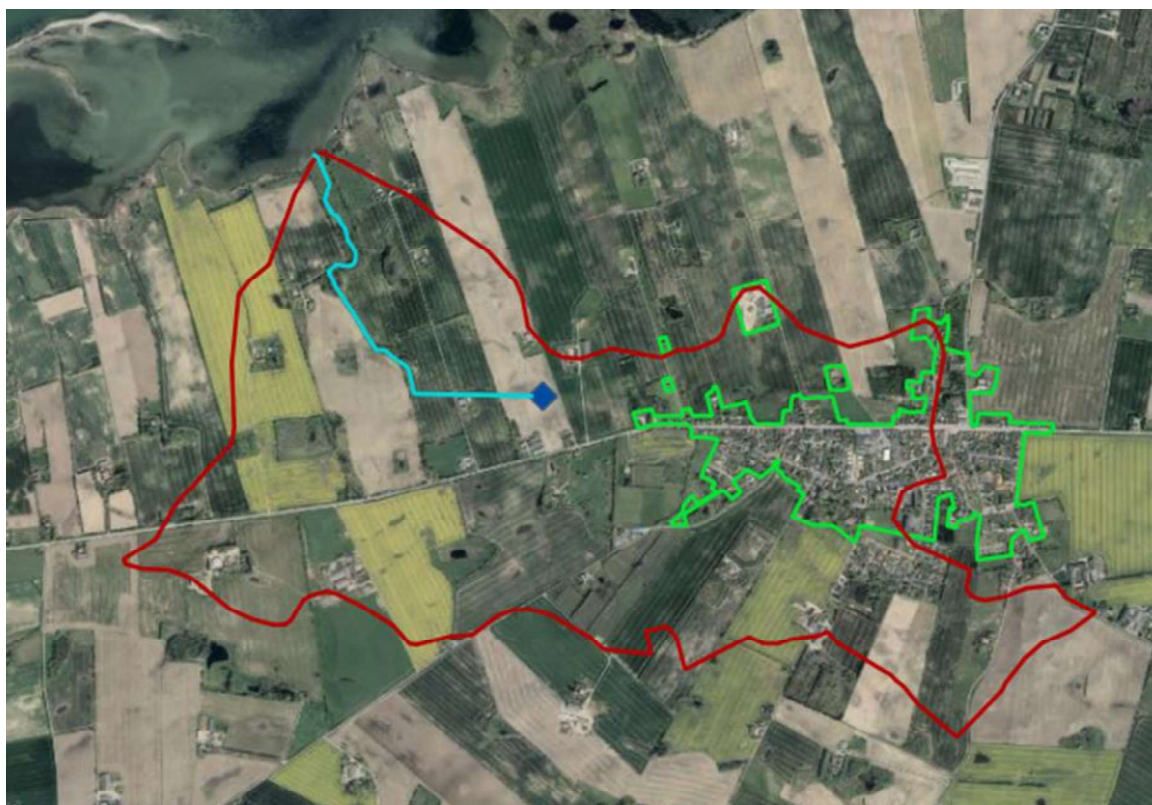


FFV SPILDEVAND A/S

FFV – HORNE MARKLEDNING

VANDLØBSREGULERING, VANDSTANDS- ANALYSE

Dato: 2025-07-04





Projektnavn:	FFV - Horne markledning
WSP projektnr.:	22 006856
Projektleder:	Peter Nielsen
Udarbejdet af:	Sofie H. Mathiasen
Kvalitetssikret af:	PNIE
Godkendt af:	Lars Bendixen

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
2	BEREGNINGSGRUNDLAG	7
2.1	OPLAND TIL VANDLØBET	7
2.2	AFLASTNING FRA FÆLLESKLOAKKEN	8
2.3	OPLANDSAFSTRØMNING	9
2.4	VANDLØBETS SKIKKELSE OG STRØMNINGSMODSTAND	11
3	RESULTATER	12
4	KONKLUSION	22

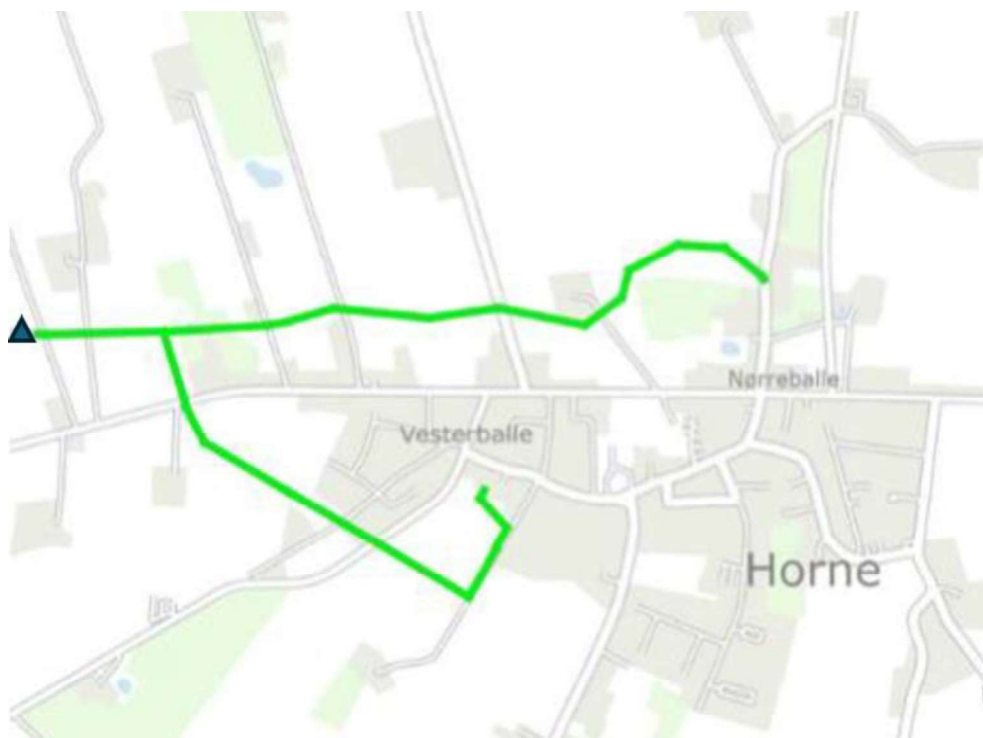
BILAG

Bilag 1 Sommermiddel, vandspejlsberegninger

Bilag 2 Medianmaks, vandspejlsberegninger

1 INDLEDNING

I forbindelse med saneringen i Horne har FFV besluttet at etablerer nye fællesledninger opstrøms et opspæringsbassin vest for byen, som vist på Figur 1.1. De eksisterende fællesledninger har flere dræn koblet på sig, hvorfor de nye ledninger etableres for at afkoble drænvandet fra fællessystemet.



Figur 1.1 Oversigt over placering af de nye fællesledninger (grønne streger) med nedstrøms bassin (blå trekant).

Både de nuværende og nye fællesledninger leder til pumpestationen ved sparebassinet, hvor vandet pumpes til renseanlæg. Når pumperne ikke kan følge med, ledes vandet til sparebassinet og når bassinet ikke har mere kapacitet, går det i overløb og aflaster til rørlagt vandløb (tidligere Bosemade Rende) og Navrsbækken, der er vist på Figur 1.2.



Figur 1.2 Oversigt over Navrsbækkens forløb (lyseblå streg) fra sparebassin (blå markering) til Helnæs Bugt. Grøn markering viser det fælleskloakerede opland, der afvander til sparebassinet.

