i første omgang valgt at anvende beregnede karakteristiske afstrømninger fra denne station til den videre analyse, dog analyseres også på 55000147 T.T. Skarresø, Astrup Skov, da denne station ikke er påvirket af mosen, som ligger opstrøms 55000384 26-8-1 T.T. 55000147 T.T. Skarresø, Astrup Skov har væsentligt højere medianmaksimum afstrømninger.

De beregnede karakteristiske afstrømninger repræsenterer en referenceperiode fra 1995 til 2024.

Det skal bemærkes at usikkerhed for bestemmelse af de karakteristiske afstrømninger er meget stor.

Den anvendte punkttilledning i overløbssituationen beregnes ud fra følgende bi-drag:

$$Q_{MTV16} + Q_{overløb,MTV16} = 2,4 \frac{l}{s} + 17,2 \frac{l}{s} = 19,6 \frac{l}{s}$$

Heraf udgør Q_{MTV16} den almindelige udledning, der sker fra bassinet i forbindelse med regnhændelser, mens $Q_{overløb,MTV16}$ og udgør den beregnede maksimale overløbsvandføring. Beregningen af overløbsvandføringer beskrives senere i afsnittet.

Oplandet til vandløbet er bestemt ved brug af SCALGO Lives oplandsværktøj. De i beregningen anvendte oplandsstørrelser er angivet i Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Oplandsstørrelser anvendt i kapacitetsberegning. Oplandenes størrelser er bestemt ved SCALGO Live. Vandløbet er stationeret i medstrøms retning.

Stationering [m]	Oplandsstørrelse [km ²]	Bemærkning
0	1,4	Start opmåling
133	1,42	Indløb Skovvejen
192	1,45	
696	1,76	
1406	2	Indløb jernbane
2276	2,2	Udløb i Skarresø

Den hydrauliske konsekvens er beregnet både i forhold til;

- › Scenarie 1a: Almindelig tømning af bassin MTV16, ved en afstrømning på 30 l/s/km² (vintermedianmaksimum afstrømning, 26-8-1 T.t. Skarresø, S)
- › Scenarie 1b: Almindelig tømning af bassin MTV16, ved en afstrømning på 195 l/s/km², (Vintermedianmaksimum afstrømning, T.t.Skarresø, Astrup Skov)
- › Scenarie 2a: En overløbssituation fra MTV16, ved en afstrømning på 10 l/s/km² (Sommer medianmaksimum afstrømning (26-8-1 T.t. Skarresø, S)
- › Scenarie 2b: En overløbssituation fra MTV16, ved en afstrømning 58 l/s/km² (Sommermedianmaksimum afstrømning, T.t.Skarresø, Astrup Skov)

For ovenstående scenarier er der udført sammenlignede beregninger for en referencesituation uden udledning fra MTV16.

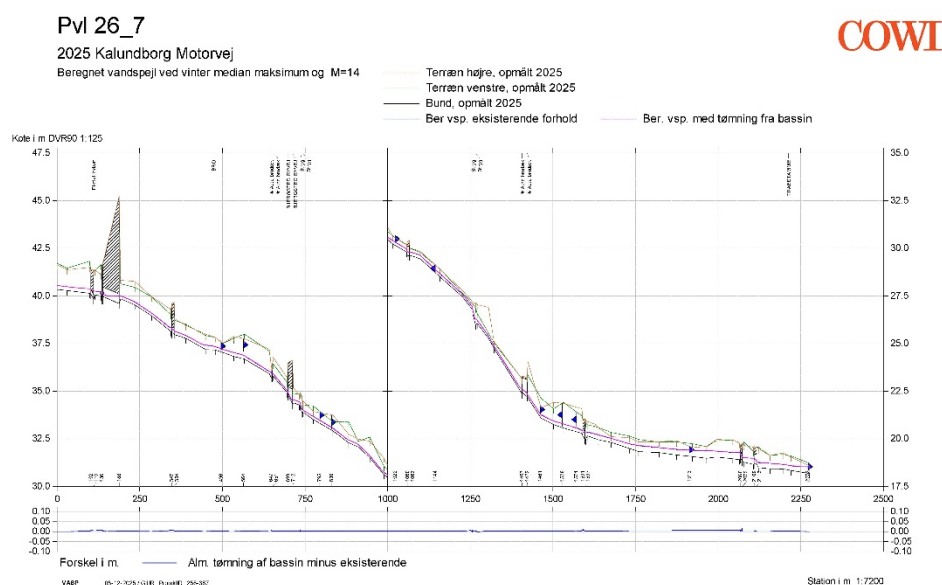
Der er ikke registeret eksisterende udledninger til PVL26.7.

Overløbssituationen (Scenarie 2a og 2b) er beregnet for en sommermedianmaksimum afstrømning, da overløbet jf. LTS-beregning (langtidssimulering med historisk regnserie) forekommer i hhv. juni, juli, august og september. Der er modelleret en periode på ca. 46 år (7.1.1975-1.1.2025) som er den fulde længde af den anvendte regnserie, og i denne periode forekommer 6 overløbshændelser med en maksimal samlet overløbsvandføring på 19,6 den 25.7.2015. Der er ikke beregnet overløbshændelser i vinterperioden.

Overløbsvarighederne for de 6 overløbshændelser er mellem 5 til 35 timer. Det er valgt anvende den maksimale overløbsvandføring for at regne konservativt på den største modellerede hændelse.

Konsekvensberegningerne af vandtilførsel fra MTV16 giver et konservativt estimat af de tilførte vandmængder, fordi der ikke er udført en oplandskorrigerende i forhold til, at oplandet til bassinet ligger inden for vandløbets opland.

Vandspejlsberegningerne for vintermedianmaksimumssituation på 30 l/s/km² (26-8-1 T.t. Skarresø, S) uden – og med udledning fra MTV16 (Scenarie 1a) er vist på Figur 2-2 og bilag 5.2. De to vandspejlsberegninger er sammenfaldende. Kun i forbindelse med enkelte broer ses lokalt en beregningsmæssig forskel på op til ca. 1 cm.



