

ÅRHUS AMTSKOMMUNE

Amtsvandvæsenet

Supplerende tekniske undersøgelser i og ved Kolindsund.

Forprojekt - November 1984

Udarbejdet af : Jens Haugstrup Jensen
og Peter Poulsen.

HEDESELSKABET

Klostermarken 12 - 8800 Viborg



I N D H O L D S F O R T E G N E L S E

| | side |
|---|------|
| 1. INDLEDNING OG BAGGRUND | 3 |
| 2. RESUME | 4 |
| 3. TIDLIGERE AFVANDINGSFORSLAG | 6 |
| 4. FORUNDERSØGELSER | 9 |
| 4.1. Rekognoscering af vandløbssystemet | 9 |
| 4.2. Geologiske undersøgelser | 10 |
| 4.3. Indhentede oplysninger | 11 |
| 5. FORBEDRET VANDFØRINGSEVNE | 14 |
| 5.1. Skitseforslag til forbedring af vandløbenes vandføringsevne nedstrøms Kolind | 14 |
| 5.2. Beregnede vandspejlsforløb | 16 |
| 5.3. Økonomiske forhold | 19 |
| 5.4. Forbedret vandføringsevne opstrøms Kolind | 23 |
| 6. HØJVANDE | 26 |
| 6.1. Skitseforslag til etablering af slusebygværk i Grenåen | 26 |
| 7. AFSLUTNING | 29 |

B I L A G S F O R T E G N E L S E

- | | | | |
|-----------|---|----------|----------------|
| 1.1. | Arealer ved Bugtrup-Koed Enge, | 1:25.000 | |
| 1.2. | Koed Enge, | 1:25.000 | |
| 1.3. | Kolindbro Enge, | 1:25.000 | |
| 1.4. | Kragsø, | 1:25.000 | |
| 2.1. | Kategori for vandløbsbredder Ryom A, Korup A, Nord- og Sydkanal | | (tegn. nr. 6) |
| 2.2. | Kategori for vandløbsbredder Grenåen | | (tegn. nr. 7) |
| 3. | Terrænforhold og anlæg langs Grenåen. | | |
| 4.1. | Spidsmodstandsmålinger Ryom A og Korup A | | (tegn. nr. 8) |
| 4.2. | Spidsmodstandsmålinger Nordkanalen st. 0-11800 | | (tegn. nr. 9) |
| 4.3. | Spidsmodstandsmålinger Nordkanalen st. 12000-20800 | | (tegn. nr. 10) |
| 4.4. | Spidsmodstandsmålinger Sydkanal, Grenåen | | (tegn. nr. 11) |
| 5. | Forskydningsstyrker | | |
| 6.1-6.12 | Beregnete vandspejlsforløb | | |
| 7. | Skitseoverslag | | |
| 8. | Interessekurver | 1:25.000 | |
| 9.1-9.4 | Højvandssimuleringer | | |
| 10.1-10.4 | Vandspejlsforløb ved forskellige vedvarende højvande | | |

1. INDLEDNING OG BAGGRUND

Hedeselskabet har efter anmodning fra Århus Amtskommune, Udvalget for Teknik og Miljø udarbejdet denne rapport i henhold til aftale af 30. august 1984.

Baggrunden for rapporten er de store oversvømmelser, der skete i august 1981 i og omkring Kolindsund, på grund af de meget regnfulde sommermåneder, som kulminerede i uge 35 med store nedbørsmængder i området den 20. og 21. august 1981.

Rapporten er at betragte som et supplerende forprojekt og indeholder undersøgelser og beregninger, der tager sigte på at bevare og forbedre mulighederne for landbrugsmæssig udnyttelse af det udtørrede Kolindsund og dets randarealer samt arealer ovenfor Kolind. De i rapporten omhandlede vandløb er: Grenåen, Nordkanalen, Sydkanalen nedstrøms st. 21630 (Pers bro), Ryom Å nedstrøms Ryomgaard Bro og Korup Å nedstrøms Ebdrup Bro.

Hertil er undersøgt forskellige forslag til forbedring af vandløbenes vandføringsevne og udarbejdet skitseoverslag til etablering af disse. Desuden er der redgjort for et skitseforslag og -overslag med henblik på reduktion af Kattegat-højvandets betydning på vandstanden i vandløbssystemet.

2. RESUME

Til undersøgelse af mulighed for at bevare og forbedre mulighederne for landbrugsmæssig udnyttelse af det udtørrede Kolindsund og dets randarealer samt randarealer ovenfor Kolind, er denne rapport udarbejdet.

I afsnit 3. er der foretaget en gennemgang af Hedeselskabet's arkivmateriale af projekterede, ikke udførte, afvandingsanlæg med henblik på at opnå et rimeligt skøn over anlægsudgifterne til en effektiv afvanding af områderne mellem Ryomgaard, Ellev Enge og Kolind. Med de fundne fire afvandingsforslag er der skabt en oversigt over de potentielle afvandingsinteresser, som helt eller delvis tilgodeses ved en eventuel regulering af vandløbssystemet nedenfor Kolind. De viser, at omkostningerne til en kunstig afvanding af delarealer i disse områder andrager ca. 7.000-15.000 kr./ha, excl. detailafvanding.

I afsnit 4. redegøres for en forundersøgelse, herunder rekognoscering af vandløbenes terrænforhold og anlæg langs og i vandløbene, der kan vanskeliggøre en udvidelse af disse. Denne lægges til grund for vurdering af mulighederne for uddybning/udvidelse af dele af de i indledningen omtalte vandløb med henblik på forbedring af vandføringsevnen, som omtales i afsnit 5. For store dele af systemet er der ingen væsentlige hindringer mod en uddybning/udvidelse.

I afsnit 5. skitseres og gennemregnes forslag til forøgelse af vandløbenes vandføringsevne nedstrøms Kolind. Af gennemregningerne fremgår, at en markant forbedring af afvandingsforholdene betinger, at store dele af Nordkanalen uddybes med 0.5-1.0 m.

Ved en uddybning af store dele af systemet på 0.5 m opnåes en generel vandstandsreduktion på ca. 0.25 m og ved en uddybning på 1.0 m opnåes en generel vandstandsreduktion på ca. 0.40 m. I begge tilfælde vil vandstandsreduktionen have effekt det øverste par km af Grenåen, hele Nordkanalen, hele Sydkanalen samt 3-4 km op i Ryom å og Korup å.

Endelig foretages en fastlæggelse af de randarealer i oplandet omkring og ovenfor Kolind, til vurdering af afvandingen ovenfor Kolind i forbindelse med en evt.

forbedring af vandløbssystemet nedstrøms Kolind suppleret med en evt. uddybning/udvidelse af dele af Ryom å og Korup å, som vil få forbedrede afvandingsforhold ved en uddybning/udvidelse af vandløbssystemet. Disse udgør ca. 225 ha nedenfor Kolind og ca. 300 ha ovenfor Kolind.

I afsnit 6. er, med henblik på reduktion af højvandets indflydelse på vandstanden i vandløbssystemet, skitseret effekten af et slusebygværk i Grenåen med og uden højvandspumpeanlæg. Desuden er effekten af disse foranstaltninger gennemregnet ved registrerede højvandsforløb. Det viser sig, at et slusebygværk i disse situationer kun vil have en effekt med en højvandspumpestation med en kapacitet på mindst 10 m³/s. Etablering af en højvandspumpestation vil andrage ca. 2.9 mio. kr. excl. moms.

3. TIDLIGERE AFVANDINGSFORSLAG

Hedeselskabet's arkivmateriale er gennemgået med henblik på at finde projekterede (såvel nye som ældre) men ikke udførte forslag til forbedring af afvandingsforholdene i områderne dels mellem Ryomgaard-Ellev mod vest og Kolind mod øst, og dels langs Kolindsunds Nord- og Sydkanal.

Nedenfor er anført en kort beskrivelse samt en ekstrakt af de oprindelige overslag samt en ajourføring til 1984-priser af de af Hedeselskabet udarbejdede projekter i de pågældende områder, se bilagene 1.1-1.4. Samtlige overslag er excl. detailafvanding, som kan anslåes til 10.000-20.000 kr/ha.

Vedr. 2266 Bugtrup-Koed Enge (Bilag 1.1.)

Projektet omfattede en forlægning af Ryom A og Korup A samt inddigning og kunstig afvanding af et interesseret areal på 173 ha.

| | Overslag i dec. 1943 | Ajourført overslag til 1984- priser excl. moms |
|---|-------------------------|--|
| Jordarbejde | 325.000 | 1.600.000 |
| Pumpeanlæg og -hus (2x250 l/sek. pumper) | 63.000 | 400.000 |
| Areal og ulempeerstatning | 21.000 | 60.000 |
| Projekt, tilsyn, el i byg- geperioden, berigtigelse af matrikulen, samt ufor- udseelige udgifter | 91.000 | 440.000 |
| Ialt | 500.000 | 2.500.000 |
| Ialt pr. ha | 2.890 | 14.500 |

Vedr. 1483a Koed Enge (bilag 1.2.)

Projektet omfattede en kunstig afvanding af et interesseret areal på 24 ha (Området er indeholdt i projektet 2266 Bugtrup-Koed Enge).

| | Overslag i jan. 1952 | Ajourført overslag til 1984- priser excl. moms |
|---|-------------------------|--|
| Jordarbejde | 30.200 | 100.000 |
| Pumpeanlæg og -hus (1x100 l/s pumpe) | 12.500 | 75.000 |
| Projekt, tilsyn, erstat- ninger samt uforudseelige udgifter | 12.300 | 45.000 |
| | Ialt 55.000 | 220.000 |
| | Ialt pr. ha 2.290 | 9.200 |

Vedr. 1327b Kolindbro Enge (Bilag 1.3.)

Projektet omfattede inddigning og kunstig afvanding af et interesseret areal på 10.5 ha.

| | Overslag i 1932 | Ajourført overslag til 1984- priser excl. moms |
|--|--------------------|--|
| Jordarbejde (3.500 m ³) | 4.040 | 50.000 |
| Vindmotor (*pumpeanlæg) | 4.000 | 20.000* |
| Arealerstatning, 0.75 ha | 300 | 5.000 |
| Projekt, tilsyn, kommis- sionsbehandling, uforud- seelige udgifter | 1.660 | 25.000 |
| | Ialt 10.000 | 100.000 |
| | Ialt pr. ha 950 | 9.500 |

Vedr. 403-79323 Kragssø (Bilag 1.4.)

Projektet omfatter en forbedring af hovedafvandingen i pumpelaget "Kragssø". Det interesserede areal er ca. 45 ha.

| | Overslag i 1980 | Ajourført overslag til 1984- priser excl. moms |
|--|--------------------|--|
| ----- | | |
| Forslag 3 | | |
| ----- | | |
| Hovedrørledninger | 90.000 | 115.000 |
| Pumpestation Nord (60 l/s) | 60.000 | 60.000 |
| Pumpestation Syd (20 l/s) | 45.000 | 45.000 |
| Projekt, tilsyn, vandløbs- ret og uforudseelige udgifter | 65.000 | 80.000 |
| ----- | | |
| Ialt | 260.000 | 300.000 |
| Ialt pr. ha | 5.800 | 6.700 |
| ----- | | |

Det fremgår af ovenstående, at omkostningerne til en kunstig afvanding af delarealer i disse områder vil beløbe sig til ca. 7.000-15.000 kr/ha afhængig af beliggenhed og arealstørrelse. Tillægges omkostninger til detailafvanding, bliver omkostningerne ca. 20.000-35.000 kr/ha. Herfra kan trækkes eventuelle tilskud, som for tiden udgør 33 1/3 % af omkostninger til detailafvandingen og en del af hovedafvandingen.

4. FORUNDERSØGELSER

4.1. Rekognoscering af vandløbssystemet

I september 1984 har Hedeselskabet foretaget en rekognoscering af Grenåen, Nordkanalen, Sydkanalen nedstrøms Pers Bro, Ryom A nedstrøms Ryomgaard Bro samt Korup A nedstrøms Ebdrup bro. Rekognosceringen lægges til grund for vurdering af mulighederne for uddybning/udvidelse af dele af ovennævnte vandløb.

Under rekognosceringen er noteret placeringen af større træer, veje, bygværker m.v. indenfor en afstand fra vandløbsbredderne som vil blive berørt af en eventuel uddybning/udvidelse af vandløbet. Endvidere er noteret beskaffenheden af de arealer, som grænser op til vandløbet. Resultatet af rekognosceringen er vist på bilagene 2.1 og 2.2, idet der er benyttet følgende 3 kategorier:

- Kat. 1. Strækninger, hvor landbrugs-, græs- eller engarealer grænser op til vandløbet.
- Kat. 2. Skove, haver samt strækninger med høje træer (alleer) tæt ved vandløbsbredden.
- Kat. 3. Strækninger, hvor en udvidelse af vandløbet vil blive meget kostbar på grund af veje og bygninger m.v. placeret tæt ved vandløbsbredden.

For de enkelte vandløb er strækningsvis opgjort længden af de 3 kategorier og summen af disse er for de enkelte vandløb vist i tabel 1. For Grenåen specielt er der i bilag 3 detaljeret redegjort for rekognosceringen.

| Vandløb | Kat. 1 | Kat. 2 | Kat. 3 | Ialt | Vandløbsbred |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| Grenåen | (625) | (1905) | (970) | (3500) | Nord |
| Grenåen | 1690 | 1720 | 90 | 3500 | Syd* |
| Nordkanalen | 12660 | 6110 | 2090 | 20860 | Nord |
| Sydkanalen | 3030 | 610 | 0 | 3640 | Syd |
| Ryom å | 6920 | 0 | 0 | 6920 | Begge |
| Korup å | 4415 | 0 | 0 | 4415 | Begge |
| Ialt | 28715 | 8440 | 2180 | 39335 | |

Tabel 1. Længden (m) af de 3 kategorier for vandløbene.
*Benyttede længder.

4.2. Geologiske undersøgelser

I august og september 1984 er der af en geolog ansat af Aarhus Amtskommune foretaget en undersøgelse af bundforholdene i vandløbene og på visse strækninger langs bredderne.

Bundforholdene i vandløbene blev undersøgt ved hjælp af spidsmodstandsmåling. Denne målemetode udføres ved at en snoet spids, monteret på en tynd jernstang presses ned i jorden, og den kraft, hvormed der presses, aflæses på en vægt under nedpresningen. Resultatet af disse undersøgelser er optegnet på bilag 4, hvor der på længdeprofiler af de enkelte vandløb er vist spidsmodstanden som funktion af dybden, og endvidere er påskrevet den af geologen skønnede jordtype i nederste lag ved målingen. Af bilag 4.1-4.4 ses desuden, at ved næsten alle spidsmodstandsmålinger er der for det øverste stykke angivet belastningen 0. I virkeligheden er det udtryk for, at egenvægten af udstyret på 16.5 kg uhindret kan synke i jorden. Dermed udtrykker den lodrette linie alle belastninger fra 0-16.5 kg. De øvrige påskrevne belastninger er excl. egenvægt. Selve spidsmodstandsmålingen kan ikke anvendes direkte ved geotekniske beregninger men den kraft, hvormed jernstangen nedpresses, giver et udtryk for styrken af jorden.