Ved etablering af de nye fællesledninger overgår de nuværende fællesledninger til hoveddræn. Der etableres yderligere et nyt ledningsforløb fra de eksisterende fællesledninger og direkte til Navrsbækken, så drænvandet i fremtiden bliver udledt direkte til vandløbet og ikke belaster kloaksystemet.

Ansøgning om reguleringstilladelse til etablering af nyt vandløb, dateret 11.04.2025, er sendt til vandløbsmyndighed Faaborg-Midtfyn Kommune. I mail af 16.06.2025 har FMK udbedt nærmere redegørelse for vandstandsforhold i Navrsbækken for at vurdere påvirkningen på vandløbet fra den ændrede ledningsføring.

I dette notat undersøges derfor betydningen af de nye drænledningers etablering på Navrsbækken, i form af vandspejlsberegninger ved brug af programmet VASP, samt modellering af overløbsmængder fra nødoverløb ved bassin.

For at afdække påvirkningen på Navrsbækken undersøges både den nuværende tilstand (status) og fremtids-scenariet (plan), hvor de nye ledninger er etableret. Det resulterer i to scenarier som er følgende:

- **Status**

Drænoilandet opstrøms bassin er forbundet til de nuværende fællesledninger, hvilket betyder at punktbelastningen ved udløbet fra sparebassinet til vandløbet inkluderer både vand fra fælleskloakken og drænvand (ved aflastning fra bassin).

- **Plan**

Den nuværende fællesledning overgår til drænledning og ledes udenom sparebassinet, hvorfor punktbelastningen ved udløbet fra sparebassinet til vandløbet kun inkluderer vand fra fælleskloakken

(ved aflastning). Drænoområdet bidrager til afstrømning fra det topografiske opland – både opstrøms og nedstrøms bassin – direkte til vandløbet.

I begge scenarier afvander det naturlige opland til vandløbet, som består af de dele af det topografiske opland, der ikke afvander til fælleskloakken, hvilket er beskrevet i detaljer i det følgende afsnit.

2 BEREGNINGSGRUNDLAG

I dette afsnit redegøres for beregningsgrundlaget til beregningerne. VASP-beregningerne for selve vandløbet er stationære vandspejlsberegninger, hvilket betyder, at der ikke indgår nogen tidsfaktor og derfor resulterer de i mere konservative beregninger.

Punktbelastning, i form af overløb fra bassin, er beregnet med Mike Urban og statistisk behandling af resultater fra historiske regnserier.

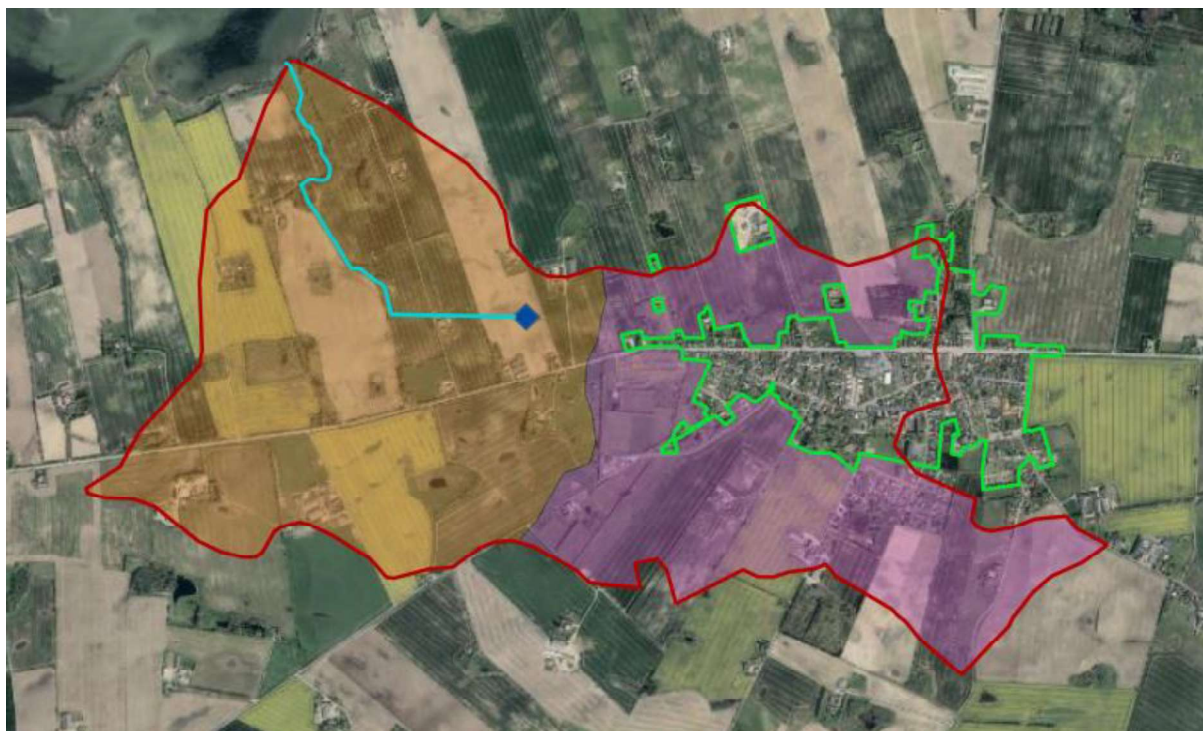
Det vil svare til at det bliver ved med at regne i meget lang tid for at opnå en situation, hvor hele vandløbet er påvirket af både punktbelastninger og oplandsafstrømning.

2.1 Opland til vandløbet

Det topografiske opland til Navrsbækken er bestemt på baggrund af WSP's vandskelsdatabase i kombination med en terrænanalyse af den nyeste højdemodel. Det samlede topografiske opland er 3,39 km² og er markeret på Figur 2.1 efterfølgende. Det er dog ikke hele det topografiske opland, der afvander direkte til vandløbet, men i stedet for afvander til fælleskloakken, som nævnt tidligere. Det topografiske opland uden de arealer, der afvander til fælleskloakken, kaldes her det naturlige opland.

Størrelsen på det naturlige opland er forskelligt imellem status- og planscenariet, da drænoplanet opstrøms sparebassinet afvander til fælleskloakken i statusscenariet – og direkte til vandløbet, som en del af det naturlige opland, i plansscenariet.

Udstrækning af både det topografiske opland og det naturlige opland er vist på Figur 2.1.



Figur 2.1 Oversigt over topografisk opland (rød polygon) og kloakopland (grøn polygon), der afvander til Navrsbækken. Den østligste del af det naturlige opland er drænolandet opstrøms sparebassinet (lyserød område), der afvander til fælleskloakken i status, og den vestligste del (orange område) bidrager til den naturlige afstrømning både i status og plan. Den del af kloakoplandet, der er udenfor det topografiske opland afvander til Navrsbækken ved aflastning fra sparebassinet.

Det befæstede areal fra kloakoplandet indenfor det topografiske opland bidrager beregningsmæssigt ikke til oplandsafstrømningen til vandløbet og er derfor ikke en del af det naturlige opland, hvorfor dette areal trækkes fra det topografiske opland i modellen. Det befæstede areal er bestemt på baggrund af Mike Urban model opsat af WSP tidligere i saneringsprojektet til 8,58 ha.

På tilsvarende vis er drænolandet fratrasket det topografiske oplande i modellen i statusscenariet, da det i dette scenarie lige som det befæstede areal afvander til fællessystemet og derfor ikke er del af det naturlige opland i statusscenariet. Drænolandet forbundet til fælleskloakken er estimeret til at være 1,14 km² med samme metode som det topografiske opland.