Figur 2-2 Længdeprofil af beregnede vandspejl for vintermedianmaksimumafstrømning (30 l/s/km² 26-8-1 T.t. Skarresø, S) hhv. uden og med tilledning fra bassin MTV16 inkl. differenceplot. Figuren er vist i større format i bilag 5.2

Beregningerne vidner om, at vandløbet har kapacitet til at føre en afstrømning på 30 l/s/km² (Vintermedian maksimum, 26-8-1 T.t. Skarresø, S) med og uden tørring fra bassin MTV16. Der ses således ingen brinkoverskridelser, hverken i referencesituationen eller ved scenarie 1 beregningen. Rørbroer og alm. broer har umiddelbart også kapacitet nok i begge beregninger, dog giver rørbroen ved st. 2068 m anledning til en mindre opstuvning opstrøms for, ved begge beregninger. Ved opstuvningen er der ingen beregningsforskel, og den vurderes derfor som acceptabel.

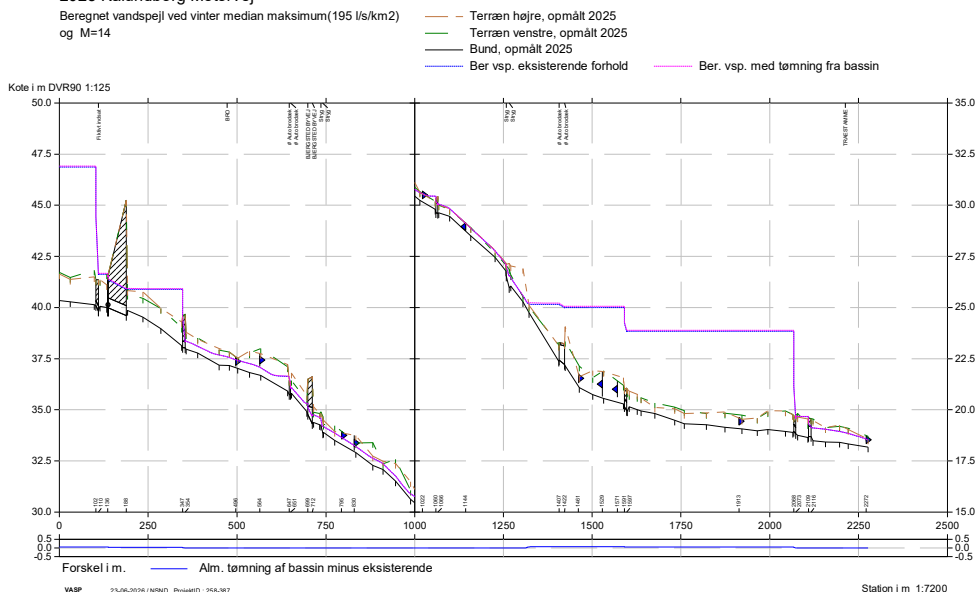
Anderledes forholder det sig hvis vintermedian maksimum reelt er 195 l/s/km² (Vintermedian maksimum, T.t. Skarresø, Astrup Skov). Ved denne afstrømning er der hverken under eksisterende eller scenarie 1b kapacitet gennem broer og rørbroer mv. Der er dog ingen målbar beregningsforskel mellem eksisterende forhold og scenarie 1b.

Pvl 26_7

2025 Kalundborg Motorvej

Beregnet vandspejl ved vinter median maksimum (195 l/s/km²)
og M=14

COWI

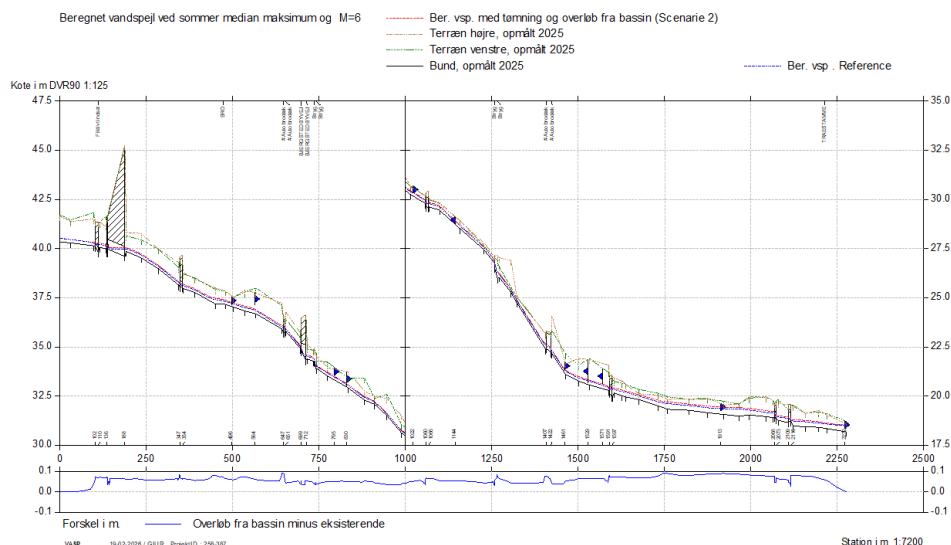


Figur 2-3 Længdeprofil af beregnede vandspejl for vintermedianmaksimumafstrømning (195 l/s/km² T.t.Skarresø, Astrup Skov) hhv. uden og med tillædning fra bassin MTV16 inkl. differenceplot. Figuren er vist i større format i Bilag 5.3

Vandspejlsberegningen for overløbsituationen (Scenarie 2a) ved en afstrømning på 10 l/s/km² (sommermedianmaksimumafstrømning, 26-8-1 T.t. Skarresø, S) er vist på Figur 2-4 sammen med referenceberegningen. Figuren ses også i bilag 5.4.