På visse strækninger langs vandløbsbredderne, hvor der optræder "bløde" områder, er der udført vingeforsøg. Denne metode er meget anvendt her i landet til måling

af jordens styrkeegenskaber in situ. Forsøget udføres ved, at en vinge (to korsstillede blade) drejes rundt i jorden, idet man måler det hertil nødvendige torsionsmoment i forskellige dybder under terræn. Ved målingen bestemmes middelværdien af den udrænedede forskydningsstyrke, og efter en omrøring bestemmes kohæsionsjordens drænedede forskydningsstyrke. I bilag 5 er vist på tabelform resultatet af vingeforsøgene.

Resultatet af begge undersøgelser anvendes i afsnit 5.3 som støtte for beregning af omkostningerne ved udvidelse/udbygning af vandløbene.

Generelt kan siges, at langs Grenåen, Nordkanalen og Sydkanalen findes få strækninger med "bløde" vandløbs-sider, hvorfor der kun er udført enkelte vingeforsøg langs Nordkanalen og slet ingen steder ved Grenåen og Sydkanalen.

Vingeforsøgene viser, at vandløbsbredder langs Korup A og Ryom A har en forskydningsstyrke på ca. 0.5-2.5 t/m², og det må derfor påregnes, at vandløbsskråningerne på store strækninger må sikres. Langs Nordkanalen er forskydningsstyrken 2-20 t/m² og det må forventes, at der kun på mindre strækninger skal etableres skrånings-sikring.

4.3. Indhentede oplysninger:

Som et led i rekognosceringen er der indhentet relevant tilgængeligt materiale fra Århus Amtskommune, Grenå, Midtdjurs og Nørredjurs kommuner, Kolindsund Pumpelag samt DSB vedrørende broer og ledninger, som krydser de respektive vandløb.

I det efterfølgende er der lavet en fortegnelse over de herved fremkomne oplysninger:

Grenåen:

| St. | Bro | kote til: | | Funderingsforhold |
|------|--------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|
| | | reg. bund | underside af bro-fundament | |
| 450 | Sønderbro | -0.93 | -1.2 | Direkte funderet på kalk |
| 480 | Jernbanebro | -0.93 | - | Stenfundament |
| 1205 | Bro for N.P. | | | |
| | Josiassens Vej | -0.97 | -1.1 | Pælefunderet |
| 1830 | Gangbro v. | | | Direkte fundering |
| | Nyvej | -1.01 | -1.8 | |
| 3175 | Bro for | | | Pælefunderet |
| | Kystvej | -1.09 | -1.3 | |
| 3330 | Spang v/Brogade | -1.09 -1.50 | - | - |
| 3440 | Bro for A15 og A16 | -1.5 | - | - |

Tabel 2. Fremkomne oplysninger vedr. broer over Grenåen

| ca. st. | Type | Kote til overkant |
|---------|------------------------------|-------------------|
| 370 | Afløbsledning | ca. -1.5 |
| 1000 | Elkabel | - |
| 1400 | Afløbsledning (315 mm PEH) | - |
| 1800 | Vandforsyning | - |
| 2200 | Afløbsledning (100 cm beton) | ca. -1.3 |
| 2500 | Vandforsyning | - |
| 2780 | Afløbsledning (60 cm stål) | - |
| 3100 | Vandforsyning | - |
| 3420 | Afløbsledning (400 mm PVC) | - |

Tabel 3. Fremkomne oplysninger vedr. ledninger, som krydser Grenåen

Desuden findes mange udløb fra afløbssystemer til Grenåen.

I en afstand på ca. 3-5 m fra Grenåen, løber langs åens sydside mellem st. ca. 550 og st. ca. 3100 en 30 cm vandforsyningsledning til Kvalstoffabrikken samt et højspændingskabel fra elværket. Derfor vil det ikke uden store omkostninger være mulig at udvide Grenåen i bredden på denne strækning, men i det efterfølgende være underforstået en uddybning af Grenåen her.

Nordkanalen:

Der er kun fremkommet oplysninger for Fannerup bro (st. 9811, reg. bundkote -0.5), som er pælefunderet fra kote -0.8 med spunsbeskyttelse til kote -1.75.

Vedr. ledninger kan oplyses, at ved bro for A16 (st. 20165) krydses Nordkanalen af en vandforsyningsledning.

Sydkanalen:

For strækningen op til Pers Bro kan kun oplyses, at ved bro for A16 (st. 24513) krydses Sydkanalen af en vandforsyningsledning.

Ryom å:

| St. | Bro | Kote til: | | Funderingsforhold |
|-------|---------------|-----------|----------------------------|-------------------|
| | | reg. bund | underside af bro-fundament | |
| 6067 | Ryomgaard Bro | 1.3 | -0.5 | Pælefunderet |
| 10366 | Ballebro | 0.4 | -0.6 | Pælefunderet |
| 12450 | Jernbanebro | 0.0 | - | Pælefunderet |

Tabel 4. Fremkomne oplysninger vedr. broer over Ryom å

I st. 12540 krydses Ryom å af en spildevandsledning (225 mm PEH i stålør) med bundkote i -1.5 m.

Korup å:

Ingen oplysninger vedr. broer. Midtdjurs Kommune har ingen kendskab til ledningsanlæg, der krydser vandløbet.

5. FORBEDRET VANDFØRINGSEVNE

5.1. Skitseforslag til forbedring af vandløbenes vandføringsevne nedstrøms Kolind

Med baggrund i rekognosceringen, jfr. afsnit 4.1, er de arealer, som grænser op til vandløbene inddelt i 3 kategorier. Til forbedring af vandløbenes vandføringsevne foreslåes en uddybning/udvidelse beregnet på følgende 3 niveauer.

Indgreb:

Niveau 1: Alle vandløbsstrækninger under kategori 1 berøres.

Niveau 2: Alle vandløbsstrækninger under kategori 1 og 2 berøres.

Niveau 3: Alle vandløbsstrækninger under de 3 kategorier berøres.

På de tre niveauer gennemregnes følgende indgreb i vandløbene.

a. Uddybning af vandløbet med 0.5 m i forhold til regulativmæssig bundkote og med fastholdelse af regulativmæssig bundbredde og anlæg.

Senere beregninger viser at udvidelse af regulativmæssig bundbredde med 5 m med fastholdelse af regulativmæssig bundkote og anlæg giver samme effekt på vandstanden.

b. Uddybning af vandløbet med 1.0 m i forhold til regulativmæssig bundkote og med fastholdelse af regulativmæssig bundbredde og anlæg.

Senere beregninger viser, at udvidelse af regulativmæssig bundbredde med 5 m samt uddybning med 0.5 m med fastholdelse af ny bundbredde og regulativmæssige anlæg giver samme effekt på vandstanden.

Indgrebene uddybning/udvidelse er skitseret i figur 1.

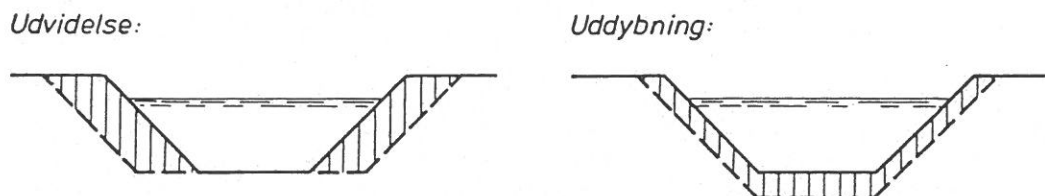


Fig. 1: Illustration af uddybning/udvidelse. Det skraverede område er fyldt, som skal fjernes ved pågældende indgreb.

Afstrømning:

Det bemærkes, at opmålte vandløbstværsnit fra 1981 og 1982 generelt viser en bundkote ca. 10 cm over de regulativmæssige, dog er der enkelte strækninger af de opmålte tværsnit, som viser en meget større bundbredde end de regulativmæssige forhold.

Beregning af vandstanden foretages under to afstrømningsforløb, nemlig en normalafstrømning og en maksimalafstrømning.

De to afstrømningsforløb er beskrevet i /1/ og skal kort resumeres her.

Som normalafstrømning er for hele oplandet excl. Kolindsund anvendt middelværdien gennem 40 år for den specifikke afstrømning målt til 7.8 l/s/km^2 ved Ryomgaard Bro. Fra selve Kolindsund er anvendt middelværdien gennem 5 år af de udpumpede vandmængder fra Fannerup og Enslev pumpestation på $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$, henholdsvis $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Vandføringen i Grenåen bliver herved $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ under en normalafstrømning. Til forskel fra /1/ er vandspejlskotten i Kattegat ved en normalafstrømning sat til 0.0 m.

Som maksimalafstrømning er for hele oplandet excl. Kolindsund anvendt døgnmiddelværdien for den specifikke afstrømning den 21. august 1981 målt til 24.4 l/s/km^2

ved Ryomgaard Bro. Fra selve Kolindsund er anvendt ugemiddelværdien af de udpumpede vandmængder omkring den 21. august 1981 fra Fannerup og Enslev pumpestation på 1.9 m³/s henholdsvis 2.5 m³/s. Vandføringen i Grenåen kan hermed beregnes til 15.1 m³/s, men p.g.a. gennemsivning fra landkanalerne til Kolindsund og beregningsforudsætninger skal den ifølge /1/ reduceres til ca. 11 m³/s. Vandspejlskoten i Kattegat ved en maksimalafstrømning er sat til 0.4 m.

5.2. Beregnede vandspejlsforløb

Til beregning af vandspejlsforløbet er anvendt en stationær strømningsmodel, som er indlagt på Hedeselskabets EDB-anlæg. Modellen tager hensyn til stuvnings- og sænkingskurver i vandspejlsforløbet. Endvidere regnes med en varierende vandføring i vandløbssystemet (tilstrømning eller evt. udsivning), hvorved der tages hensyn til samtlige tilløb. Endelig tages der også hensyn til energitab ved broer, idet der er indbygget en speciel beregningsrutine til dette.

Med den stationære strømningsmodel er vandspejlsforløbet fra Kattegat til Ryomgaard Bro beregnet ved en uddybning på 0.5 m og 1.0 m på de tre omtalte niveauer og ved en normal- og en maksimalafstrømning. Ved alle broer er det forudsat, at der ikke uddybes under disse i de 3 niveauer. En speciel beregning af broernes indflydelse selv ved store indsnævringer af tværsnittet /1/ (bilag 15) viser, at disse ikke har betydning for vandstanden.

Resultatet af beregningerne er vist i bilag 6, idet beregningerne desuden er opdelt på følgende kombinationer:

- 1: Kun indgreb i Grenåen. Bilag 6.1-6.4.
- 2: Kun indgreb i Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen. Bilag 6.5-6.8.
- 3: Der foretages indgreb i Grenåen, Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen. Bilag 6.9-6.12.

Af bilag 6 ses, at reduktionen i vandstanden i forhold til de regulativmæssige forhold næsten er uafhængig af

afstrømningen, hvorfor reduktion i vandstanden generelt kan betragtes for de to gennemregnede afstrømningsforløb.

Det kan tilføjes, at ved en større vandspejlskote i Kattegat end de anvendte bliver effekten ved uddybning/udvidelse mindre, og omvendt bliver effekten på vandstanden større ved en uddybning/udvidelse ved lavere vandspejlskoter i Kattegat.

Ved en uddybning af vandløbssystemet på 0.5-1.0 m vil man i nogle af de angivne vandspejlsforløb se, at strømningsretningen i den øverste ende af Sydkanalen under normalafstrømninger, er mod det øvre sammenløb af Nordkanalen og Sydkanalen. (Eks. bilag 6.12). D.v.s. at hele afstrømningen fra Ryom å løber gennem Nordkanalen.

Alle de i bilag 6 viste indgreb vil ikke ændre middelhastigheden i Nordkanalen p.g.a. øget vandføring i denne, mens de vil medføre en reduktion af middelhastigheden i Sydkanalen på 0-30%. D.v.s. at den største transporttid gennem Sydkanalen under en normalafstrømning bliver ca. 80-90 timer.

Uddybning alene af Grenåen

Af bilagene 6.1-6.4 ses, at en eventuel udvidelse/uddybning af Grenåen alene vil bevirke en relativ lille vandstandssænkning, og at denne har en effekt 5-10 km opstrøms Grenåens begyndelse på niveau 2 og 3, mens indgreb på niveau 1 faktisk ikke vil give nogen effekt.

Endvidere ses det, at der kun opnåes en lille yderligere vandstandssænkning ved at uddybe mere end 0.5 m.

For de to uddybninger i de tre niveauer er der i tabel 5 vist, hvor meget vandstanden vil sænkes i disse tilfælde.

| Niveau | Uddybning (cm) | Vandstandsreduktion (cm) i | |
|--------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | Grenåen Kattegat-Kobro | Nord-/Sydkanalen Kobro-Kolind |
| 1 | 50 | 0-7 | 7-0 |
| | 100 | 0-11 | 11-1 |
| 2 | 50 | 0-25 | 25-1 |
| | 100 | 0-37 | 37-3 |
| 3 | 50 | 0-29 | 29-2 |
| | 100 | 0-41 | 41-3 |

Tabel 5. Vandstandsreduktion i cm som funktion af uddybningen

Uddybning alene af Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 i Sydkanalen

Af bilagene 6.5-6.8 ses, at der opnåes en markant sænkning af vandstanden på de 3 niveauer. For en given uddybning vil vandstanden kunne sænkes med de i tabel 6 viste værdier.

| Niveau | Uddybning (cm) | Vandstandsreduktion (cm) i | |
|--------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | Grenåen | Nord-/Sydkanalen Kobro-Kolind |
| 1 | 50 | 0 | 0-12 |
| | 100 | 0 | 0-22 |
| 2 | 50 | 0 | 0-22 |
| | 100 | 0 | 0-37 |
| 3 | 50 | 0 | 0-26 |
| | 100 | 0 | 0-47 |

Tabel 6. Vandstandsreduktion i cm som funktion af uddybningen.

Den opnåede vandstandssækning i de forskellige niveauer vil have effekt 3-4 km op i Ryom å og Korup å.