Det betyder, at i modellen er det topografiske opland, der bidrager til oplandsafstrømningen til Navrsbækken i status 2,16 km², og i plan 3,30 km².

2.2 Aflastning fra fælleskloakken

De oplande, der i det forrige afsnit er fratrasket i modellen, fordi de afvander til fælleskloakken, bidrager som sagt i stedet for til belastning af vandløbet, hvis sparebassinet går i overløb og aflaster til vandløbet.

I denne undersøgelse er denne belastning repræsenteret som en punktvandføring ved udløbspunktet fra sparebassinet. Punktvandføringens størrelse er bestemt af en status- og en planscenarie langtidssimulering af

fællessystemet i Horne. Denne langtidssimulering er lavet med det samme Mike Urban model som tidligere nævnt og er baseret på den historiske regnserie fra SVK-regnmåler 5370 i Sønderborg. Der er anvendt målerdata fra den 7. oktober 1979 frem til den 29. december 2021, hvilket er 42 år og 357 dage. For flere detaljer om regnserien og Mike Urban modellen se afrapporterings notat fra *Horne By - Saneringsprojekt* fra marts 2025.

Da det er meget usikkert om hvilke regnhændelser, der belaster kloaksystemet samtidigt med, at afstrømningen fra vandløbets topografiske opland har en vis størrelse, er der undersøgt tre forskellige hændelser i kloaksystemet i kombination med de to scenarier og de udpegede vandføringer, som beskrives i det efterfølgende afsnit.

De tre forskellige hændelser er som følger:

- Ingen regn i kloakoplandet
- Regnhændelse tilsvarende 1 års gentagelsesperiode
- Regnhændelse tilsvarende 2 års gentagelsesperiode

De to sidste regnhændelser er bestemt på baggrund af langtidssimuleringen og kan ses i figur 2.1 Tabel 2.1.

2 års gentagelsesperiode er valgt som den højeste regnhændelse fordi den tilsvarende højeste oplandsafstrømning i vandløbet, medianmaksimum, også antages for at repræsentere en 2 års gentagelsesperiode.

Tabel 2.1 Regnhændelser og de resulterende punktvandføring langtidssimulering af kloaksystemet.

Gentagelsesperiode	Punktvandføring ved scenarie [l/s]	
	Statusscenarie	Planscenarie
1 år (T1)	127	0
2 år (T2)	270	3

Baggrunden for den store forskel mellem status- og planscenariet er, at ved plan er der frakoblet en stor del dræn fra tilledning til pumpestation/bassin, og bassinet har fået hævet overløbskant og kronekant. Det betyder, at kapaciteten af både pumpe og sparebassin ofte overstiges i status til dels på grund af det store drænopland forbundet til fælleskloakken. Dette sker sjældnere i planscenariet efter dette opland er afkoblet.

2.3 Oplandsafstrømning

Til at beskrive den naturlige afstrømning i vandløbet fra det topografiske opland er den karakteristiske afstrømning undersøgt for 4 hydrometriske stationer. De er udvalgt baseret på deres placering i nærheden af projektområdet, længden af tidsserien af målinger, samt at oplandet til målestationerne er af tilsvarende størrelse og type som Navrsbækkens opland. Målestationernes placering kan ses på Figur 3.8 og er som følger:

- 45.32 Søbo-afløbet, Tilløb til Arreskovsø
- 45000033 Arreskov Sø, Tilløb 4, Arreskov Sø, Tilløb 4
- 47000659 Rislebæk, Priseshave
- 45000090 Rislebæk, Sollerup



Figur 2.2 Oversigt over de fire målestationer, der er undersøgt til bestemmelse af karakteristisk afstrømning. Navrbækken og udløb til denne er markeret med blå streg og punkt.

Vandløbets hydrauliske kapacitet ønskes undersøgt ved en sommermiddel og en medianmaksimum afstrømning, hvilket er beskrevet i den efterfølgende Tabel 2.1.

Ud over de 4 målestationer for sig, er der også beregnet karakteristisk afstrømning for en sammenlagt tidsserie af 45000090 og 45000033, da tidsserierne ligger i forlængelse af hinanden og målestationerne inden for meget kort afstand af hinanden på samme vandløbsstrækning.

Tabel 2.2 Måleperiode, opland og karakteristisk afstrømning for de fire målestationer.

Målestation	Lokalitet	Måleperiode	Opland [km ²]	Sommermiddel [l/s/km ²]	Medianmaks. [l/s/km ²]
45.32	Søbo-afløbet, Tilløb til Arreskovsø	1973-2022	6,58	6,83	21,58
47000659	Rislebæk, Priseshave	2017-2022	6,53	5,91	17,32
45000090	Rislebæk, Sollerup	2004-2022	3,65	5,54	23,82
45000033	Arreskov Sø, Tilløb 4, Arreskov Sø, Tilløb 4	1973-2004	3,68	6,41	21,45
Samlet	45000090 og 45000033			5,97	21,83

I denne analyse er den karakteristiske afstrømning fra målestation 42.32 benyttet da denne målestation har den længste tidsserie, samtidigt med at de beregnede karakteristiske afstrømninger for denne ikke er langt fra da andre målestationer, hvilket bekræfter, at værdierne er repræsentative for vandløb med oplande af denne størrelse og placering.

2.4 Vandløbets skikkelse og strømningsmodstand

Til beskrivelse af vandløbets skikkelse er brugt en opmåling fra december 1992.

Under beregningerne er der anvendt forskellige Manningtal, som beskriver strømningsmodstanden i vandløbene, afhængigt af de lokale forhold i vandløbene og årstiden. Strømninger i et større vandløb vil samlet set have en mindre modstand (højere Manningtal) end mindre vandløb, og hertil er mængden af grødevegetation i vandløbene også en væsentlige faktor for modstandsforholdene, hvor der i vinterhalvåret er lavere modstand end i sommerhalvåret.

De anvendte Manningtal for sommer er 8 og vinter 20. De er erfaringstal, da der ikke findes målestationer i vandløbene til at beregne de aktuelle Manningtal inden for projektområdet. Vinter Manningtal er brugt i kombination med medianmaksimum afstrømning, da denne afstrømning oftest forekommer i vinterhalvåret.

3 RESULTATER

Vandspejl, beregnet med VASP på baggrund af forudsætningerne opstillet i det forrige afsnit, er præsenteret her i form af længdeprofiler langs med vandløbets stationering. På de efterfølgende figurer ses de beregnede vandspejl for 3 placeringer i vandløbet:

- start, (stationering 0-400)
- midte (stationering 930-1.000)
- ende (stationering 1.480-1.1490)