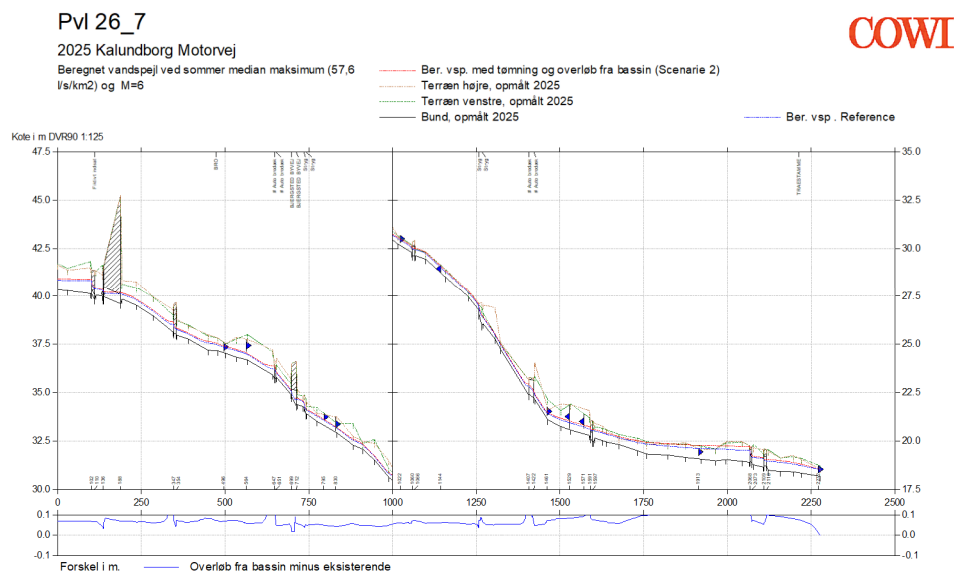
I overløbsberegningen ses en vandspejlsforskel mellem sommermedianmaksimumafstrømning uden bassinudledning (reference) og med bassinudledning inkl. overløb (Scenarie 2a) på maksimalt 9 cm.

Det ses af beregningerne, at vandløbet har kapacitet til at føre 10 l/s/km², med og uden tømning +overløb fra bassin MTV16. Der er således ingen brinkoverskridelser ved de to beregninger, og beregningerne ved 10 l/s/km² vidner ikke om opstuvning opstrøms rørbroer.



Figur 2-4 Længdeprofil af beregnede vandspejl for sommermedianmaks-afstrømning (10 l/s/km^2 , 26-8-1 T.t. Skarresø, S) hhv. uden og med tilledning fra bassin MTV16 + overløb med differenceplot. Figuren er vist i større format i Bilag 5.4

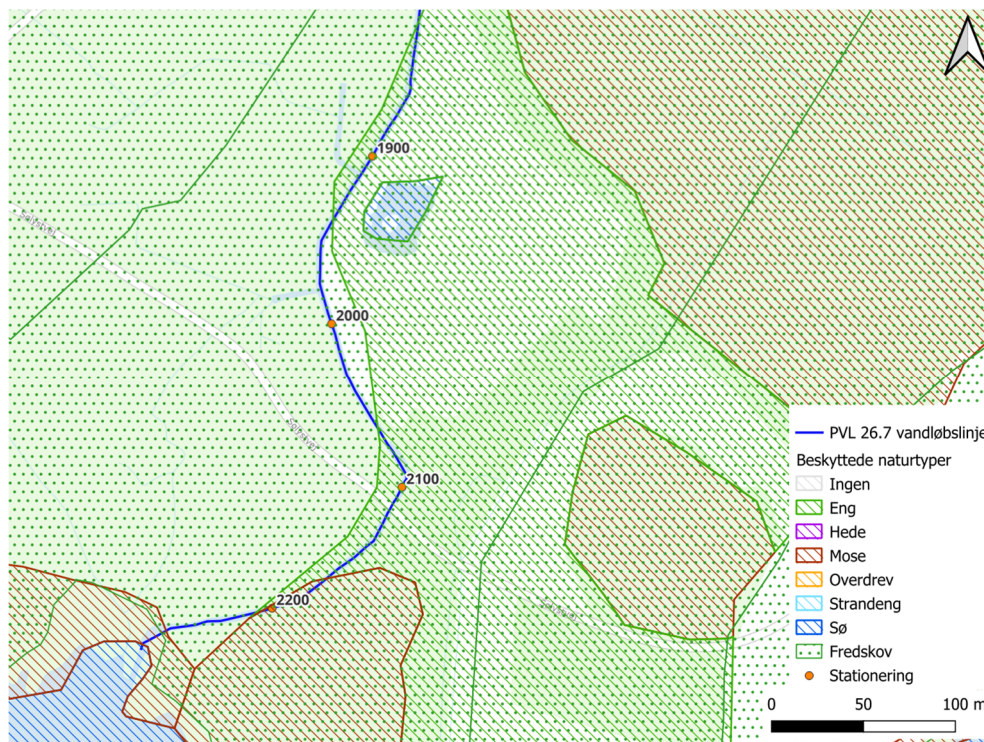
Der er desuden udført sammenlignende beregninger med en afstrømning på 58 l/s/km^2 (sommermedianmaksimumafstrømning, T.t. Skarresø, Astrup Skov). Resultatet er vist på Figur 2-5. Figuren ses også i bilag 5.5.



Figur 2-5 Længdeprofil af beregnede vandspejl for sommermedianmaks-afstrømning (58 l/s/km^2 , T.t. Skarresø, Astrup Skov) hhv. uden og med tilledning fra bassin MTV16 inkl. differenceplot. Figuren er vist i større format i bilag 5.5

Det ses at der er relativ mindre forskel mellem eksisterende forhold og scenarie 2b end der var mellem eksisterende forhold og scenarie 2a. Dog er der enkelte broer som kortvarigt vil være mere begrænsende i scenarie 2 b. Særligt rørbroen st. 2068 m, dog er området opstrøms rørbroen fredskov eller eng, Se Figur 2-6 Oversigt over arealer omkring st. 2068 m., som ikke vurderes til blive negativ

påvirket af midlertidig stuvning fra rørbroen, i forbindelse med en stor sommerafstrømning i kombination med overløb (scenarie 2b).



Figur 2-6 Oversigt over arealer omkring st. 2068 m.

Jfr. ovenstående beregninger vurderes det, at udledning samt overløb fra bassin MTV16 ikke vil give anledning til manglende kapacitet, som vil kunne have en mærkbar negativ konsekvens for nærliggende områder.

Almindelig tømning af bassin MTV16 vil heller ikke give anledning til forøgede kapacitetsproblemer ved en vintermedianmaksimumafstrømning. Fremtidigt tømning af MTV16 giver beregningsmæssig ikke anledning til forøget opstuvning opstrøms rørbroerne.

3 Vandløbets fysiske robusthed

Vandløbets fysiske robusthed (erosionsrisiko) vurderes i nærværende analyse ved beregning af de specifikke streampower-niveauer, der er et målt for energipåvirkningen per arealenhed af vandløbsbunden.