Uddybning af Grenåen, Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 i Sydkanalen

Af bilagene 6.9-6.12 ses, at også her opnåes en markant sænkning af vandstanden på de 3 niveauer. På samme måde som ovenfor er opstillet tabel 7, som angiver, hvor meget vandstanden kan sænkes.

| Niveau | Uddybning (cm) | Vandstandsreduktion (cm) i | |
|--------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | Grenåen | Nord-/Sydkanalen |
| 1 | 50 | 0-12 | 8-15 |
| | 100 | 0-17 | 8-24 |
| 2 | 50 | 0-25 | 25-32 |
| | 100 | 0-38 | 38-56 |
| 3 | 50 | 0-30 | 30-35 |
| | 100 | 0-42 | 42-65 |

Tabel 7. Vandstandsreduktion i cm som funktion af uddybningen

Også her bevirker den opnåede vandstandssænkning i de forskellige niveauer en reduktion af vandstanden 3-4 km op i Ryom å og Korup å.

5.3 Økonomiske forhold

Ved en generel sænkning af vandstanden i landkanalerne vil indsigningen til Kolindsund reduceres, og løftehøjden ved Fannerup og Enslev pumpestationer vil også reduceres.

Besparelser

I figur 2.7. i /1/ er der opstillet en sammenhæng mellem vandspejlskoten i Sydkanalen ved Revn og tilstrømningen til Kolindsund ved Revn. Af denne fremgår, at tilstrømningen ved Revn vil reduceres med ca. 50 l/s for hver 10 cm vandstanden sænkes ved Revn (Sydkanalen).

For den samlede indstrømning til Kolindsund som funktion af vandstanden i Nordkanalen er der i figur 4.4 i /1/ tegnet en kurve, der viser, at for hver 10 cm vand-

standen sænkes i Nordkanalen, vil indsivningen reduceres med 3-5 mio. m^3 /år. Da den årlige middeludpumpningsmængde er ca. 56 mio. m^3 , svarer reduktionen til 5-10% af den årlige middeludpumpningsmængde, eller 30.000-55.000 kr/år pr. 10 cm permanent vandstandsreduktion. Der er regnet med et middeleffektforbrug på 25 kWh for hver 1000 m^3 vand, der udpumpes og en elpris på 0.45 kr./kWh.

I figur 2 er optegnet en kurve ud fra figur 4.4 i /1/, som viser strømudgiften p.g.a. indstrømning til Kolindsund som funktion af middelvandstandskoten mellem Fanerup og Enslev pumpestation. (0.45 kr/kWh).

Som et eksempel er vist i fig. 2, at der i middel kan påregnes en besparelse på 8.000 kr./mdr. ved at sænke vandstanden i landkanalerne 20 cm.

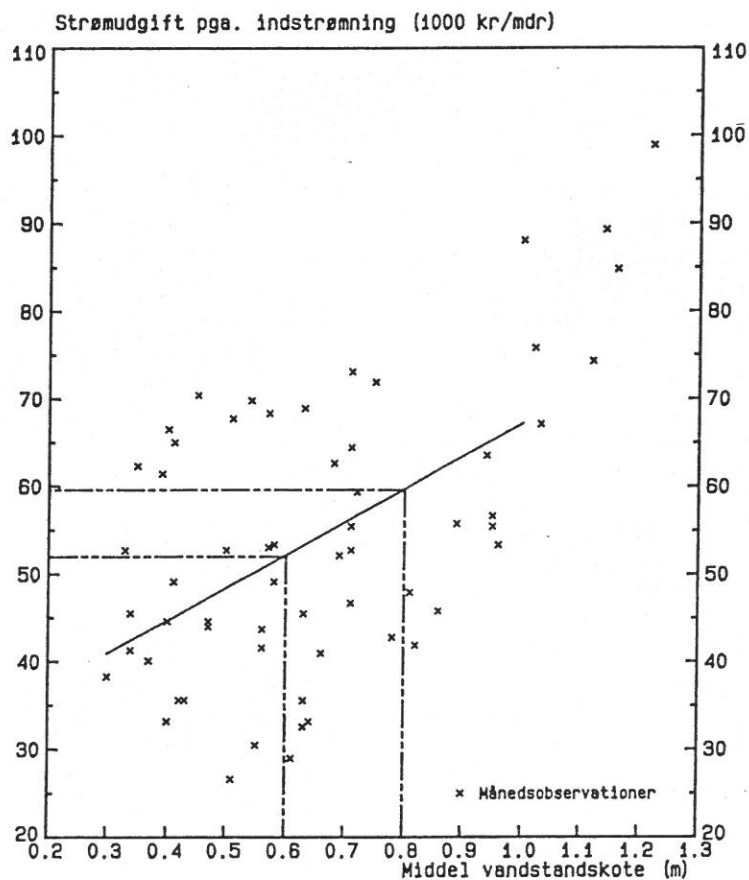


Fig. 2. Strømudgift/mdr. p.g.a. indsivning som funktion af middelvandspejlskoten i Nordkanalen. (Vandstanden er middel af vandstanden ved Fanerup og Enslev pumpestationer).

Ligeledes vil en generel vandstandssænkning medføre at

løftehøjden vil reduceres med ca. 2% for hver 10 cm vandstandssænkning.

Antages det, at der foretages indgreb svarende til niveau 2 med 100 cm uddybning i hele systemet, vil vandstanden i middel reduceres med ca. 45 cm. Herved vil der ske en reduktion i strømudgiften p.g.a. løftehøjde med ca. 9% og p.g.a. indsivning mod ca. 35%, altså i alt en besparelse på ca. 49% af strømudgiften. Den årlige middelstrømudgift kan beregnes til $56 \times 10^6 \times 25/1000 \times 0.45 = 630.000$ kr. D.v.s. at der vil kunne påregnes en besparelse i eludgiften på ca. 275.000 kr.

Skitseoverslag:

Til brug for fastlæggelse af skitseoverslag ved udførelse af de beskrevne alternativer, er udgravningsvoluminet i de 2 niveauer beregnet og angivet i tabel 8. Niveau 3 udelades, da dette anses for at være bl.a. økonomisk urealistisk at gennemføre i praksis.

| Uddyb.(m) | Grenåen | | Sydkanalen | | Nordkanalen | | Ialt | |
|-----------|---------|-----|------------|-----|-------------|-----|------|-----|
| | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 |
| Niveau 1 | 10 | 20 | 30 | 60 | 150 | 300 | 190 | 380 |
| Niveau 2 | 25 | 60 | 35 | 70 | 220 | 440 | 280 | 570 |

Tabel 8. Udgravningsvoluminer ud fra de virkelige forhold i 1000 m³

Ligeledes er udgravningsvoluminerne beregnet ved en udvidelse af vandløbene på 5 m, som giver ca. samme effekt på vandstanden som uddybning på 0.5 m. Af tabel 9 fremgår disse udgravningsvoluminer, som viser, at det vil give et større jordarbejde at udvide vandløbene end at uddybe disse.

| Udvidelse (5 m) | Grenåen | | Sydkanalen | | Nordkanalen | | Ialt | |
|--------------------|---------|--|------------|--|-------------|--|------|--|
| | | | | | | | | |
| Niveau 1 | 10 | | 40 | | 180 | | 235 | |
| Niveau 2 | 35 | | 45 | | 275 | | 365 | |

Tabel 9. Udgravningsvoluminer ud fra de virkelige forhold i 1000 m³

Til fastsættelse af udgifterne til etablering af de forskellige forslag er bl.a. anvendt de i bilag 4.1-4.4 fundne spidsmodstandsmålinger og de i bilag 5 fundne forskydningsstyrker. Endvidere er benyttet følgende gennemsnitlige enhedspriser.

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Opgravning og spredning af fyld | 10 kr./m ³ |
| Skråningssikring (faskin/sten) | 120 kr./m |
| Stensikring ved broer | 10.000 kr./bro |
| Omlægning af krydsende ledninger | 30.000 kr./stk. |

Ved rydning af træer sættes omkostningerne lig med træværdien for disse. Der regnes ikke med erstatninger til lodsejere ved arealafståelse i skitseoverslagene. (Der tages ikke hensyn til fordelingen af udgifterne lodsejere, kommuner og amt imellem).

Beregningen af totaludgifterne ved etablering af de enkelte forslag er beskrevet i bilag 7, og i tabel 10 er den afrundede totale udgift, incl. sædvanlige sagsomkostninger og excl. moms, angivet.

| Niveau | 1 | | 2 | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Uddybning | 0.5 m | 1.0 m | 0.5 m | 1.0 m |
| A: | 500.000 | 650.000 | 870.000 | 1.350.000 |
| B: | 3.000.000 | 5.450.000 | 4.200.000 | 7.550.000 |
| C: | 3.500.000 | 6.100.000 | 5.070.000 | 8.900.000 |

- A. Kun indgreb i Grenåen.
- B. Kun indgreb i Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen.
- C. Der foretages indgreb i Grenåen, Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen.

Tabel 10. Totale udgifter ved de forskellige indgreb.

5.4. Forbedret vandføringsevne opstrøms Kolind

I forbindelse med en evt. forbedring af vandløbssystemets vandføringsevne nedstrøms Kolind suppleret med en evt. uddybning/udvidelse af dele af Ryom å og Korup å er der på bilag 8 indtegnet interessekurver i hele oplandet. Interessekurverne angiver de arealer, som har en afvandingsdybde mindre end ca. 1.1 m ved en normalafstrømning. I tabel 11 er arealerne opgjort for de enkelte vandløb.

| Vandløb | Interesseret areal |
|---|--------------------|
| Nordkanalen | 110 ha |
| Sydkanalen | 115 ha |
| Mellem Kolindbro og Ryomgaard Bro/ Ebdrup Bro | 300 ha |

Tabel 11. Interesserede arealer i ha

Ved en uddybning af Ryom å og Korup å med 0.5 m og 1.0 m op til Ryomgaard Bro henholdsvis Ebdrup Bro, vil vandstanden ved en normalafstrømning kunne reduceres med de i tabel 12 angivne værdier, når det forudsættes, at de nedstrøms vandløb er uddybet med 0.5 m og 1.0 m på niveau 2.

| Uddybning | 50 cm | 100 cm |
|-----------|-------|--------|
| 1: | 0-50 | 0-100 |
| 2: | 20-50 | 35-100 |
| 3: | 25-50 | 50-100 |

Forslagene 1,2 og 3 indeholder alle en uddybning af Ryom å og Korup å plus:

- 1: Indgreb i Grenåen på niveau 2.
- 2: Indgreb i Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen på niveau 2.
- 3: Indgreb i Grenåen, Nordkanalen og nedstrøms st. 21630 (Pers Bro) i Sydkanalen på niveau 2.

Tabel 12. Vandstandsreduktion (cm) opstrøms Kolind.

Til brug for fastlæggelse af skitseoverslag ved de to uddybninger, kan jordarbejdet groft beregnes udfra en skønnet vanddybde på 1.0 m, når vandløbene går over deres bredder samt vandrette banketter.

| Uddybning | 0.5 | 1.0 |
|-----------|--------|--------|
| Ryom å | 29.000 | 62.000 |
| Korup å | 12.000 | 26.000 |
| Ialt | 41.000 | 88.000 |

Tabel 13. Skønnede udgravningsvoluminer (m³)

Til fastsættelse af de totale udgifter til etablering af ovennævnte forslag er benyttet samme forudsætninger som de i afsnit 5.3 anvendte. De detaljerede beregninger er vist i bilag 6, og i tabel 14 er de totale udgifter incl. sædvanlige sagsomkostninger angivet.

| Uddybning | 0.5 m | 1.0 m |
|--------------|---------------|---------------|
| Total udgift | 1.250.000 kr. | 2.000.000 kr. |

Tabel 14. Total udgift ved uddybning af Ryom å og Korup å.

Af tabel 14 ses, at ved uddybning af Ryom å og Korup å med 1.0 m bliver omkostningerne af samme størrelse, som det i afsnit 3. omtalte afvandingsprojekt for Bugtrup-Koed Enge.

Vurdering

Det er vanskeligt at vurdere, om det er økonomisk fordelagtigt at udføre de forskellige forslag, da det vil kræve en detaljeret undersøgelse af, hvor meget merudbytte der vil kunne høstes i randarealerne. Det umiddelbare indtryk er, at der skal ske en kraftig øgning i merudbyttet, da den reducerede indsivningsmængde til Kolindsund ikke alene kan forrente omkostninger til de forskellige forslag.

Da de interesserede arealer opstrøms Kolind udgør ca. 60% af de totale i hele oplandet, bør en uddybning/udvidelse af vandløbene nedstrøms Kolind kombineres med en uddybning/udvidelse opstrøms Kolind.

Ved de enkelte forslag vil man desuden opnå en øget sikkerhed mod oversvømmelser i ekstreme afstrømningssituationer, som kan være svær at vurdere økonomisk.

6. HØJVANDE6.1. Skitseforslag til etablering af slusebygværk i Grenåen

Med henblik på nedsættelse af højvandets indflydelse på vandstanden i vandløbssystemet er der udarbejdet et skitseforslag med tilhørende skitseoverslag til etablering af et slusebygværk i Grenåen ca. 100 m før udløb i Kattegat. Højvandsslusen tænkes udført som et betonbygværk med 3 stk. 4.25 m brede gennemløb hver med 2 stk. sidehængte sluseklapper.

Skitseoverslag

| | kr. |
|---------------------------------|-----------|
| Etablering af byggeplads | 100.000 |
| Beton bygværk | 800.000 |
| Sluseporte m.v. | 150.000 |
| Uforudseelige udgifter | 100.000 |
| Projekt og tilsyn | 150.000 |
| | ----- |
| Højvandssluse ialt (excl. moms) | 1.300.000 |
| | ===== |

Højvandspumpestation ca. 100 m før udløb i Kattegat

Til etablering af højvandspumpestation i Grenåen er udgifterne beregnet for et slusebygværk med 2 stk. pumper hver med 250 HK polomkobbeltbare elmotorer, hver med en ydeevne ca. på 3.0 h.h.v. ca. 5 m³/s, det vil sige max. ydelse 10 m³/s.

Skitseoverslag

| | kr. |
|---------------------------------------|-----------|
| Etablering af byggeplads | 100.000 |
| 2 stk. pumper m/motorer | 950.000 |
| El-installation | 100.000 |
| 2 stk. transformatorer | |
| incl. tilslutningsafgift | 200.000 |
| Pumpehus | 900.000 |
| Sluseklapper | 200.000 |
| Uforudseelige udgifter | 200.000 |
| Projekt og tilsyn | 250.000 |
| | ----- |
| Højvandspumpestation ialt (excl.moms) | 2.900.000 |
| | ===== |

For at vurdere effekten af de ovenfor beskrevne slusebygværker, er der for årene 1981-84 udvalgt de højvandssituationer, som har medført en vandstand større end ca. 1 m i Kattegat ved Grenåens udløb.