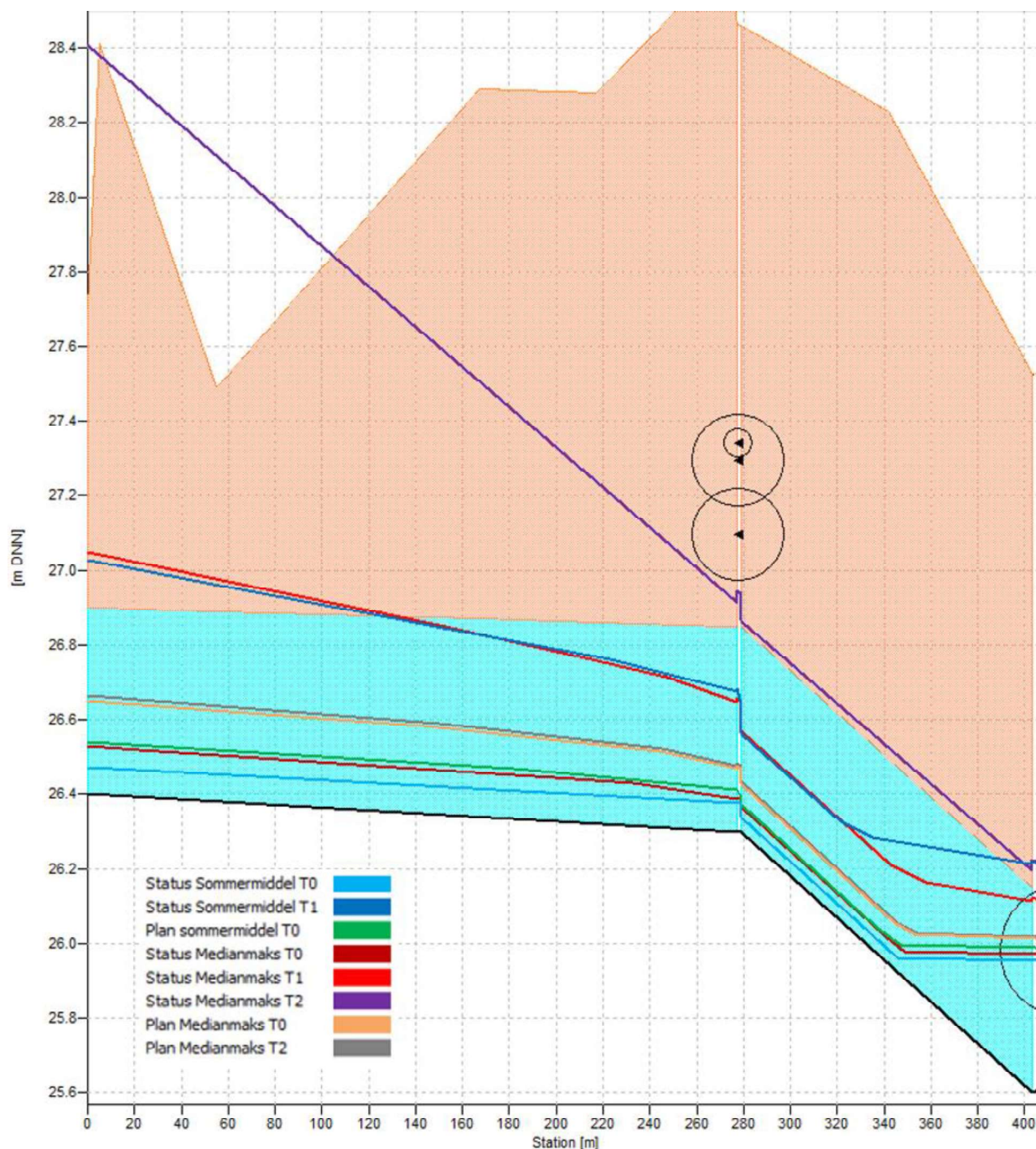
Længdeprofilet for den fulde længde af vandløbet med de beregnede vandspejl kan ses i bilag 1 og 2.

Belastningen fra kloakken er, som tidligere nævnt, undersøgt for 1 års og 2 års gentagelsesperiode, hvilket er benævnt som henholdsvis T1 og T2 efterfølgende, og T0, hvis vandspejlet er beregnet uden kloakbelastning.

Det bemærkes, at i planscenariet har både T0 og T1 ingen kloakbelastning, hvorfor vandspejlsberegningen bliver det samme, og derfor er *Plan Sommermiddel T1* og *Plan Medianmaks T1* ikke vist på længdeprofilerne, da de visuelt ikke vil kunne ses, fordi de ligger under deres T0 modpart.

De første ca. 400 m af vandløbet med beregnede vandspejl består af en rørsstrækning og kan ses på Figur 3.1, hvor det kan ses, at belastninger fra kloakken i statusscenariet har størst betydning for vandspejlsberegningerne.

I plansscenariet er det oplandsafstrømningerne, der betyder mest, men forskellen imellem vandspejlsberegninger er her noget mindre end i status.

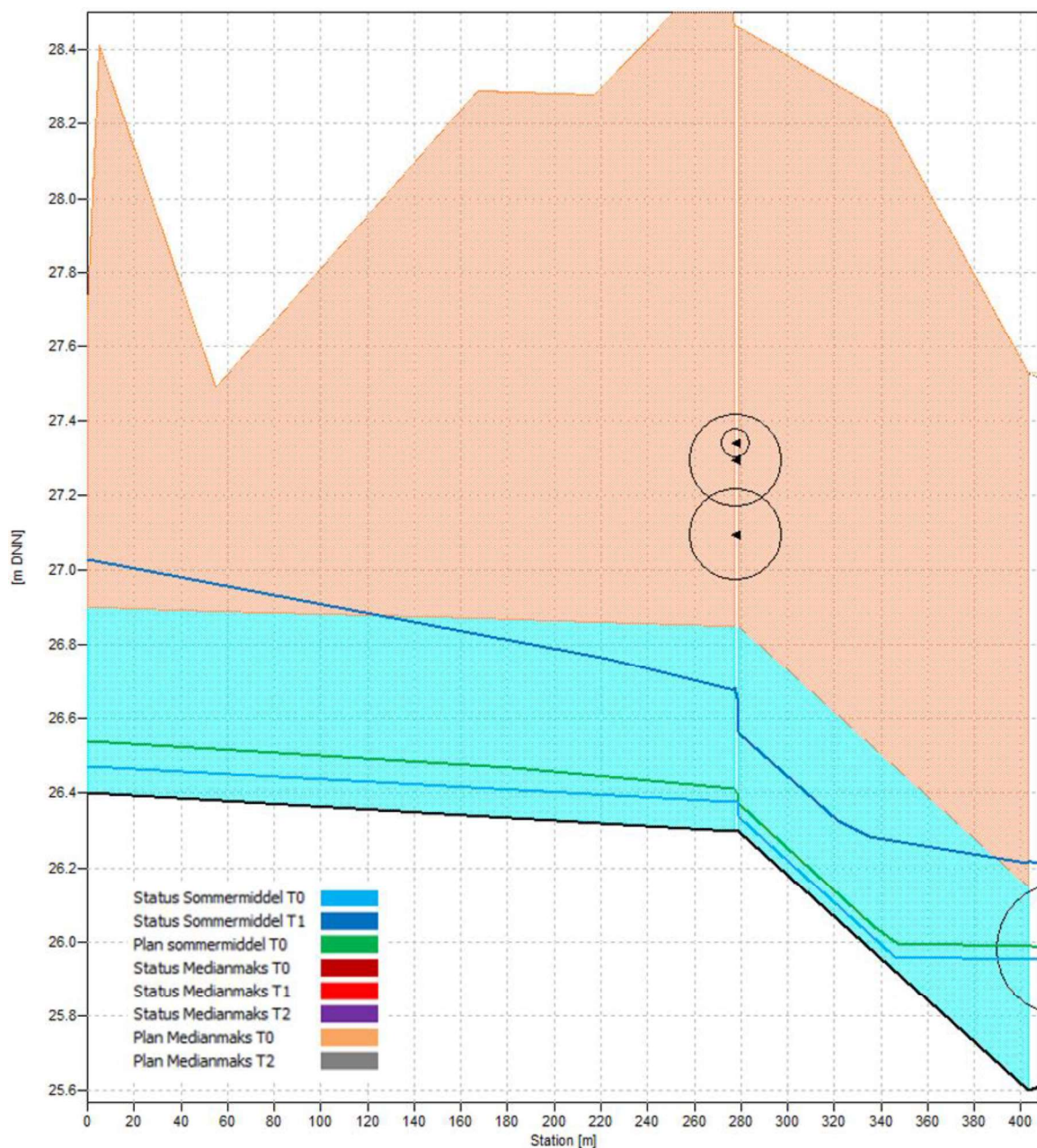


Figur 3.1 Beregnet vandspejl for de første 400 meter af vandløbet med samtlige beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbets bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning.