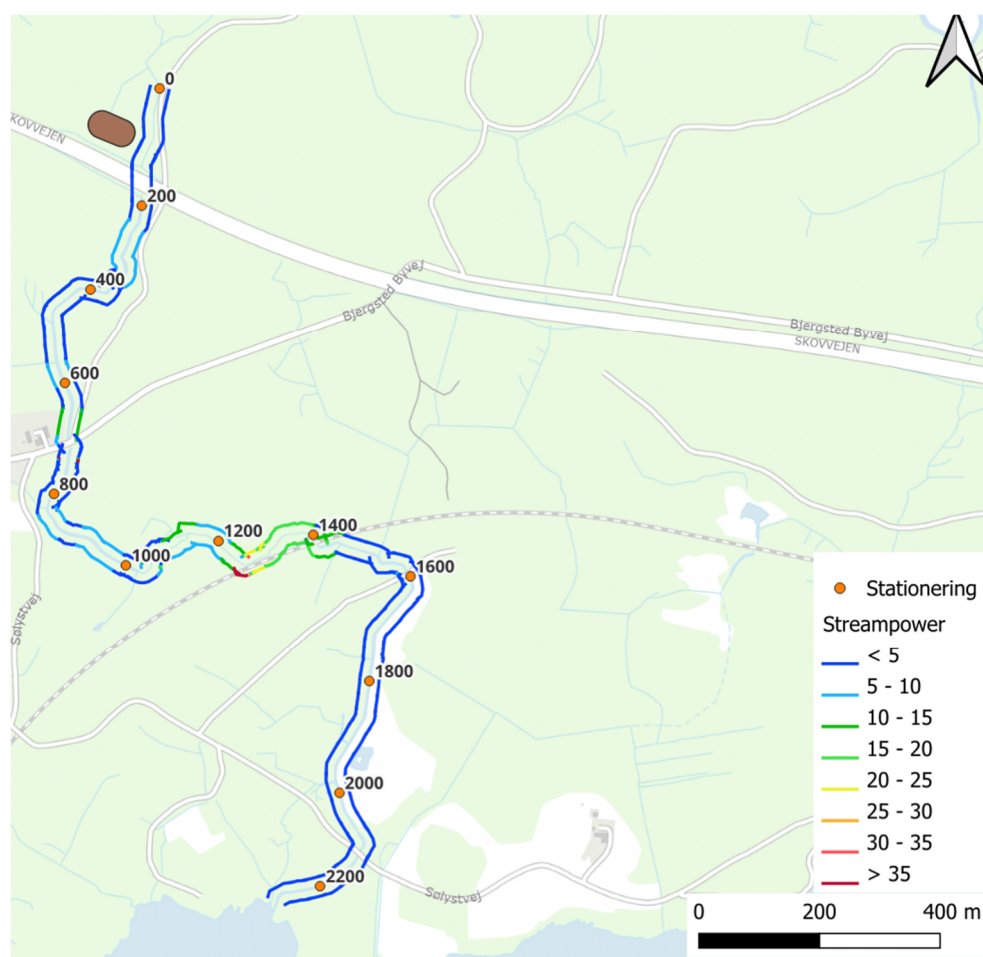
Beregning af streampower (ω , Watt/m²) er givet ved: $\omega = \rho g Q S / b$

Hvor:

ρ er vands densitet (kg/m³), g er tyngdeaccelerationen (9,8 m/s²), Q er vandføring (m³/s), S er vandløbsstrækningens hældning og b er vandløbsbredden.

På baggrund af studier på regulerede, danske vandløb betragtes en værdi på 35 W/m² som en øvre grænse for at undgå erosion (Brookes, 1984). Værdien varierer dog alt efter, hvilke jordbundsforhold vandløbet gennemløber og hvilket bundsubstrat, der er på strækningen. Grænseværdien på 35 W/m² tager udgangspunkt i et reguleret "lavenergivandløb" med sandet bund. I et "højenergivandløb" vil der naturligt være mere stenet bund, som modvirker erosionen.

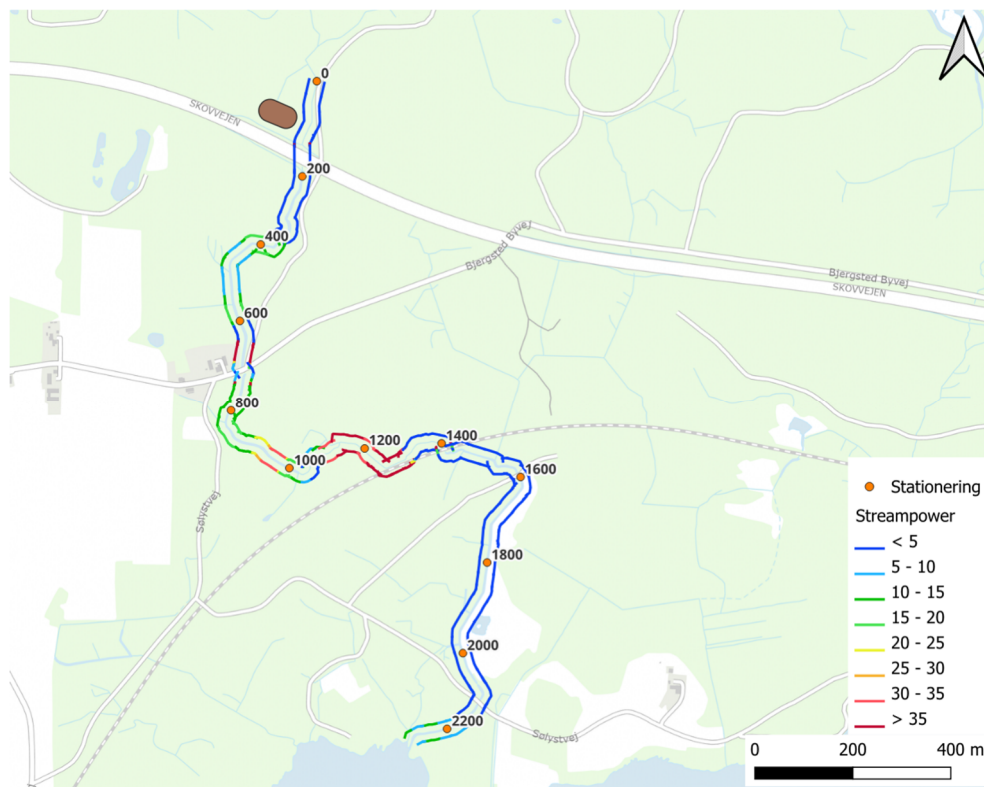
Beregningen af streampower-indekset er, ligesom vandspejlsberegningerne, udført i programmet VASP. Der er anvendt de samme beregningsforudsætninger, som anvendt ved beregning af vandløbets kapacitet. Der er valgt kun at regne på vintermedianmaks afstrømningen da denne er den mest kritiske. På Figur 3-1 vises resultatet af streampower-indekset for Scenarie 1 a (Vintermedianmaksimumafstrømning 30 l/s/km² inkl. bassinudledning fra MTV16) samt for referencescenariet (Vintermedianmaksimumafstrømning 30 l/s/km² uden bidrag fra MTV 16).