Ved simulering af indervandspejlet ved sluselukning er anvendt den stationære strømningsmodel (se afsnit 5.2.), da denne også kan foretage reservoerberegninger med vilkårlige vandløbsdata. Dermed kan den tid, det tager for indervandspejlet at stige fra et niveau til et andet beregnes.

Som vandløbsdata er anvendt de regulativmæssige forhold. Dog er der specielt for Nord- og Sydkanalen desuden anvendt opmålte koter fra 1953, som angiver, når de to vandløb går over deres bredder. Ved vandets videre forløb over bredderne er ligesom i /1/ skønnet groft, at anlægget mod Kolindsund er 3 og bort fra Kolindsund er 7.

I bilag 9.1-9.4 er vist resultatet af simuleringer af indervandspejlet i 4 virkelige højvandssituationer, hvis udløbet fra Grenåen tvangslukkes.

Den specifikke vandføring under de 4 simuleringer er den vægtede middelværdi af de i tabel 15 viste vandføringsstationer i dagene omkring højvandsforløbene.

| St. nr. | Målestationens navn | Opland (km ²) |
|---------|-----------------------|---------------------------|
| 24.01 | Ryom A, Ryomgaard Bro | 72.0 |
| 24.04 | Ørum A, Gammelmølle | 45.0 |
| 24.06 | Skod A, Ridderlund | 28.0 |
| 24.07 | Skærvad A, Kirial A16 | 31.0 |

Tabel 15. Vandføringsstationer.

Fra selve Kolindsund er anvendt middelværdien af de udpumpede vandmængder herfra.

Af alle 4 situationer i bilag 9 fremgår, at et slusebygværk kun vil have effekt, hvis der tillige etableres en højvandspumpestation, og at denne bør have en ydelse af mindst samme størrelse som vandføringen i Grenåen.

Under de nuværende forhold kan effekten af et vedvarende højvande (varighed 24 timer) i Kattegat ved Grenåens udløb beregnes under nuværende forhold. I bilag 10 er vist de herved beregnede opstuvninger, og i tabel 16 er angivet den absolutte forøgelse af vandstanden forskellige steder i oplandet i forhold til perioder med vandstand i Kattegat i kote 0.0 m.

| Vedvarende højvande | 40 cm | | 80 cm | | 120 cm | |
|------------------------|-----------|----|-----------|----|-----------|-----|
| | nor. max. | | nor. max. | | nor. max. | |
| Kattegat | 40 | 40 | 80 | 80 | 120 | 120 |
| Kobro | 19 | 12 | 50 | 28 | 85 | 56 |
| Enslev pst/Revn Bro | 8 | 5 | 29 | 13 | 59 | 31 |
| Fannerup pst/Søby Bro | 4 | 2 | 16 | 5 | 38 | 13 |
| Kolind bro | 3 | 1 | 13 | 3 | 30 | 8 |

Tabel 16. Vandstandsforøgelse i cm ved et vedvarende højvande.

Ved etablering af en højvandspumpestation, som kan udpumpe hele afstrømningen i Grenåen, vil vandstanden mindst kunne reduceres med de i tabel 16 angivne værdier i de respektive højvandssituationer, da vandspejlsforløbet vil være helt uafhængig af højvande ved Grenåens udløb.

Af bilag 10 og tabel 16 fremgår, at en højvandspumpestation vil have betydning for vandstanden langt op i landkanalerne under et vedvarende højvande større end ca. 0.8 m. I 1981 optrådte der 5 højvandssituationer i Grenå havn større end ca. 0.8 m, og de faldt alle i vintermånederne.

Det kan tilføjes, at ved en evt. uddybning/udvidelse af vandløbene vil højvandets relative effekt på vandstanden blive større, mens den absolutte effekt bliver mindre end under de nuværende forhold.

7. AFSLUTNING

Med rapporten er nu tilvejebragt skitseforslag og -overslag til forbedring af den landbrugsmæssige udnyttelse af selve Kolindsund, dets randarealer, samt arealer ovenfor Kolind. Til markant forbedring af afvandingen kræves, at størstedelen af vandløbssystemet skal uddybes med ca. 1.0 m og/eller en væsentlig udvidelse af bredden.

De totale udgifter (excl. moms) til etablering af en uddybning på 1.0 m vil andrage ca. 11 mio. kr. Ved udførelse af dette forslag vil der for Kolindsund pumpe-lag kunne påregnes en besparelse i udgifterne på ca. 275.000 kr/år. Da de interesserede randarealer udgør ca. 525 ha, bliver udgiften pr. ha ca. 20.000 kr. Hertil kommer udgifter til detailafvanding, som kan anslåes til 10.000-20.000 kr/ha. I afsnit 3 vedr. tidligere afvandingsforslag fremgår, at enkeltprojekter til afvanding er mere økonomiske end den totale løsning, og vil derfor være at foretrække for disse lodsejere.

Da en stor del af indsivningen til Kolindsund sker til oplandet ved Enslev pumpestation, kunne en stor del af disse lodsejeres problemer evt. klares ved en uddybning/udvidelse af landkanalerne omkring oplandet til Enslev pumpestation. Endelig skal det tilføjes, at ved en uddybning af landkanalerne vil man evt. reducere indsivningen noget mere end vist, da en større del af vandtilstrømningen fra oplandet vil løbe ud i landkanalerne og ikke i Kolindsund.

Etablering af en højvandspumpestation til 2.9 mio. kr. vil ikke være rentabel for lodsejerne. Til gengæld kunne man tænke sig, at Grenå by ville være mere interesseret, da en højvandspumpestation vil yde en effektiv beskyttelse af selve byen omkring Grenåen under ekstreme højvandssituationer.

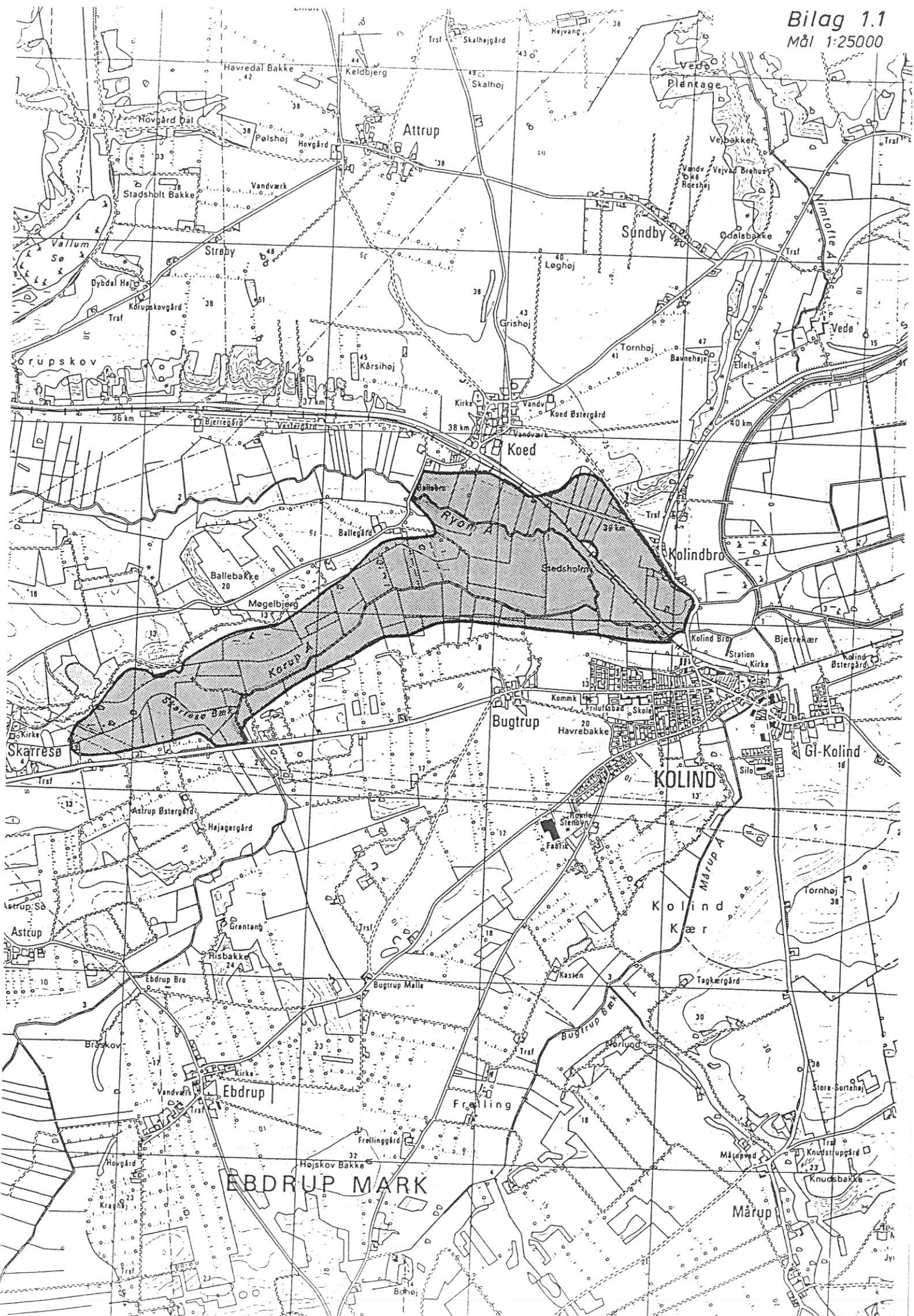
Det skal nævnes, at i de forskellige forslag til uddybning/udvidelse af vandløbssystemet er der ikke taget specielt hensyn til de § 43 områder (naturfredning-sloven), som eksempelvis findes på det meste af strækningen af Korup å nedstrøms Ebdrup bro. Endvidere er det ikke undersøgt, hvorledes indgreb i vandløbssystemet vil indvirke på fiskebestanden i dette.