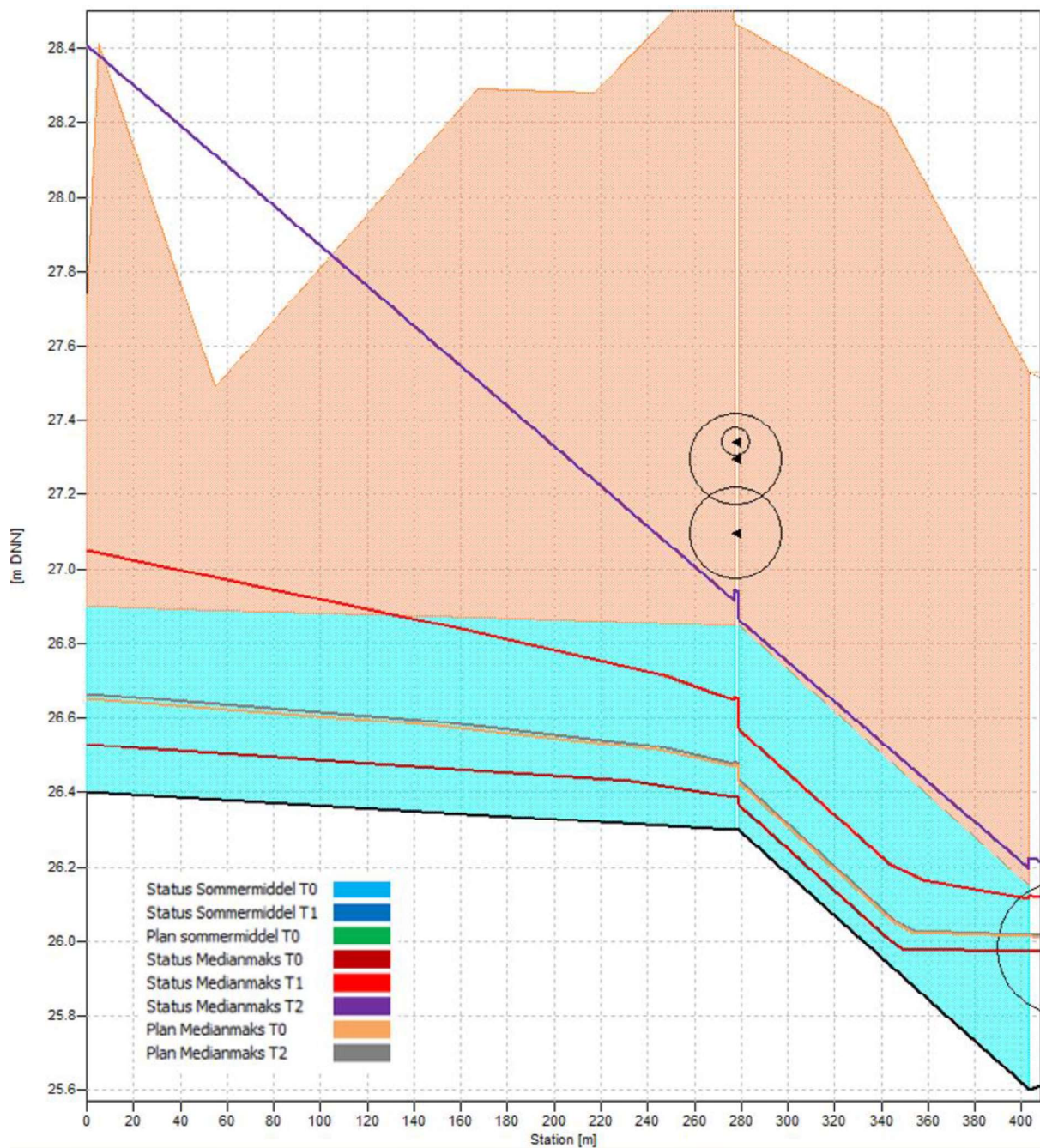
Betydningen af kloakken på vandspejlsberegninger i status kan ses på Figur 3.1 i at de højeste beregnede vandspejle er *Status Medianmaks T2*, *Status Sommermiddel T1* og *Status Medianmaks T1*, der alle er langt over de resterende vandspejle. Som det kan ses, så er statusberegningerne uden belastning fra kloakken også de lavest vandspejlsberegninger med *Status Sommermiddel T0* nederst efterfulgt af *Status Medianmaks T0*.

På Figur 3.2 og Figur 3.3 er de samme vandspejlsberegninger vist for samme strækning som Figur 3.1, men hver figur viser kun beregninger med én af de to afstrømningsværdier (sommerrmiddel hhv. medianmaks).

På de to figurer kan man nemmere se forskellen imellem status og plan for hver af de to afstrømningsværdier. Specifikt kan det ses, at hvis kloakkens belastning af vandløbet ses bort fra, er forskellen imellem status og plan en del mindre.



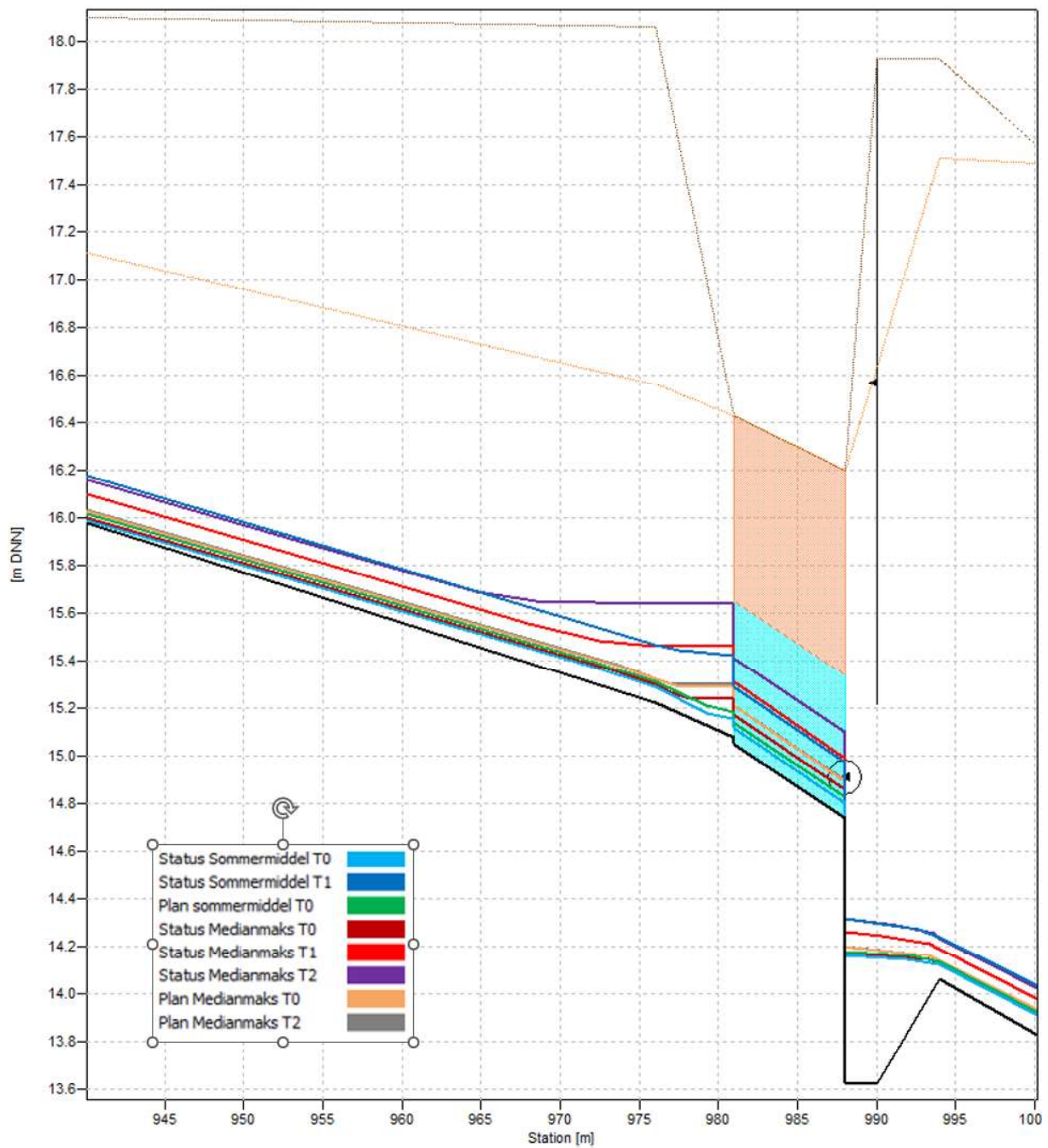
Figur 3.2 Beregnet vandspejl for de første 400 meter af vandløbet med sommerrmiddel beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbets bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning.