Figur 3-1 Resultat af streampower-beregning ved vintermedianmaksimum afstrømning vintermedianmaksimumafstrømning (30 l/s/km² 26-8-1 T.t. Skarresø, S). Signatur-venstre er for referencescenariet (status uden tømning af MTV16). Signatur-Højre er for Scenarie 1 a (tømning af MTV16).

Som det fremgår af Figur 3-1 er der ingen forskel i beregnede streampower-niveauer for en vintermedianmaksimumafstrømning med - og uden udledning fra MTV16, og der beregnes kun streampower-niveauer på over 35 W/m² på 2 korte strækninger, som ved opmålingen er registreret som stryg. Hovedparten af vandløbet har streampower-niveauer på mindre end 5 W/m².

Der er desuden udført sammenlignede beregninger med en afstrømning på 195 l/s/km² (vintermedianmaksimumafstrømning, T.t.Skarresø, Astrup Skov). På Figur 3-2/3-1 vises resultatet af streampower-indekset for Scenarie 1 b (Vintermedianmaksimumafstrømning 195 l/s/km² inkl. bassinudledning fra MTV16) samt for referencescenariet (Vintermedianmaksimumafstrømning 195 l/s/km² uden bidrag fra MTV 16).



Figur 3-2 Resultat af streampower-beregning ved vintermedianmaksimum afstrømning (195 l/s/km² T.t.Skarresø, Astrup Skov). Signatur-venstre er for referencescenariet (status uden tømning af MTV16). Signatur-Højre er for Scenarie 1b (tømning af MTV16).

Som det fremgår af Figur 3-2 er der ingen forskel på de beregnede streampower-niveauer for vintermedianmaksimumafstrømningen med og uden udledning fra MTV16. Der forekommer to korte strækninger samt én længere strækning, hvor streampower-niveauet overstiger 35 W/m². Disse strækninger svarer til de samme områder, hvor niveauet også blev overskredet i scenarie 1a. Der er således ikke indikation af, at udledningen vil medføre øget erosionsrisiko.

4 Samlet hydraulisk påvirkning

Udledningen vurderes ud fra ovenstående ikke at have en hydraulisk påvirkning på miljøkvalitetselementerne i det undersøgte private vandløb, og vurderes derfor ikke at forringe den miljømæssige tilstand.

Vandløbet har desuden stor nok kapacitet til at kunne modtage udledningen fra MTV16 uden at det vurderes at give anledning til oversvømmelser ved en vintermedianmaksimum- eller sommermedianmaksimum afstrømning.