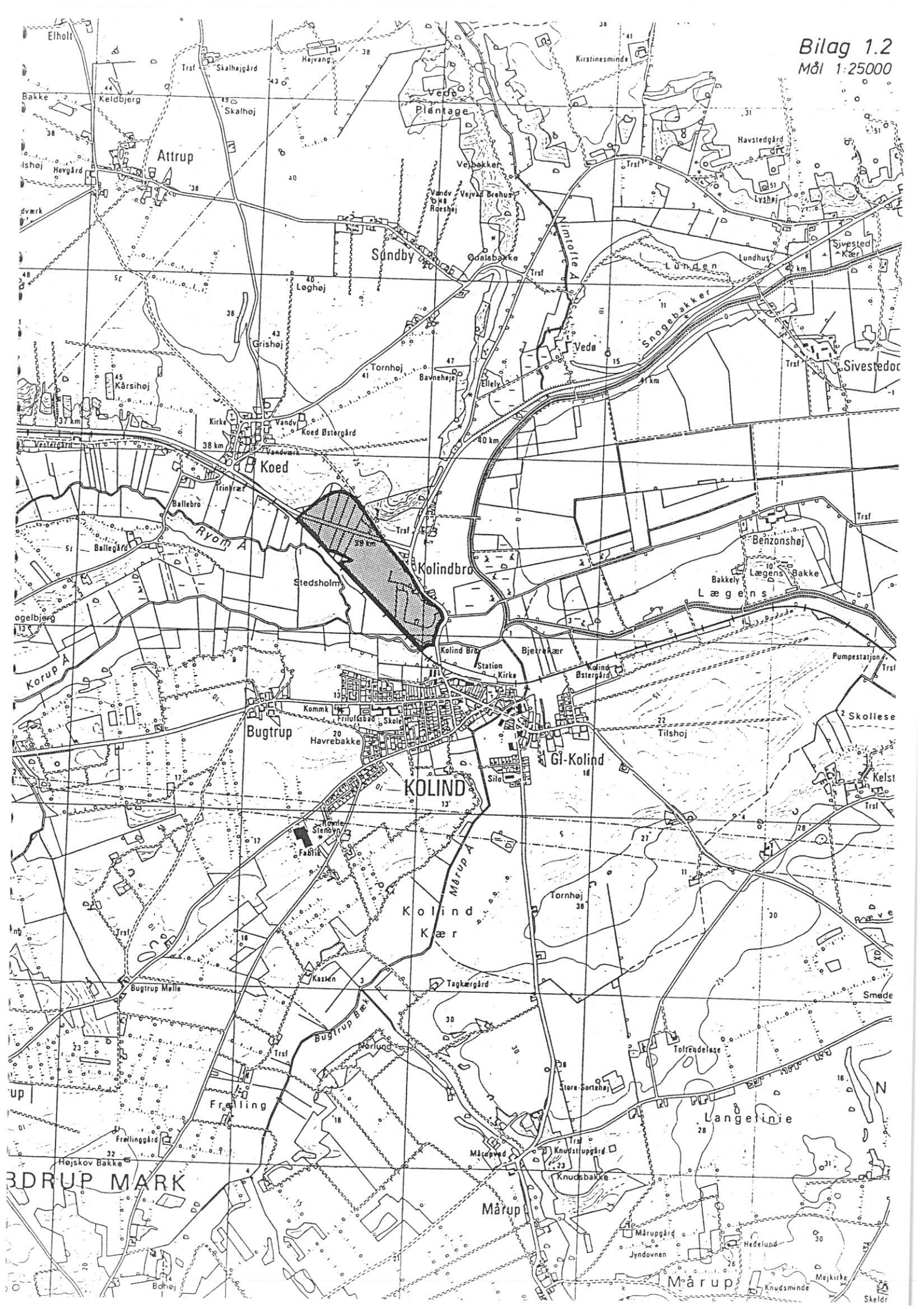
LITTERATURLISTE

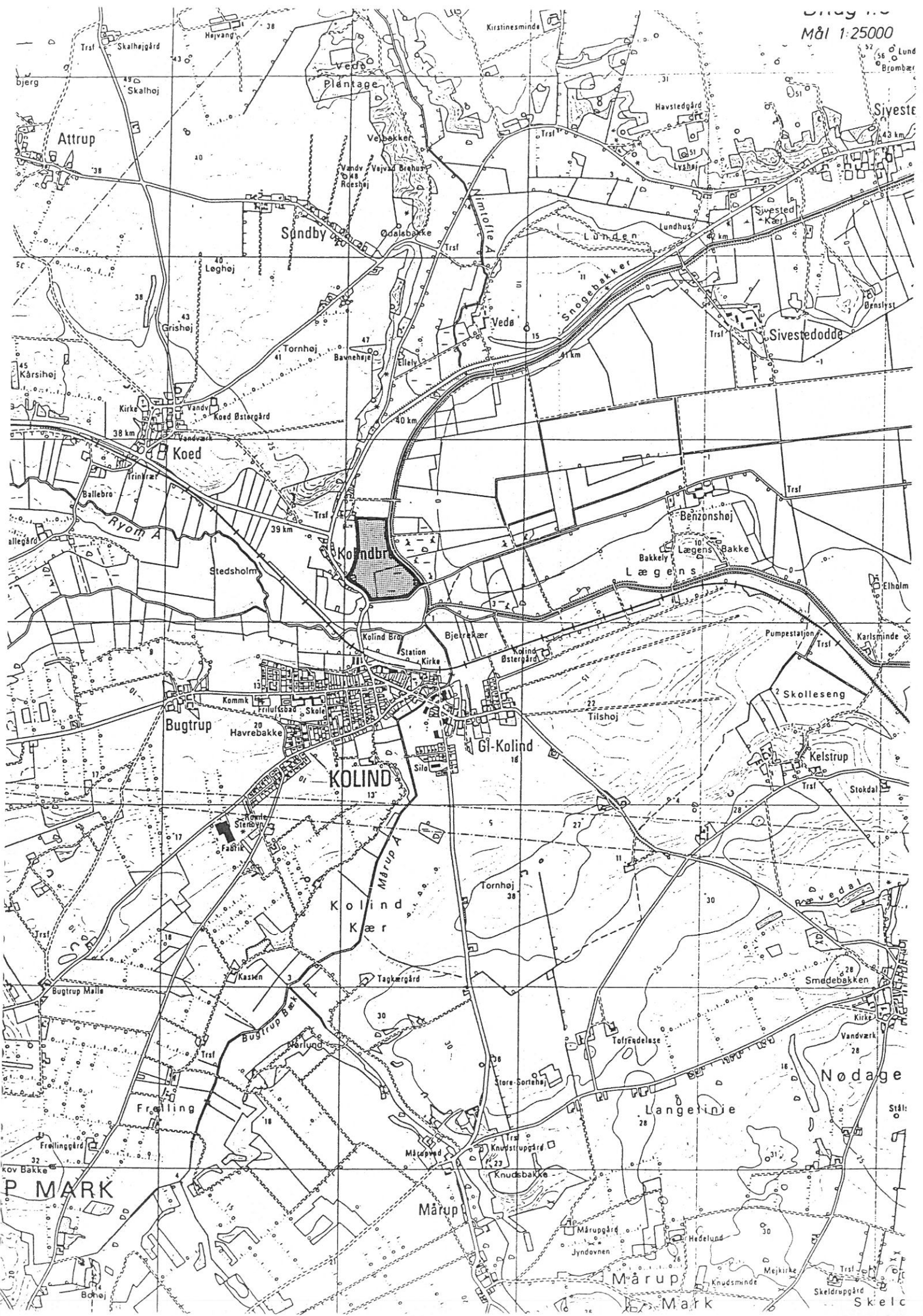
- /1/: Undersøgelser af afvandingsforholdene i og omkring
Kolindsund.
Forprojekt-september 1983. Hedeselskabet.

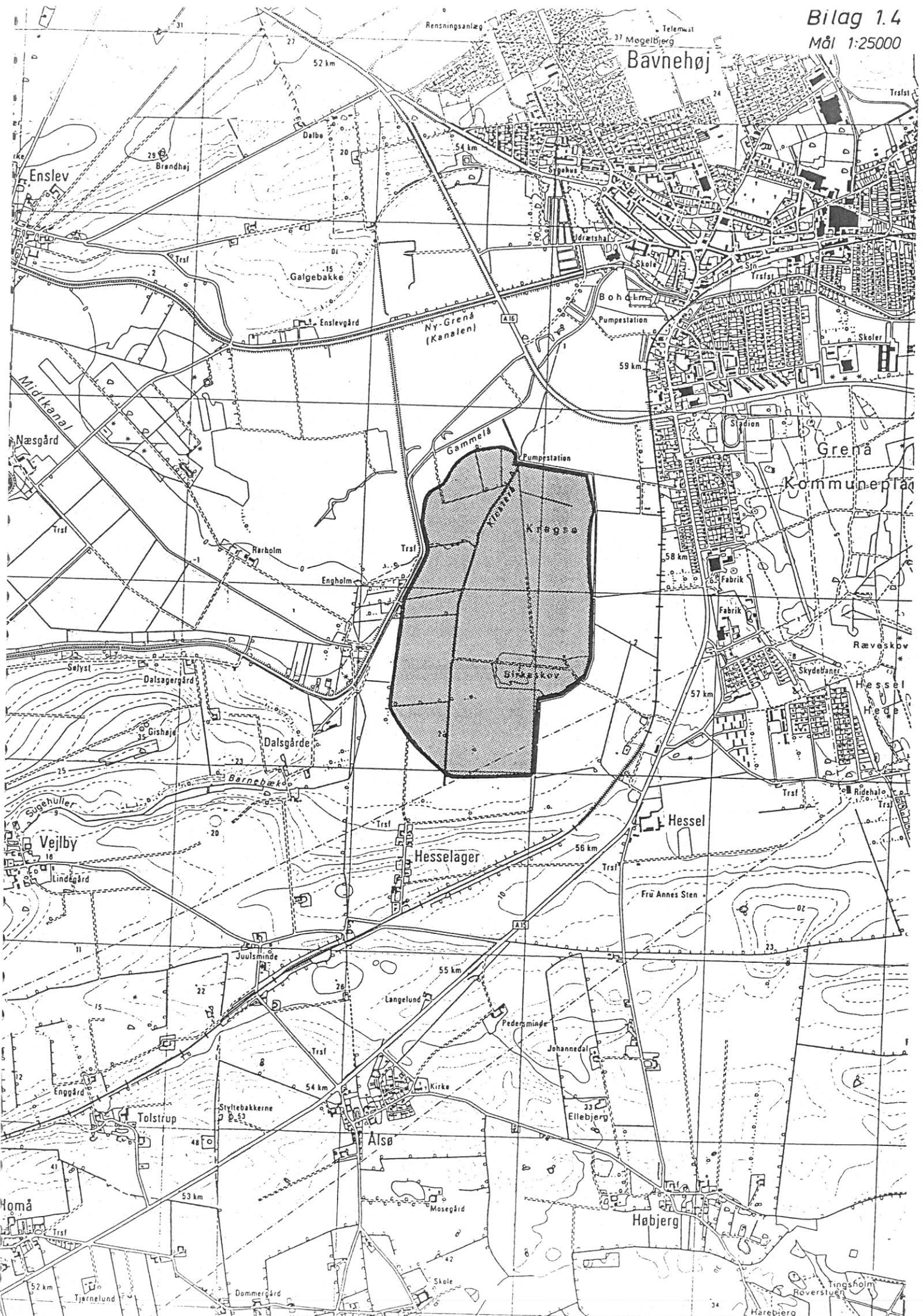
B I L A G 1

Afvandingsprojekter.









B I L A G 3

Terrænforhold og anlæg langs
Grenåen.

Bilag 3

Grenåen, nordside

| Station | Længde | Bemærkning |
|-----------|--------|--|
| 0-70 | 70 | 10-15 m høje træer ved bred, derefter 2 m bred grussti efterfulgt af græs. |
| 70 | - | 2 betonrørgennemløb ø 100, 6 m lang frontmur. |
| 70-120 | 50 | 10-15 m høje træer tæt ved bred men noget spredte. |
| 120-190 | 70 | 10-15 m høje træer 2-4 m fra bred, men noget spredte. |
| 190-250 | 60 | Enkelte 10-15 m høje træer 0-5 m fra åbred. |
| 250-370 | 120 | Enkelte lave træer. |
| 370-450 | 80 | 0-3 m til betonstøttevæg, derefter 2.5 m gruscykelsti efterfulgt af haver. |
| 450 | - | SØNDERBRO. |
| 450-480 | 30 | Betonstøttevæg. |
| 480 | - | JERNBANEBRO. |
| 480-570 | 90 | Forskellige træer langs bred. |
| 570-980 | 410 | Kolonihaver. |
| 980-1080 | 100 | Transformerområde. |
| 1055 | - | Udløb fra transformerstation. |
| 1080-1110 | 30 | Haver med træer langs bred. |
| 1110 | - | Stort træ ved bred. |
| 1110-1205 | 95 | Betonstøttemur. |
| 1205 | - | BRO for N.P. Josiassens Vej. |
| 1205-1350 | 145 | Asfaltvej ca. 1 m fra å. |
| 1350-1380 | 30 | Gruset gårdsplads. |
| 1380-1400 | 20 | Betonstøttemur med rørudløb. |
| 1400-1620 | 220 | 5-6 m græs efterfulgt af asfaltvej. |
| 1620-1830 | 210 | Haver med enkelte træer ved bred. |
| 1830 | - | GANGBRO. |
| 1830-1890 | 60 | 5-10 m høje træer ved bred i haver. |
| 1890-1900 | 10 | Beton/stenmur, have. |
| 1900-1945 | 45 | Have. |
| 1945-2010 | 65 | Rørskov, område bag ved byggemodnes. |
| 2010-2110 | 100 | Haver med mindre træer ved åbred. |
| 2110-2300 | 190 | 8 m græs, derefter træer. |
| 2190 | - | ø 30 rørudløb. |
| 2300 | - | ø 30 rørudløb. |
| 2300-2435 | 135 | Haver. |
| 2435 | - | SPANG ved Hornslet Alle. |

Grenåen, nordside (fortsat)

| Station | Længde | Bemærkning |
|------------|--------|---|
| 2435-2475 | 40 | Træer i have ved bredden. |
| 2475-2735 | 260 | 5-10 m sivbælte, derefter græs foran boligkompleks. |
| 2735-2920 | 185 | Haver. |
| 2835 | - | 6 m lang betonbådslidsk (ny). |
| 2920 | - | ø 60 rørudløb. |
| 2920-3175 | 255 | Huse, haver, mange steder med betonstøttemure. |
| 3175 | - | BRØ for Kystvej. |
| 3175-3330 | 155 | Betonstøttemur/betonbeskyttelse af bred. |
| 3330 | - | SPANG ved Brogade. |
| 3330-3440 | 110 | Gruset oplagsplads for bl.a. container. |
| 3440 | - | Bro for A 15 og A 16. |
| 3440-udløb | | Stensikring med fliseareal bag, derefter parkering til færge. |

Grenåen, sydside

| Station | Længde | Bemærkning |
|-----------|--------|--|
| 0-50 | 50 | 10-15 m høje træer, 2-3 m fra å, græs-areal bag, cykelsti mellem træer og å. |
| 50 | - | Ø 30 m rørudløb fra afvandringsgrøft, cykelsti mellem træer og å. |
| 50-280 | 230 | 10-15 m høje træer, 2-3 m fra å, kolonihaver umiddelbart herefter, cykelsti mellem træer og å. |
| 280-450 | 170 | 10-15 m høje træer, 4-6 m fra å, cykelsti mellem træer og å. |
| 450 | - | SØNDERBRO. |
| 450-480 | 30 | 3 m skråning, anlæg 1, ingen udvidelsesmulighed. |
| 480 | - | Jernbanebro. |
| 480-550 | 70 | 4-6 m til haver, grussti mellem disse og å. |
| 550 | - | 2 stk. Ø 100 cm betonrørunderføring, 6 m lang. |
| 550-720 | 170 | 3-4 m til 4-5 m høje spredte træer, derefter 2 m grussti efterfulgt af haver. |
| 720-1205 | 485 | 3-4 m til 4-5 m høje spredte træer, derefter 2 m grussti efterfulgt af græs. |
| 1205 | - | BRO for N.P. Josiassens Vej. |
| 1205-1350 | 145 | 2 m til ca. 5 m høje træer, derefter 2 m grussti, derefter 6 m græs efterfulgt af haver. |
| 1350-1620 | 270 | Grussti, nyplantede træer ca. 2 m høje 6 m fra å, derefter græs. |
| 1620-1720 | 100 | Grussti 3-4 m fra å, derefter græs. |
| 1720-2435 | 715 | Grussti, ca. 7 m til nyplantede træer med ca. 6 m afstand, derefter græs. |
| 1830 | - | GANGBRO. |
| 1840 | - | 2 Ø 25 cm rørudløb. |
| 2080 | - | Ø 25 cm rørudløb. |
| 2435 | - | SPANG v/Hornslet Alle |
| 2435-2775 | 340 | Grussti, nyplantede træer ca. 2 m høje 6 m fra å, derefter græs. |
| 2775-2850 | 75 | 4-6 m til asfaltvej. |
| 2850-3175 | 325 | 4-6 m til ca. 5 m høje træer med ca. 20-30 m afstand, derfra 2 m til asfaltvej. |
| 3165 | - | Pumpestation ca. 1 m fra bred, kant af 2 brønd. |
| 3175 | - | BRO for Kystvej. |

Grenåen, sydside (fortsat)

| Station | Længde | Bemærkning |
|------------|--------|---------------------------|
| 3175-3330 | 155 | Bådoplagsplads, gruset. |
| 3330 | - | SPANG ved Brogade. |
| 3330-3440 | 110 | Græs. |
| 3400 | - | Pumpestation i 2 m brønd. |
| 3410 | - | Rørudløb ø 20 cm. |
| 3440 | - | Bro for A15 og A16. |
| 3440-3500 | 60 | Stensikring, bagved græs. |
| 3500-udløb | | Stensikring. |

B I L A G 5

Forskydningsstyrker.

Vandløb: Ryom A

| Station (iflg. regulativ) | Kote (m) til | | | C _v kN/m ² |
|---------------------------------|--------------|------|------------------|-------------------------------------|
| | Terræn | Vsp. | Vinge- forsøg | |
| 6340 | 2.36 | 1.76 | 1.36 | 17 |
| | | | 0.36 | 17 |
| 7010 | 2.38 | 1.58 | 1.36 | 11 |
| | | | 0.38 | 15 |
| 7720 | 2.03 | 1.43 | 1.03 | 19 |
| | | | 0.03 | 14 |
| 8360 | 1.85 | 1.35 | 0.85 | 10 |
| | | | -0.15 | 15 |
| 9030 | 1.73 | 1.33 | 0.73 | 14 |
| | | | -0.27 | 11 |
| 9670 | 1.57 | 1.22 | 0.57 | 16 |
| | | | 0.07 | 19 |
| | | | -0.43 | 14 |
| 10230 | 1.63 | 1.28 | 0.28 | 8 |
| | | | -0.72 | 10 |
| 10940 | 1.51 | 1.16 | 0.51 | 9 |
| | | | -0.49 | 7 |
| 11620 | 1.40 | 1.05 | 0.40 | 8 |
| | | | -0.60 | 4 |
| 11990 | 1.40 | 1.00 | 0.40 | 24 |
| | | | -0.60 | 4 |
| 12590 | 1.05 | 0.95 | 0.05 | 12 |
| | | | -0.95 | 4 |
| 12960 | 1.25 | 0.95 | 0.25 | 21 |
| | | | -0.75 | 8 |

(1 kN/m² = 0.1 t/m²).