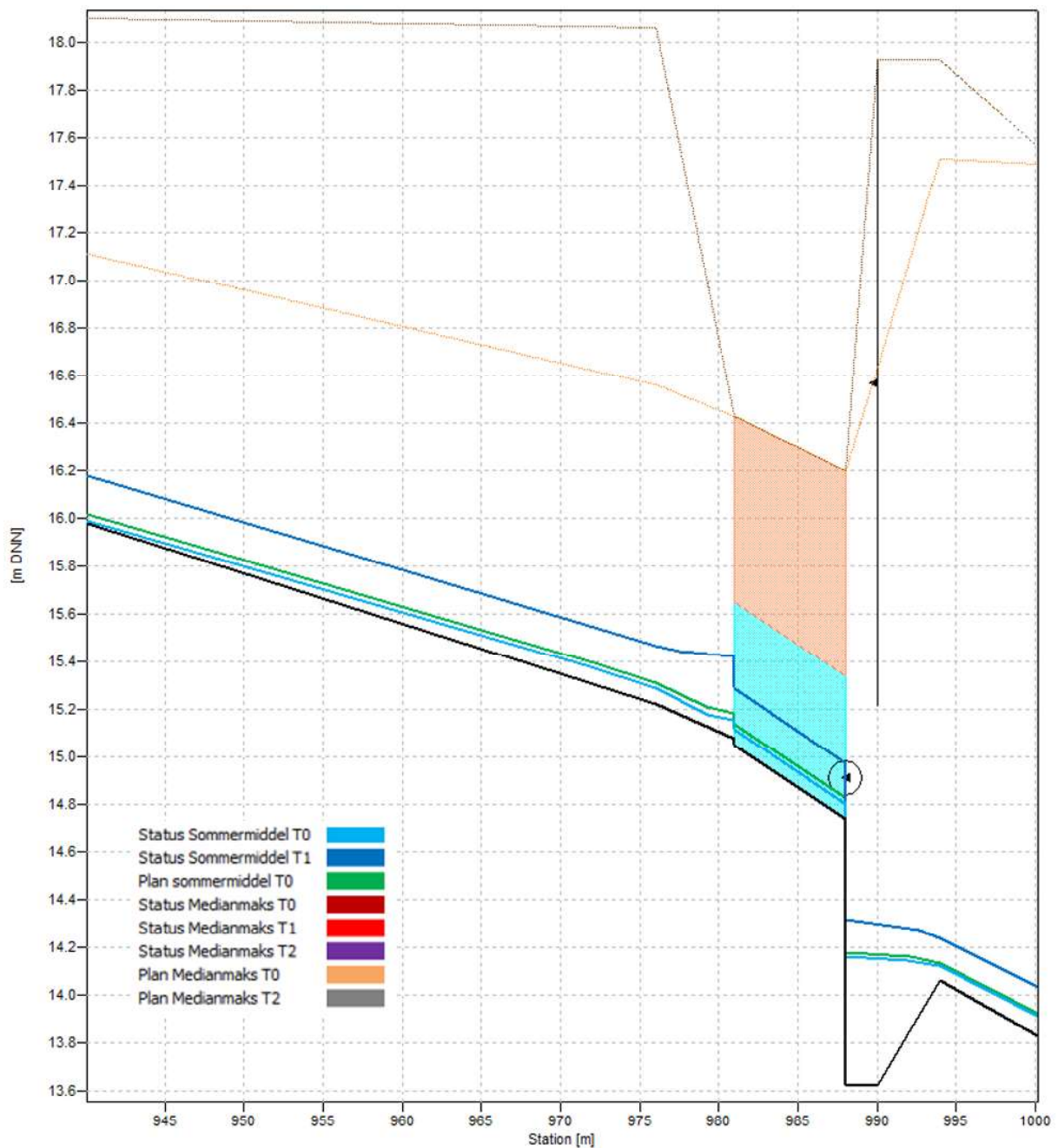
Figur 3.3 Beregnet vandspejl for de første 400 meter af vandløbet med medianmaks beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbets bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning.

På Figur 3.4 ses en strækning midt på vandløbet, hvor det kan ses, at forskellen imellem beregnede vandspejl er snævre ind.