5 Bilag

5.1 Længdeprofil PVL26.7

5.2 Vintermedianmaks PVL26.7 (Scenarie 1a)

5.3 Vintermedianmaks PVL26.7 (Scenarie 1b)

5.4 Sommermedianmaks PVL26.7 (Scenarie 2a)

5.5 Sommermedianmaks PVL26.7 (Scenarie 2b)

PvI 26_7

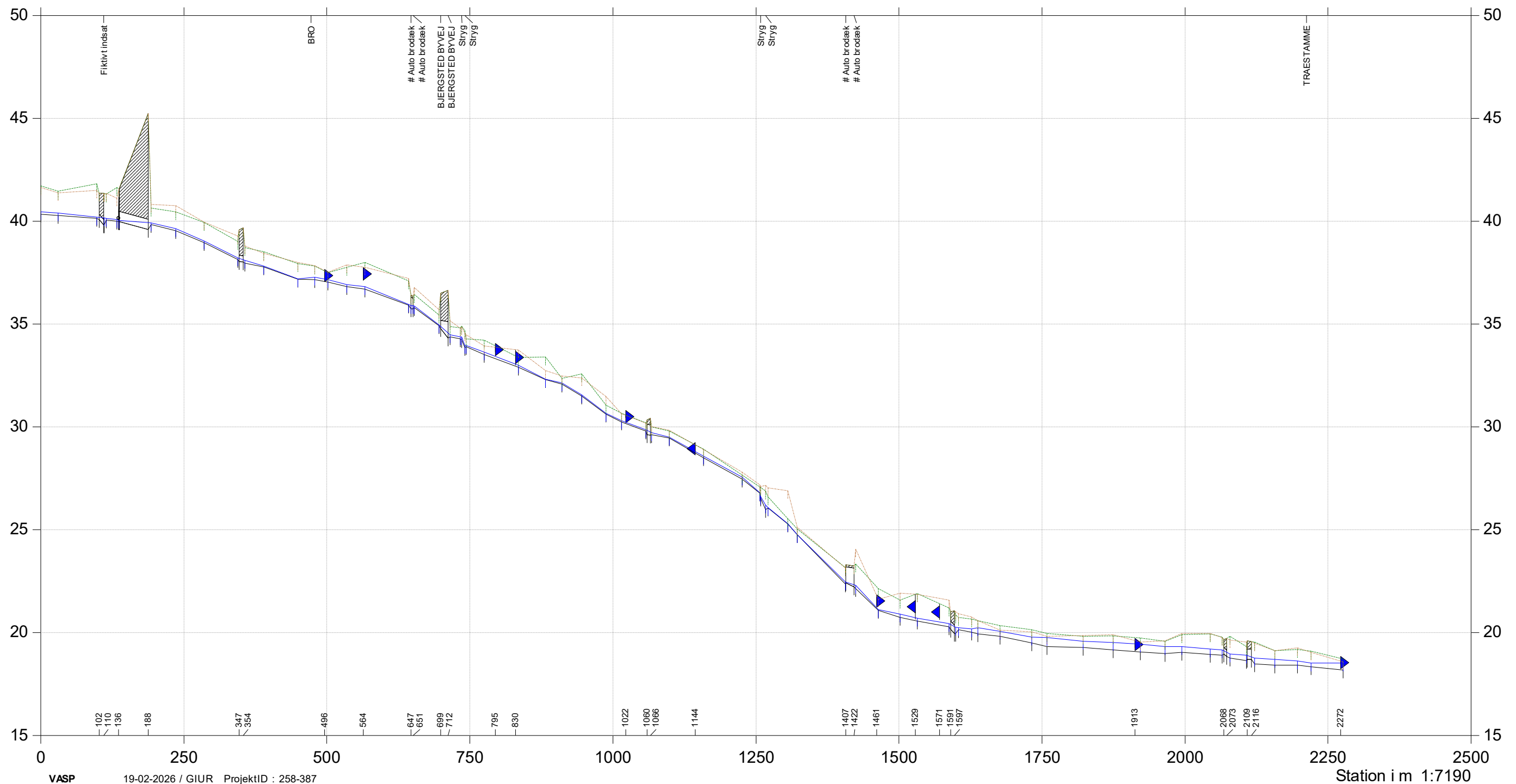
2026 Kalundborg Motorvej



Bilag 6.1

- Terræn højre, opmålt af VD 2025
- Terræn venstre,, opmålt af VD 2025
- Vandspejl, opmålt af VD 2025
- Bund, opmålt af VD 2025

Kote i m DVR90 1:200



PvI 26_7

2025 Kalundborg Motorvej

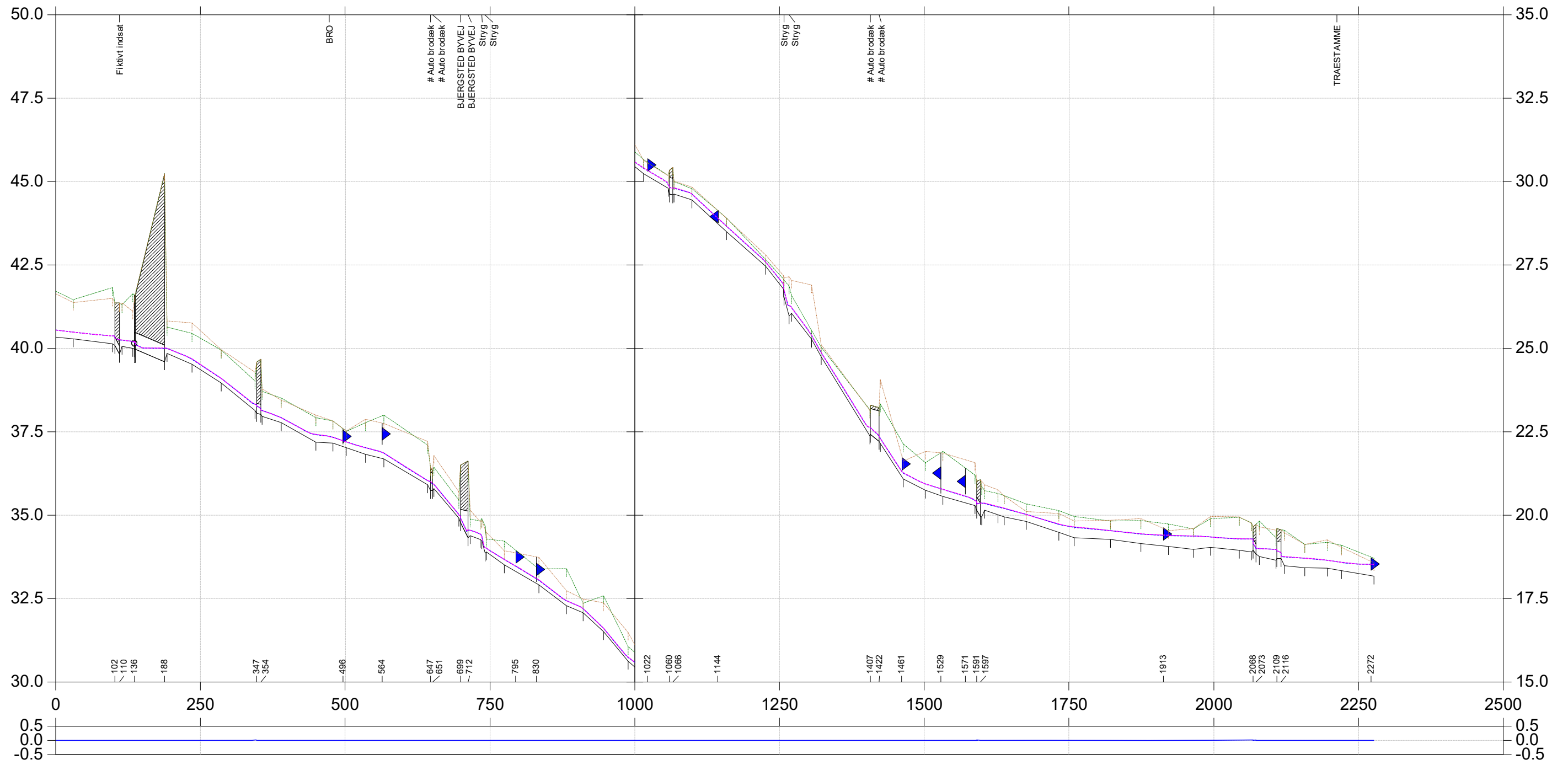
Beregnet vandspejl ved vinter median maksimum og M=14

COWI

Bilag 6.2

- Terræn højre, opmålt 2025
- Terræn venstre, opmålt 2025
- Bund, opmålt 2025
- Ber vsp. eksisterende forhold
- Ber. vsp. med tømning fra bassin