Vandløb: Korup A

| Station (iflg. regulativ) | Kote (m) til | | | C_v kN/m ² |
|---------------------------------|--------------|------|------------------|----------------------------|
| | Terræn | Vsp. | Vinge- forsøg | |
| 5105 | 1.7 | 1.2 | 0.7 -0.3 | 10 11 |
| 5610 | 1.2 | 1.1 | 0.2 -0.8 | 6 13 |
| 6160 | 1.4 | 1.0 | 0.4 -0.6 | 15 9 |
| 6835 | 1.5 | 0.9 | 0.5 -0.5 | 13 10 |
| 7470 | 1.3 | 0.9 | 0.3 -0.7 | 8 12 |
| 8050 | 1.3 | 1.0 | 0.3 -0.7 | 6 7 |
| 8600 | 1.1 | 1.0 | 0.1 -0.9 | 6 6 |

(1 kN/m² = 0.1 t/m²).

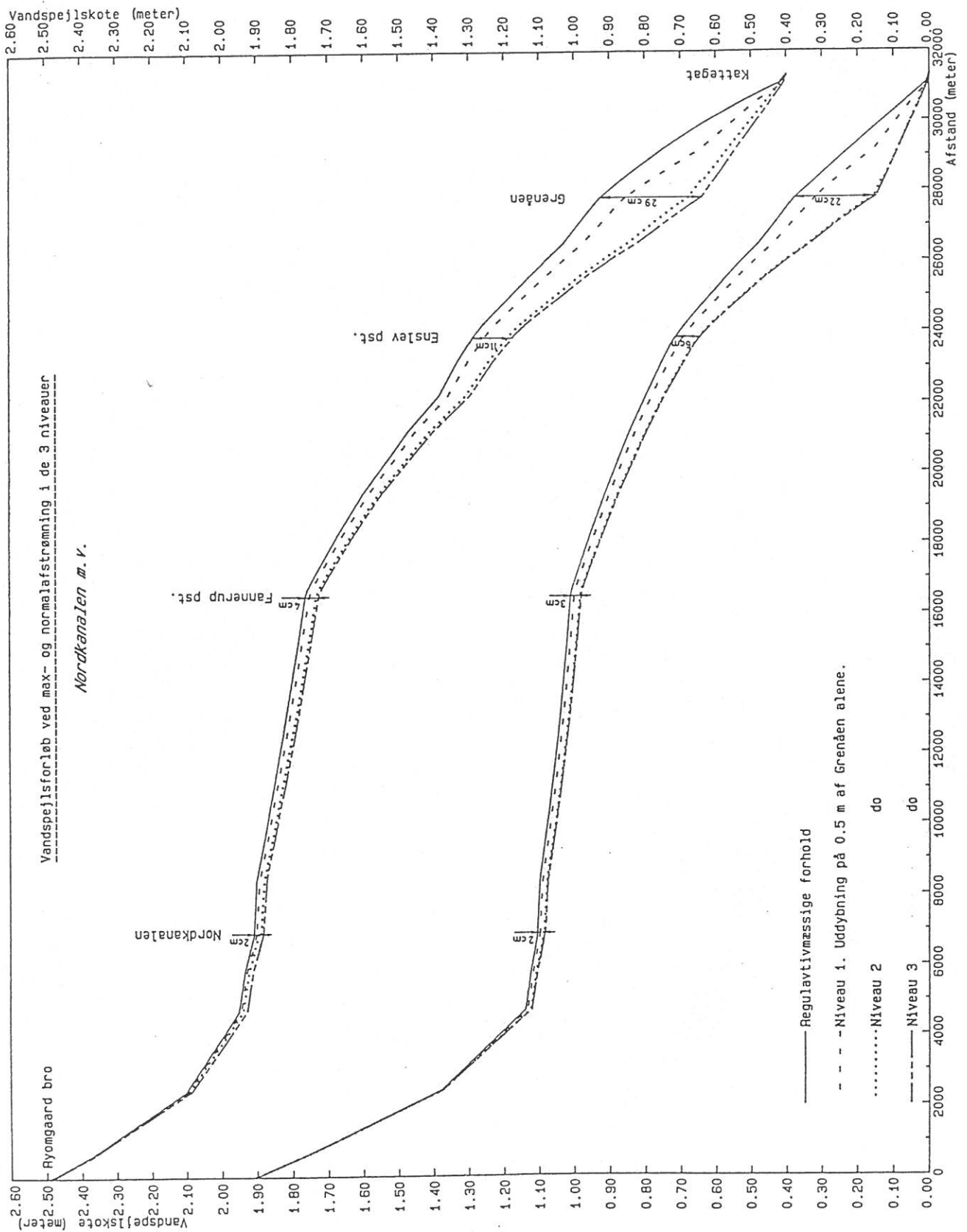
Vandløb: Nordkanalen

| Station (iflg. regulativ) | Kote (m) til | | | C _v kN/m ² |
|---------------------------------|--------------|------|-----------------------|-------------------------------------|
| | Terræn | Vsp. | Vinge- forsøg | |
| 500 | 1.33 | 1.03 | 0.33 | 105 |
| 1050 | 1.44 | 1.04 | 0.04 -0.56 | 20 24 |
| 3000 | 1.31 | 1.01 | -0.19 | 105 |
| 10100 | 1.14 | 0.94 | 0.64 0.14 -0.16 | 250 90 105 |
| 16600 | 0.64 | 0.59 | 0.14 -0.36 | 190 120 |

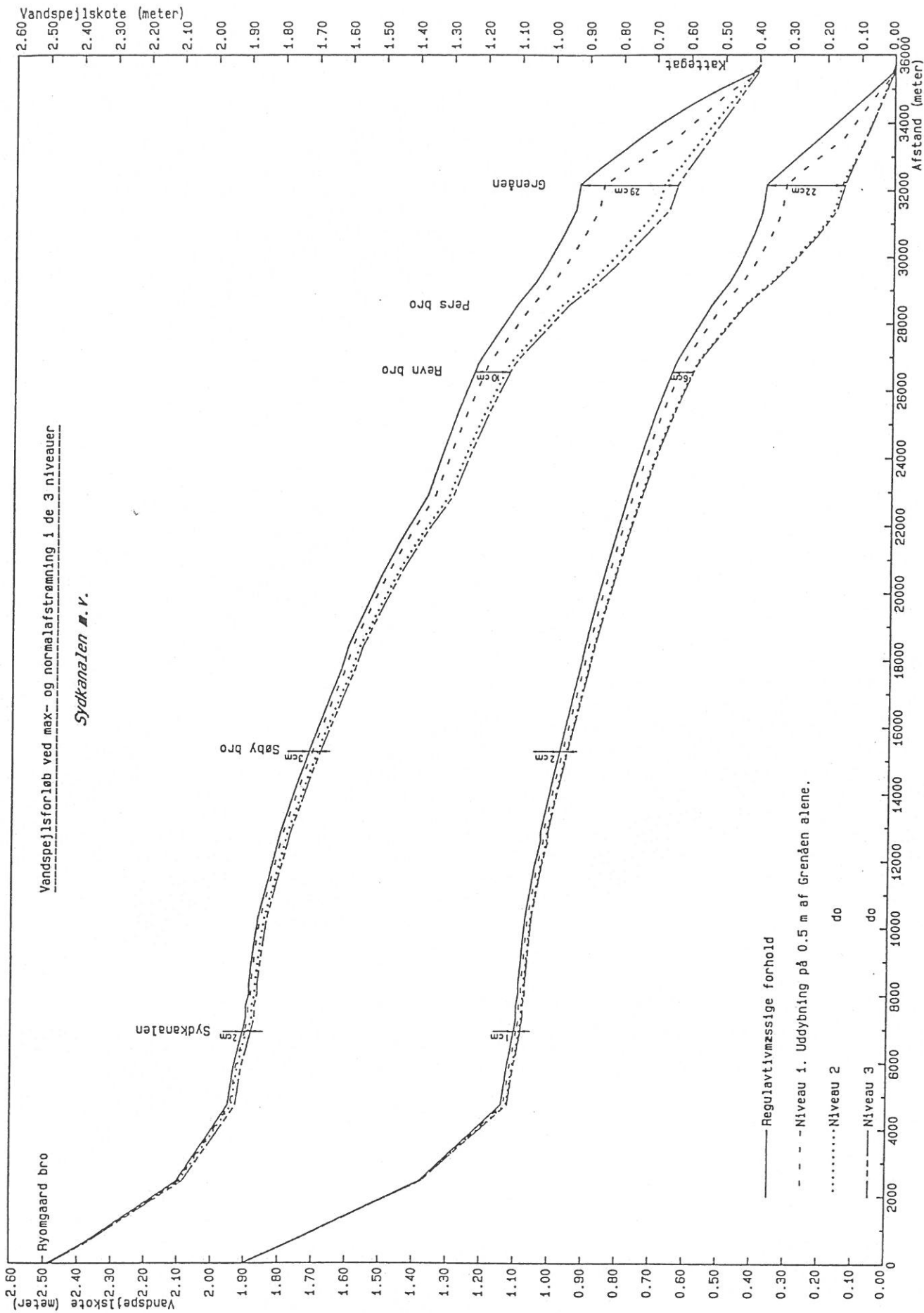
(1 kN/m² = 0.1 t/m²).

B I L A G 6

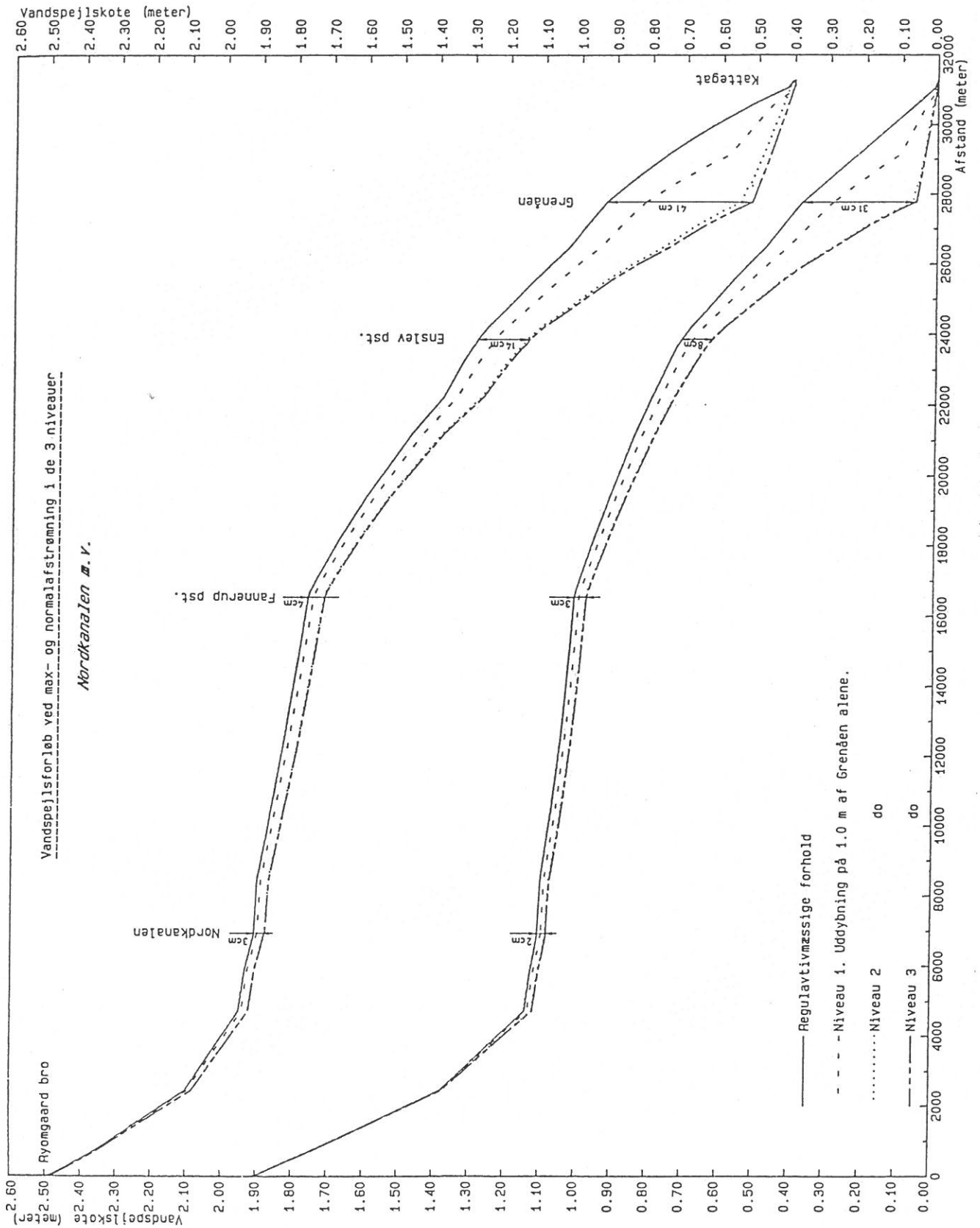
Beregnete vandspejlsforløb.