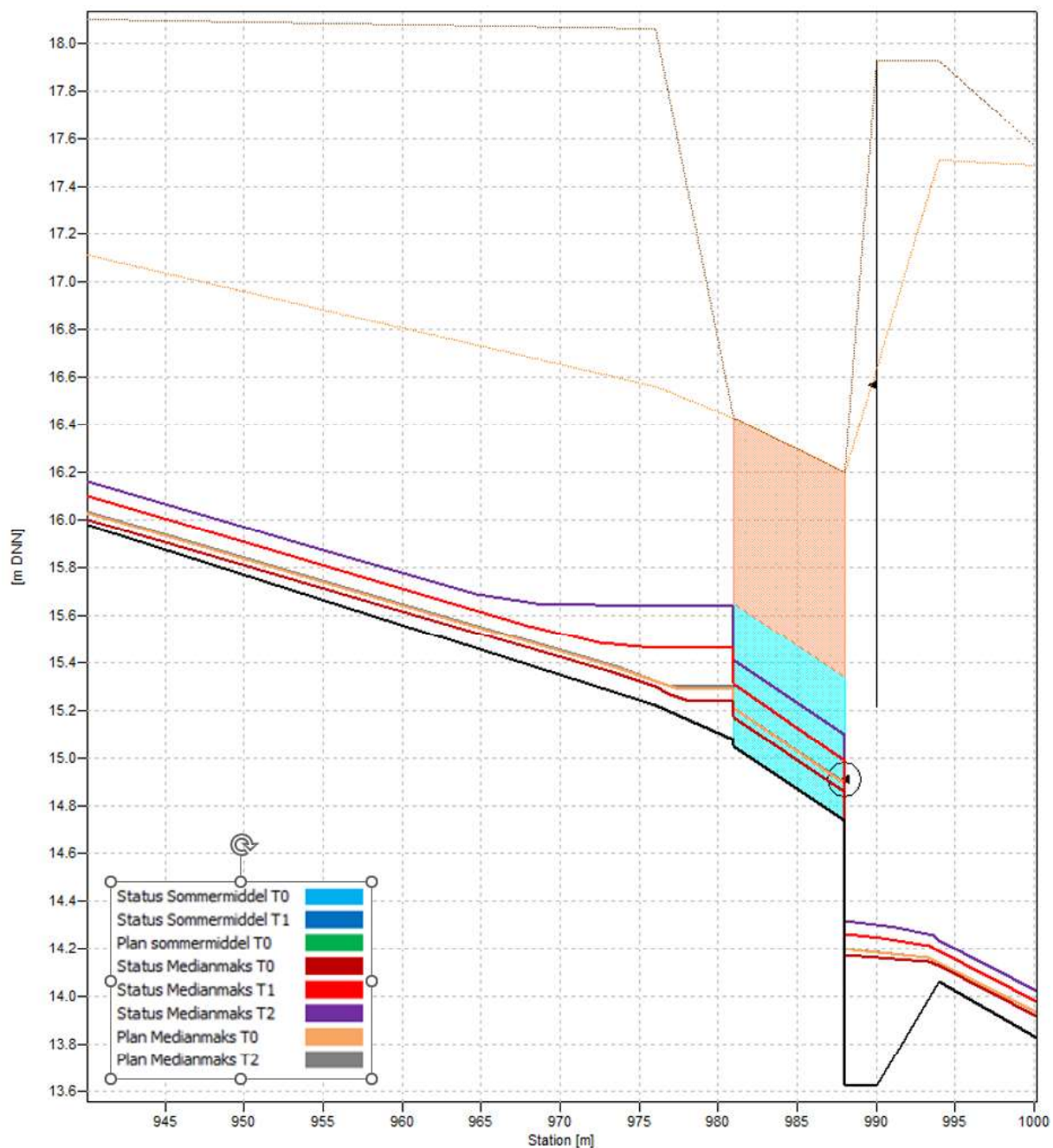
Tilsvarende den første strækning, er beregnede vandspejl for denne strækning også vist på en figur for hver afstrømningsværdi, henholdsvis Figur 3.5 (sommermiddel) og Figur 3.6 (medianmaks).



Figur 3.4 Beregnet vandspejl for strækningen st. 940 til 1000 med samtlige beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbs bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning.

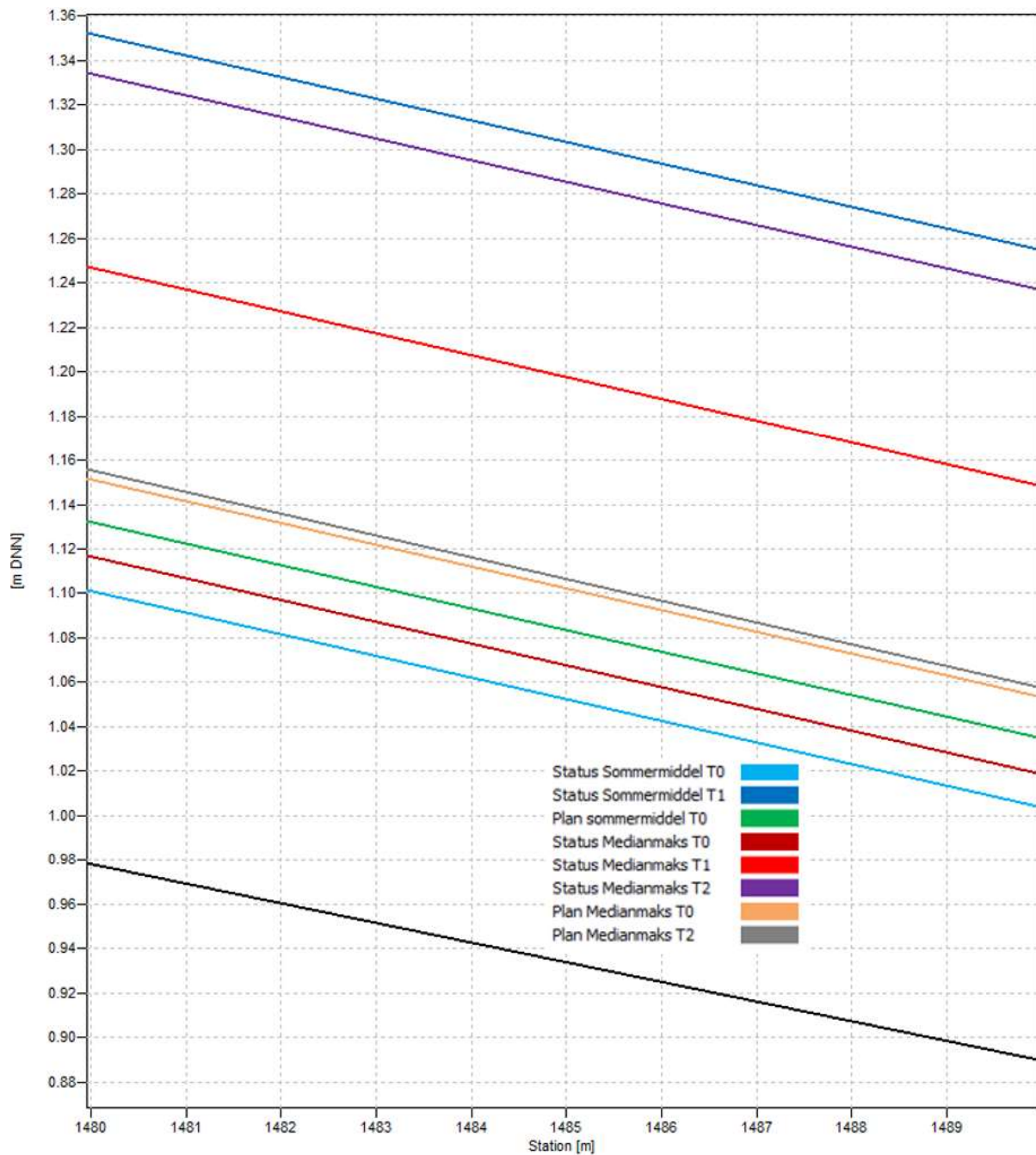


Figur 3.5 Beregnet vandspejl for strækningen st. 940 til 1000 med sommermiddel beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbs bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning



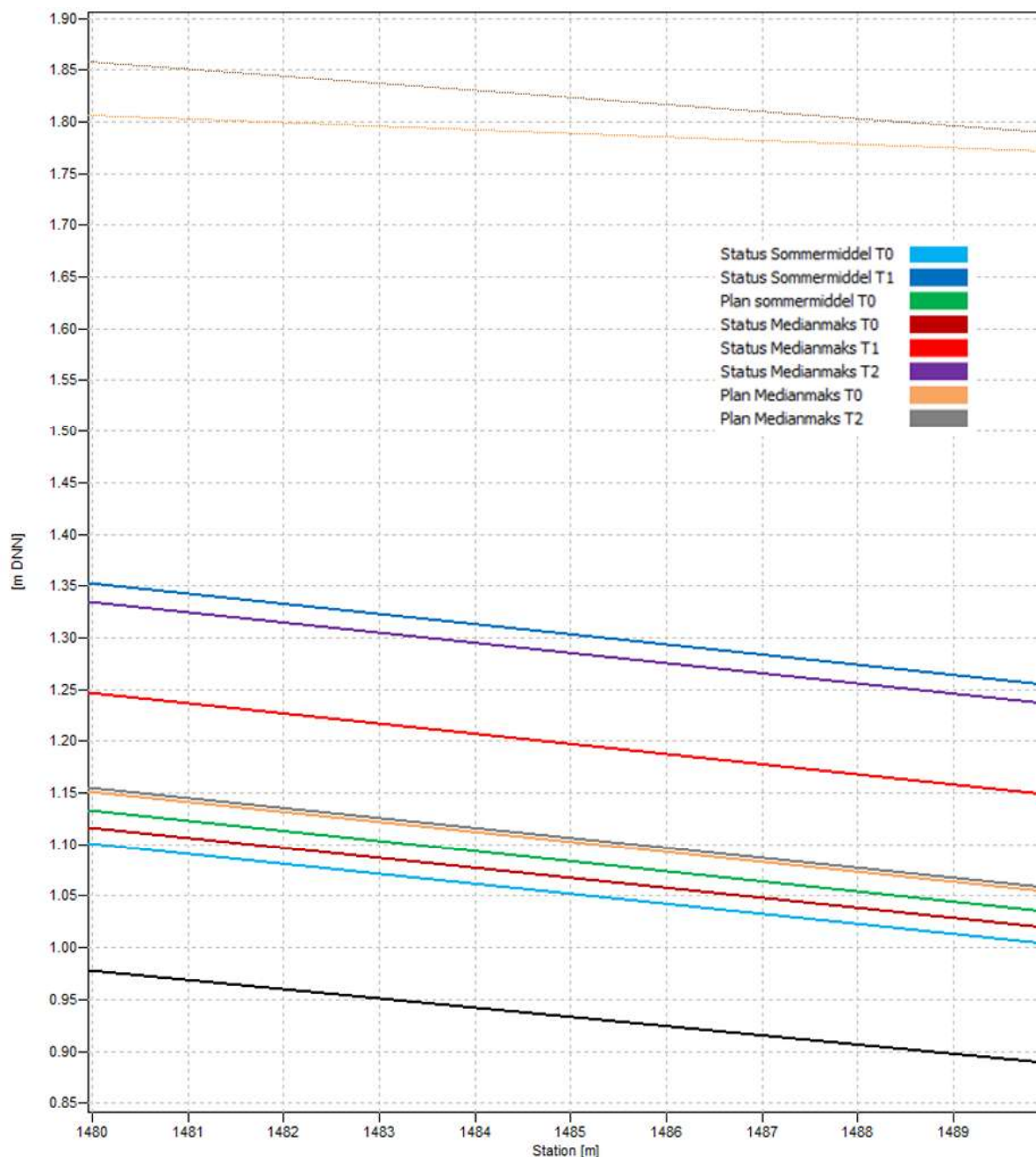
Figur 3.6 Beregnet vandspejl for strækningen st. 940 til 1000 med medianmaks beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbs bund og lyseblå flade indikerer en rørstrækning

For slutstrækningen af vandløbet er de beregnede vandspejl vist på en kort strækning af vandløbet kort inden slutningen af vandløbet i st. 1545 på Figur 3.7. Denne figur viser, hvordan afstanden imellem vandspejlsberegninger er yderligere indskrænket. Dette sker fordi forskellen imellem status- og planscenariet direkte påvirker vandløbet i startpunktet, hvorfor effekten af de forskelle mindskes jo længere væk fra dette punkt beregningerne kommer.



Figur 3.7 Beregnet vandspejl for strækningen st. 1480 til 1490 med samtlige beregninger. Sort streg repræsenterer vandløbs bund.

Rækkefølgen af beregningerne er stadig samme som på de to andre strækninger og derfor er det stadig de tre statusberegninger med kloakbelastning, der ligger højest, men de ligger langt under vandløbs terræn, som det kan ses på Figur 3.8.



Figur 3.8 Beregnet vandspejl for strækningen st. 1480 til 1490 med samtlige beregninger. Sort strek repræsenterer vandløbets bund og de to brune streger viser terrænkanten på hver side af vandløbet.

I forhold til den hydrauliske kapacitet viser alle længdeprofilerne at vandløbet har tilstrækkelig kapacitet til alle vandspejlsberegningerne undtagen statusscenariet i kombination med kloakbelastning af 1 eller 2 års gentagelsesperiode, hvor den første lange rørstrækning har kapacitetsproblemer.

Det er undersøgt om der sker sammenfald imellem perioder med afstrømning over sommermiddelværdier i tidserien brugt til beregning af karakteristiskafstrømning og perioder med overløb fra sparebassinet i

langtidssimuleringen – men umiddelbart er det meget sjældent, at sådanne regnhændelser sammenfalder med afstrømning i de størrelsesordner, som er belyst i disse beregninger.

Specielt sammenfald imellem medianmaks afstrømning og overløb fra kloaksystemet ($T=2$ år) sker beregningsmæssigt ikke i denne analyse, hvorfor det må antages, at beregningerne med aflastning fra kloak med $T = 2$ år er statistisk yderst sjældne/usandsynlige.

4 KONKLUSION

På baggrund af ovenstående resultater kan det konkluderes, at afkobling af drænoplanet fra fælleskloakken kommer til at påvirke belastningen af Navrsbækken, men at dette, baseret på disse beregninger, er indenfor vandløbets hydrauliske kapacitet.

Forskelle mellem beregnede vandstande er størst i den øverste rørlagte del, og aftager jo længere nedstrøms man kommer i vandløbet (den åbne del).

Variationer mellem status og plan i forskellige scenarier kan opsummeres således:

- Ved **sommermermiddel uden aflastning fra bassin (T=0)**, er status ca 3 cm lavere end plan (i vandløbets åbne del)
- Ved **sommermermiddel med aflastning fra bassin (T=1)**, er status ca 22 cm højere end plan (i vandløbets åbne del)
- Ved **medianmaks uden aflastning fra bassin (T=0)**, er status ca 4 cm lavere end plan (i vandløbets åbne del)
- Ved **medianmaks med aflastning fra bassin (T=1)**, er status ca 10 cm højere end plan (i vandløbets åbne del)

Resultaterne viser også at i perioder, hvor den største belastning er fra fælleskloakken, vil dette projekt resultere i stor reduktion af belastningen af vandløbet. Det sker fordi afkoblingen af drænoplanet fra fælleskloakken resulterer i færre og mindre overløb fra sparebassinet, hvilket udgør en stor belastning af vandløbet.

Udover de belyste standardscenarier vil projektet generelt medføre, at størrelse og antal af ekstreme hydrauliske belastninger til vandløbet mindskes, da antal og mængde af overløb fra bassin reduceres.

Ligeledes vil dette projekt resultere i en mindre forøgelse af den hydrauliske belastning af vandløbet i perioder, hvor den største belastning er fra oplandsafstrømning til vandløbet. Denne forøgelse antages dog for at være minimal i forhold til vandløbets hydrauliske kapacitet.

Det vurderes på denne baggrund, at ændring af ledningsføring ikke vil have væsentlig indflydelse på vandløbets afstrømning og afledte effekter på flora og fauna.