Kote i m DVR90 1:125



Forskel i m. — Alm. tømning af bassin minus eksisterende

Pvl 26_7

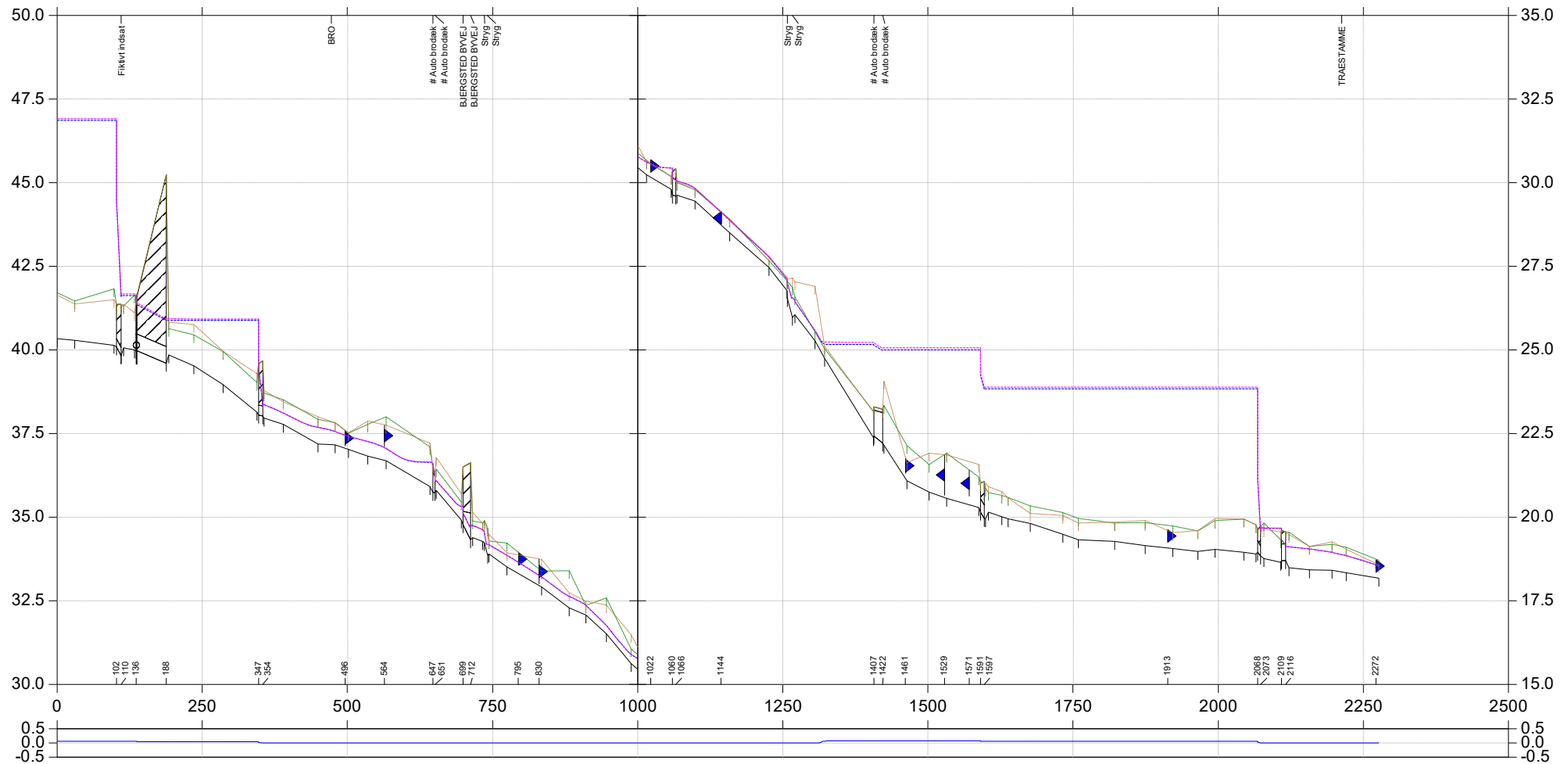
2025 Kalundborg Motorvej

Beregnet vandspejl ved vinter median maksimum(195 l/s/km²)
og M=14



- Terræn højre, opmålt 2025
- Terræn venstre, opmålt 2025
- Bund, opmålt 2025
- Ber vsp. eksisterende forhold
- Ber. vsp. med tømning fra bassin