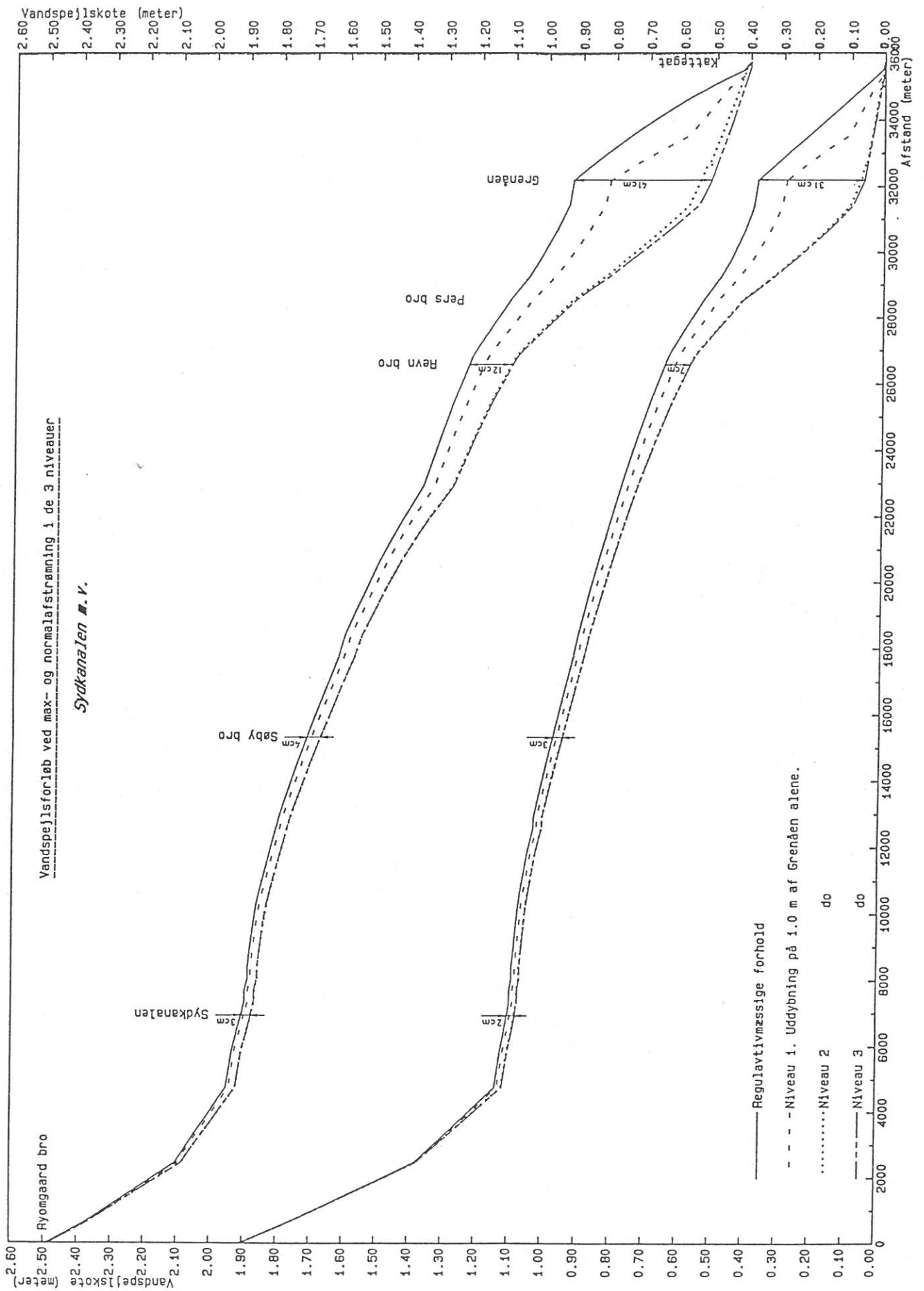
Bilag 6.1.

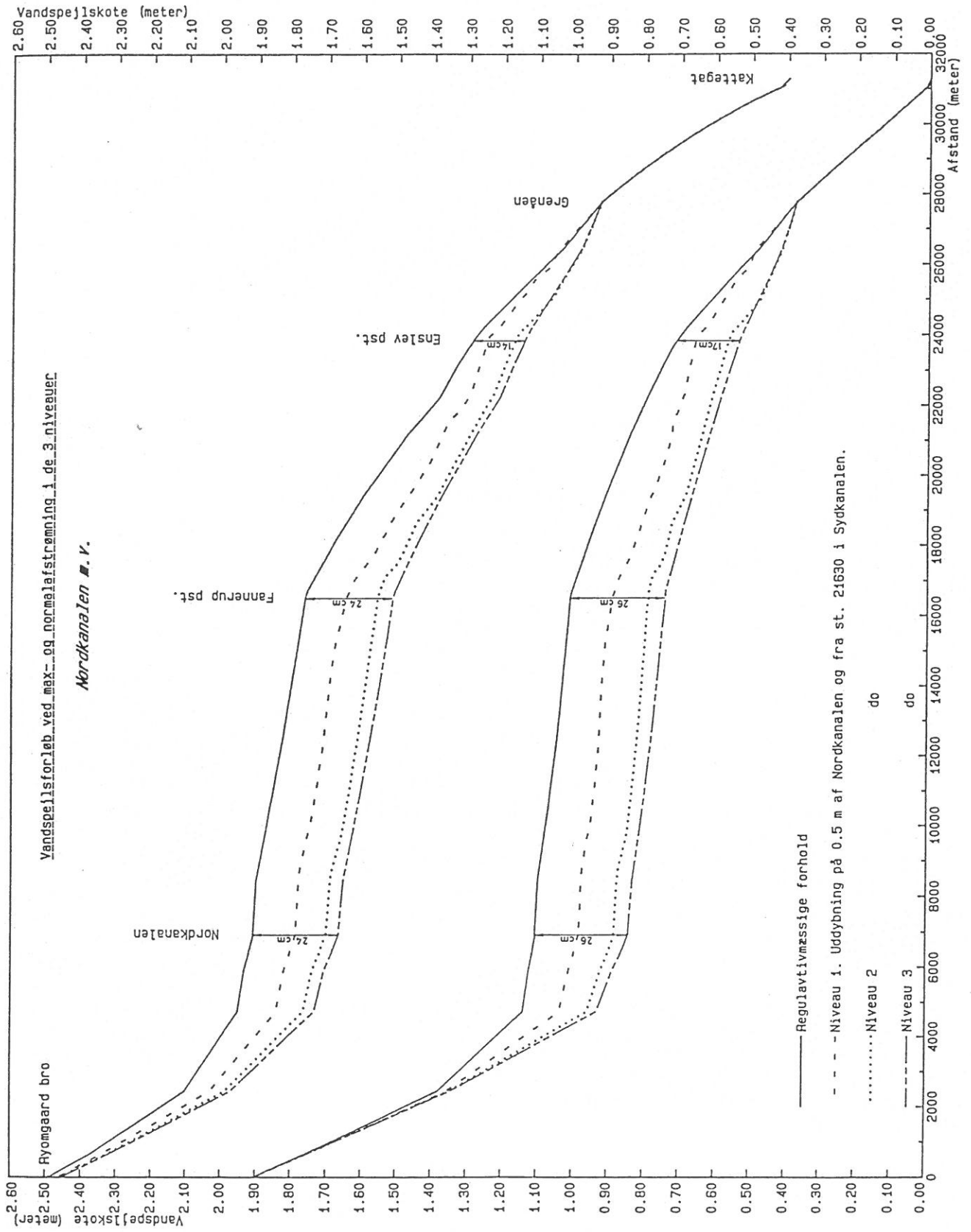


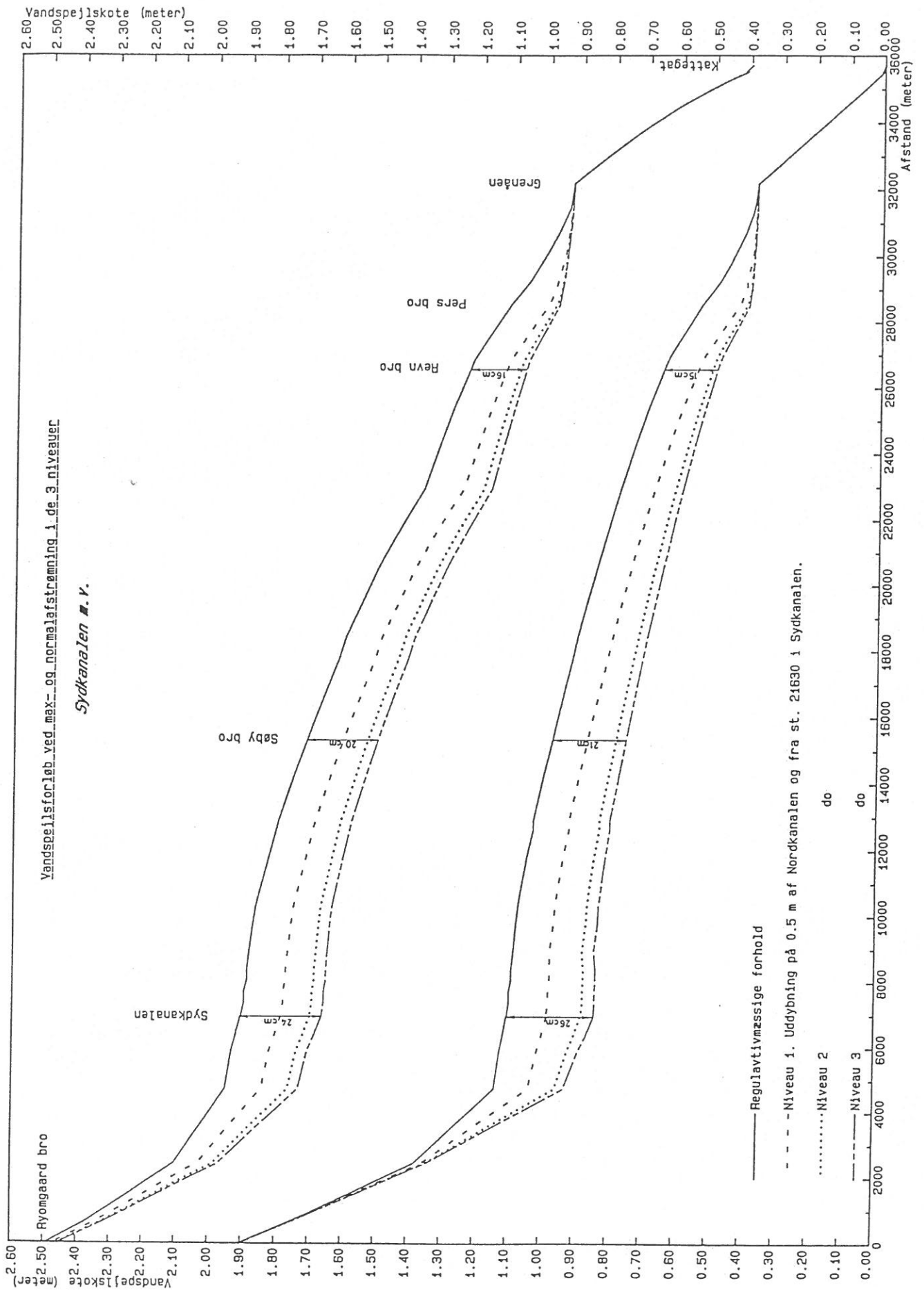
Bilag 6.2.