Kote i m DVR90 1:125



Forskel i m. — Alm. tømning af bassin minus eksisterende

PvI 26_7

2025 Kalundborg Motorvej

Beregnet vandspejl ved sommer median maksimum og M=6

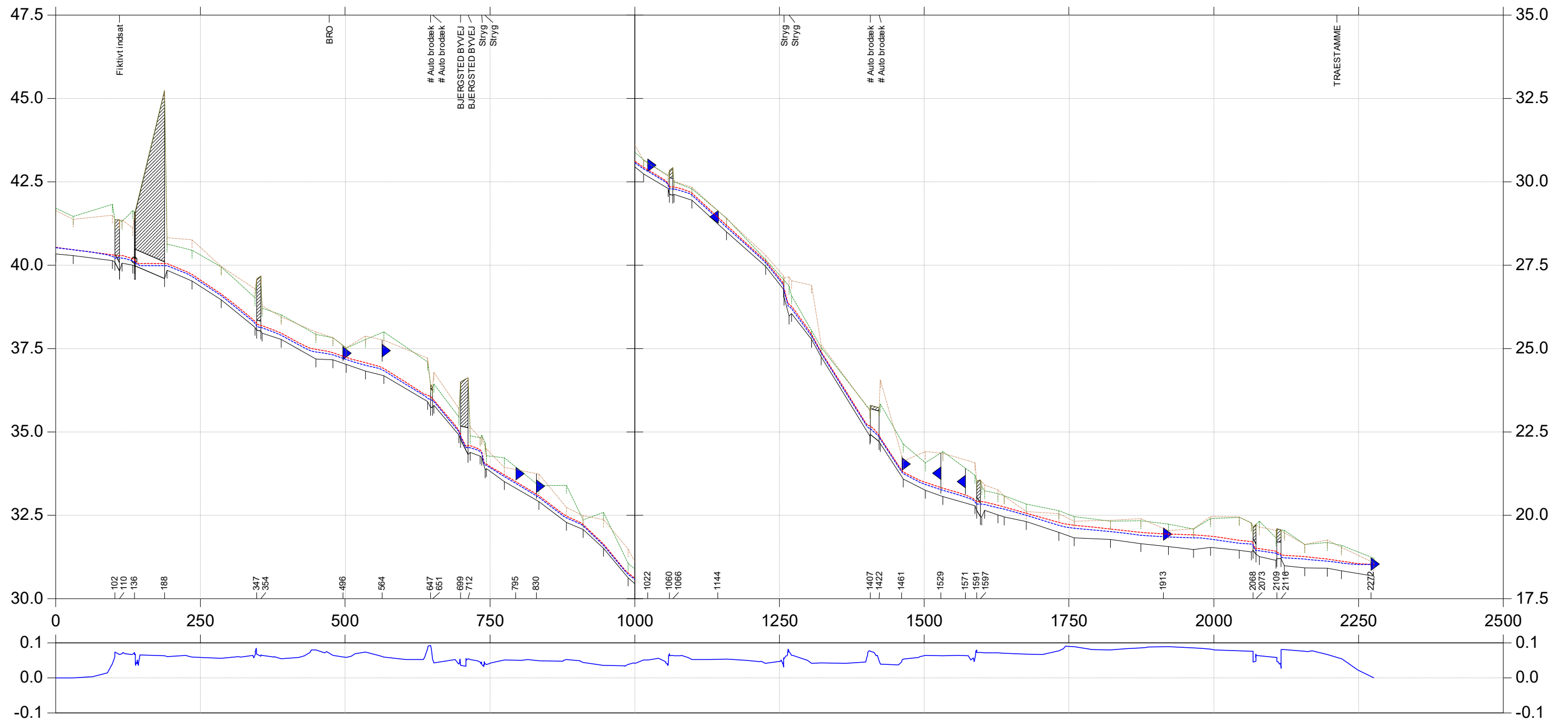
COWI

Bilag 6.3

- Ber. vsp. med tømning og overløb fra bassin (Scenarie 2)
- Terræn højre, opmålt 2025
- Terræn venstre, opmålt 2025
- Bund, opmålt 2025

----- Ber. vsp . Reference

Kote i m DVR90 1:125



Forskel i m. — Overløb fra bassin minus eksisterende

Pvl 26_7

2025 Kalundborg Motorvej

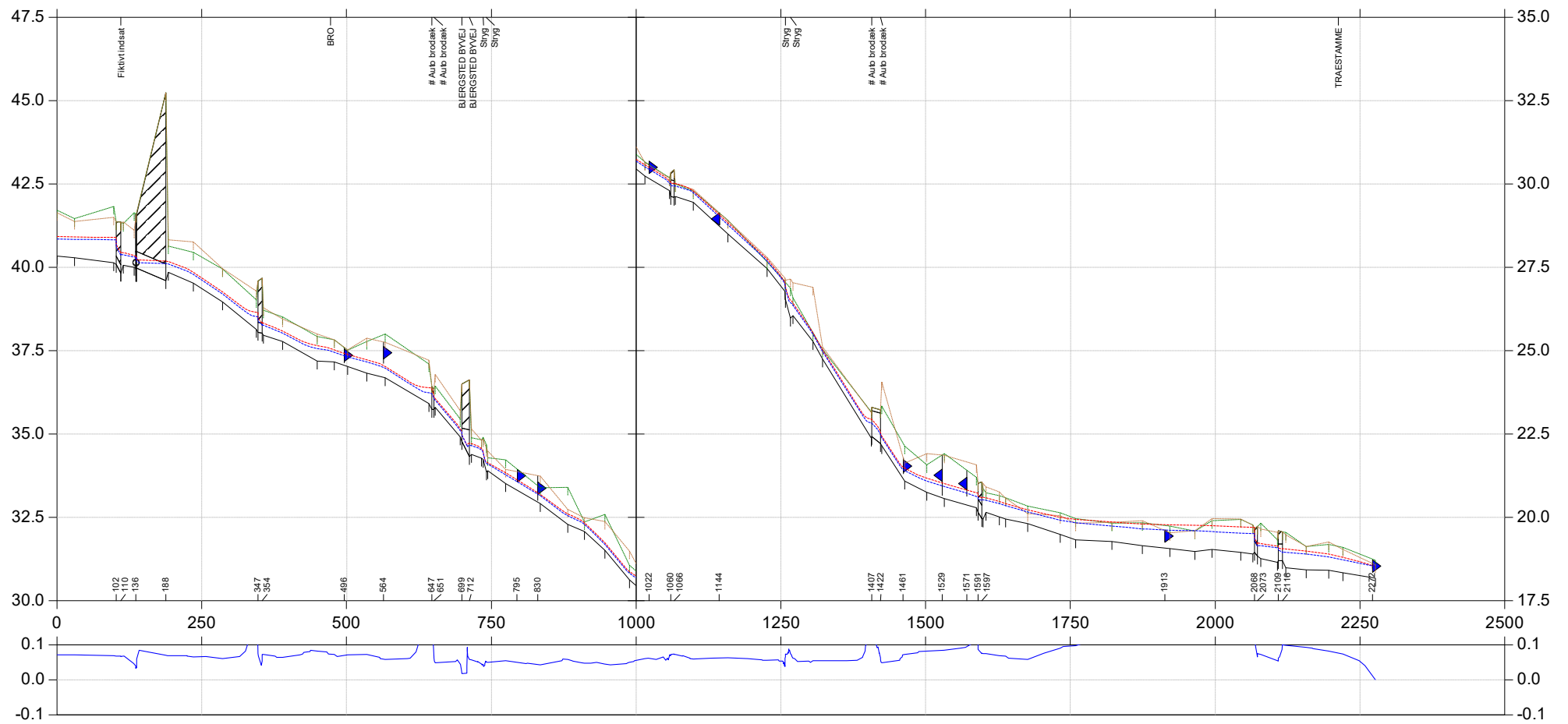
Beregnet vandspejl ved sommer median maksimum (57,6 l/s/km²) og M=6



- Ber. vsp. med tømning og overløb fra bassin (Scenarie 2)
- Terræn højre, opmålt 2025
- Terræn venstre, opmålt 2025
- Bund, opmålt 2025

----- Ber. vsp . Reference

Kote i m DVR90 1:125



Forskel i m. — Overløb fra bassin minus eksisterende