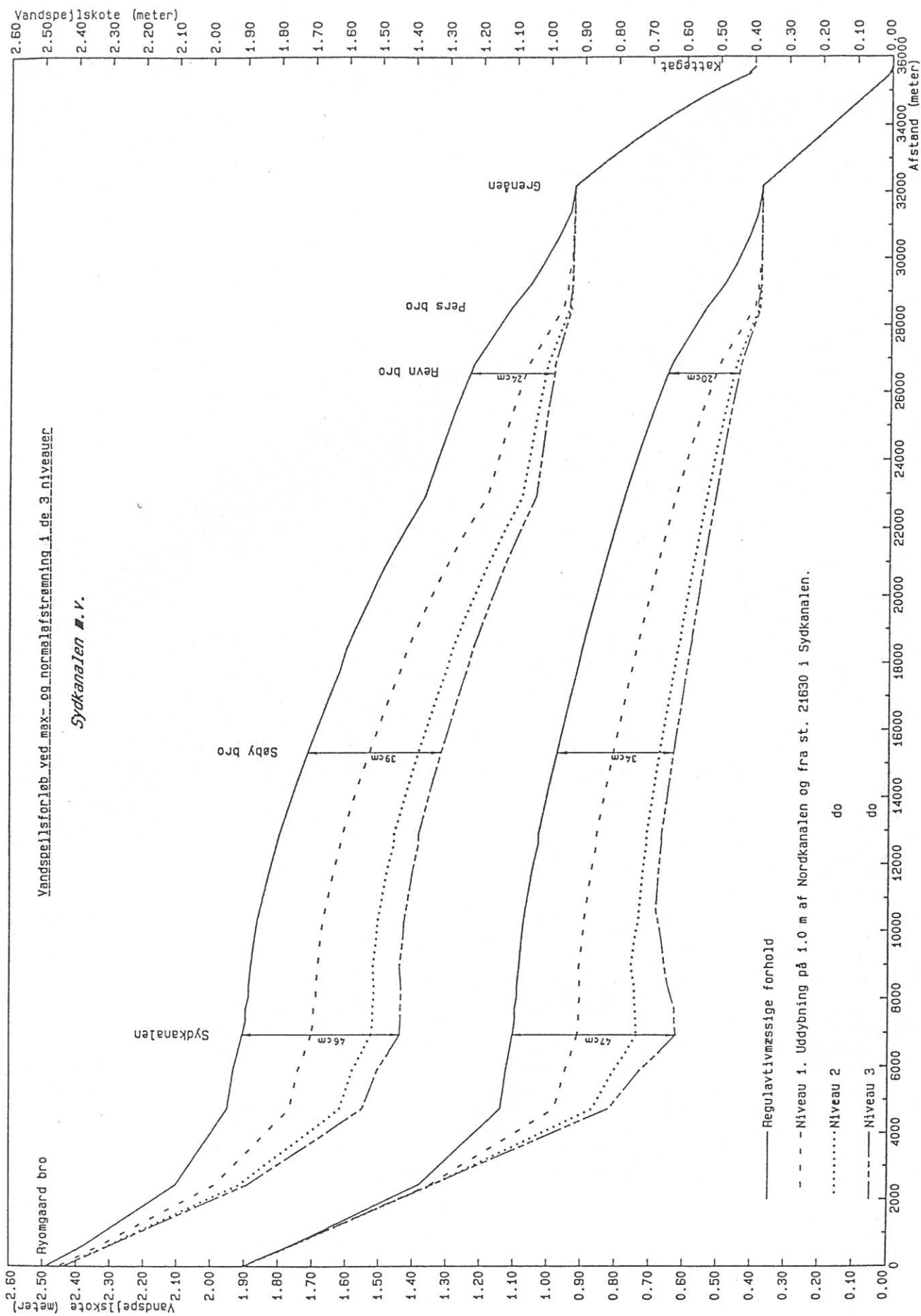


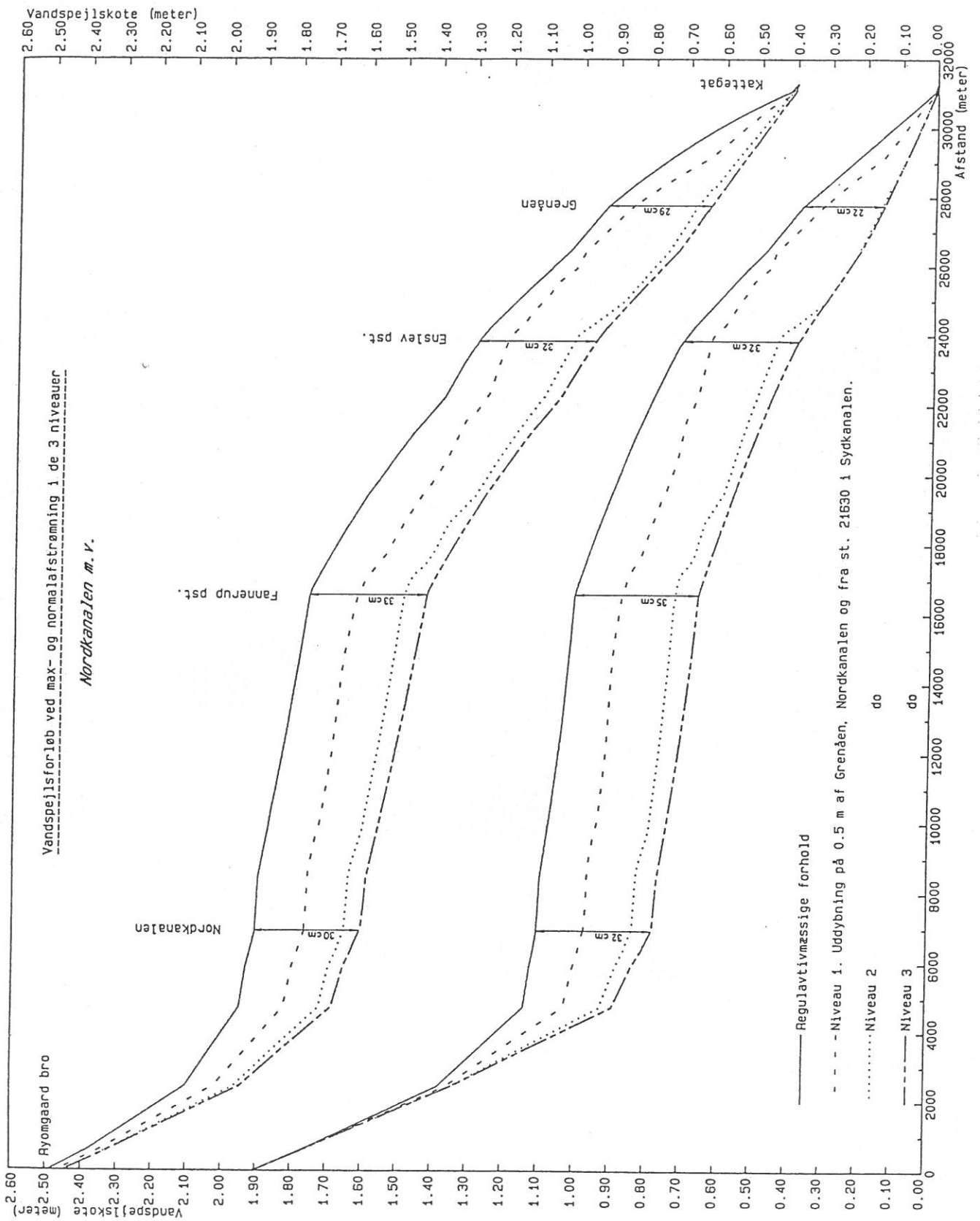
Bilag 6.3.



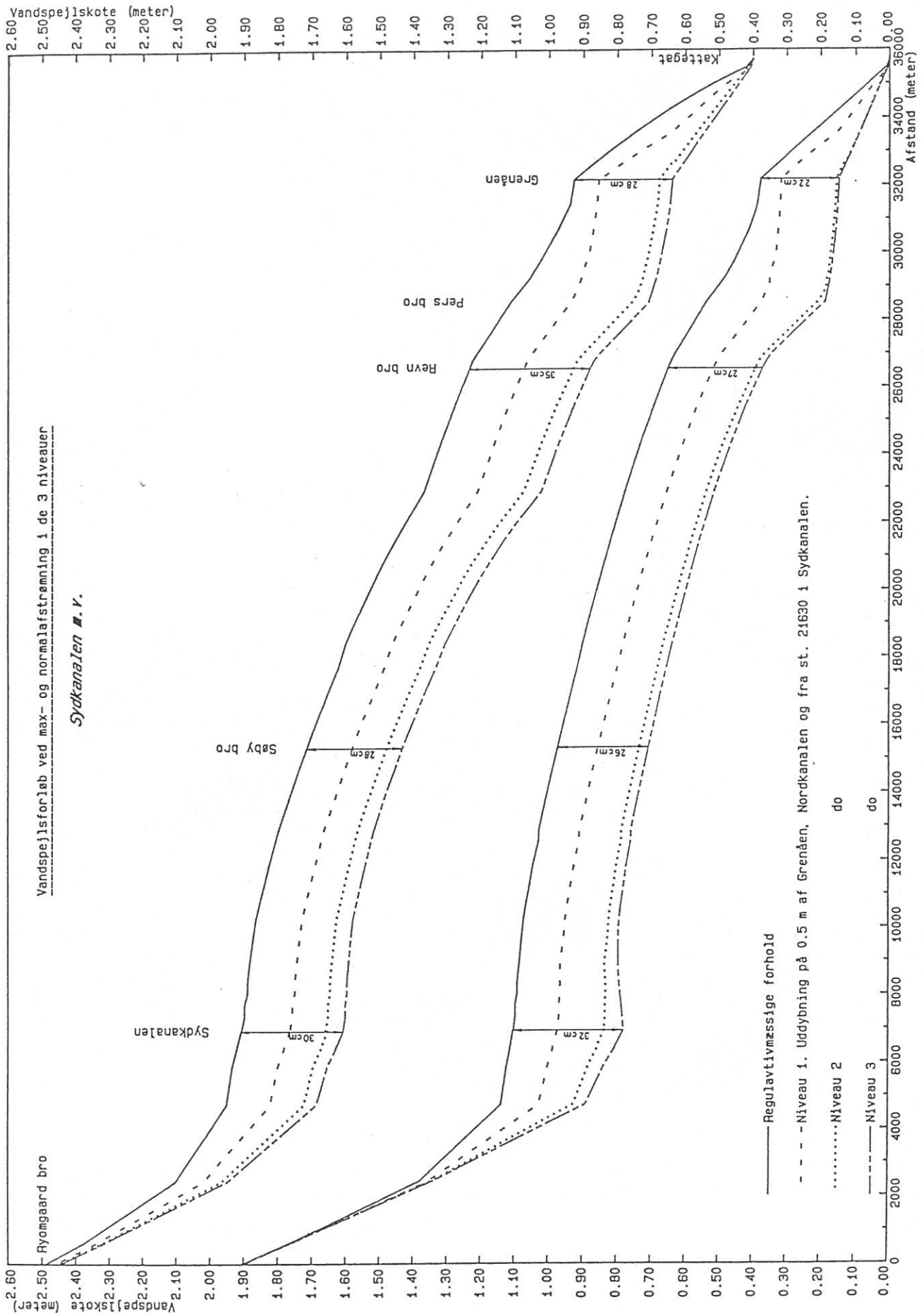




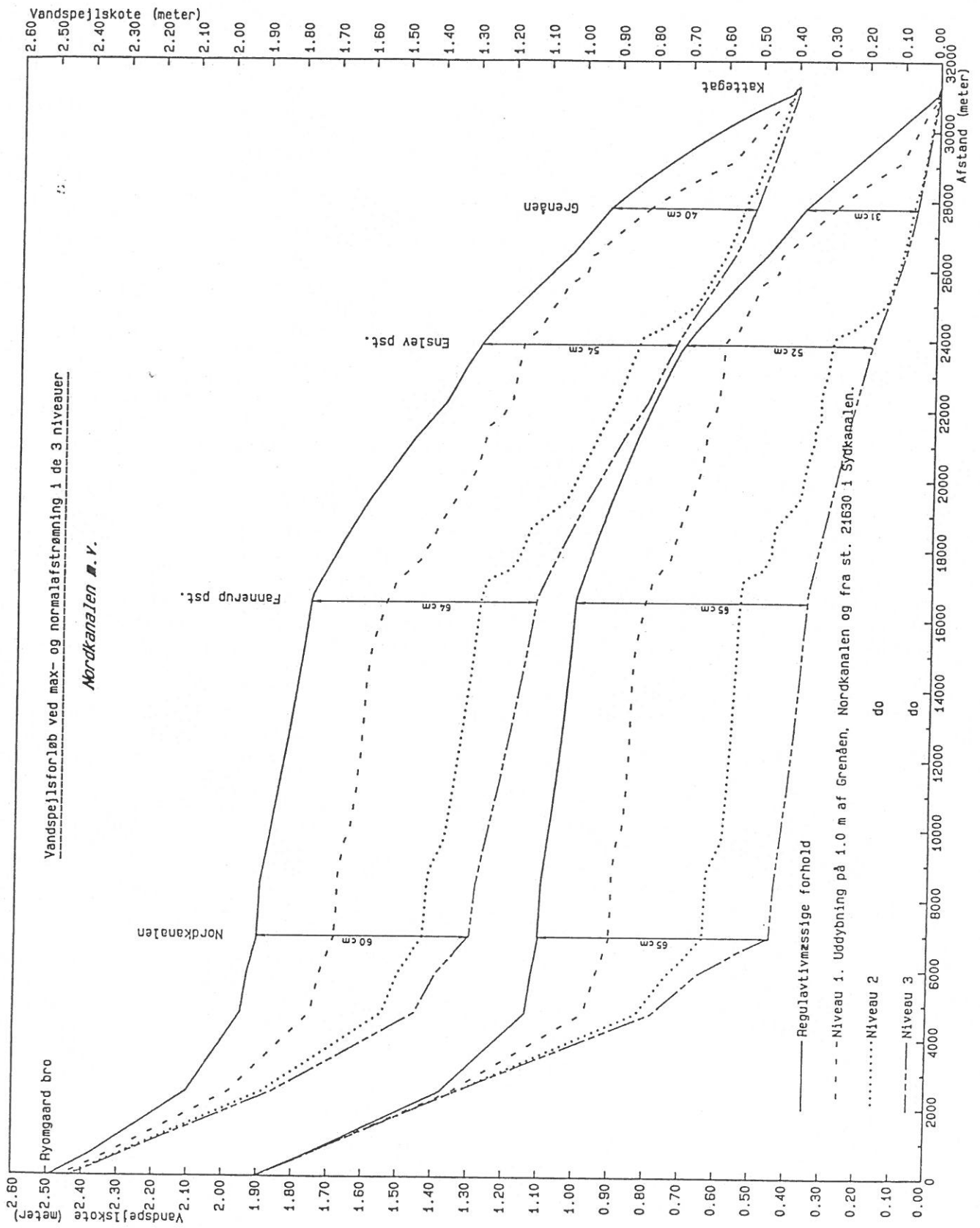


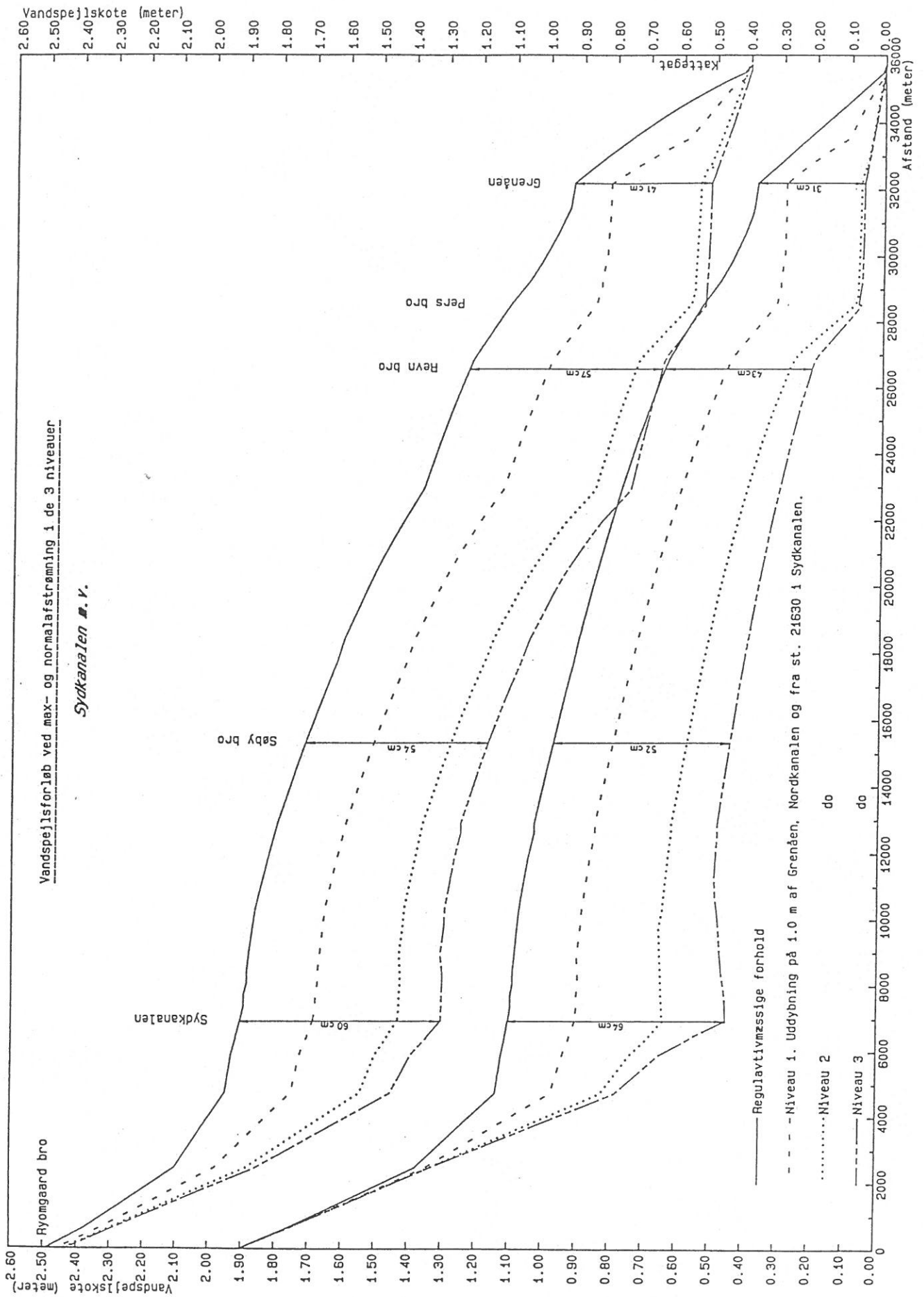


Bilag 6.9.



Bilag 6.10.





B I L A G 7

Skitseoverslag.

GRENAEN Niveau 1, uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|--|---------|
| Opgravning og spredning af fyld 10.000 m ³ a 10 kr. | 100.000 |
| Faskinsikring 400 m a 120 kr. | 48.000 |
| Stensikring v/broer 5 stk. a 10.000 kr. | 50.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 7 stk. a 30.000 kr. | 210.000 |
| | ----- |
| | 408.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 60.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 32.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 500.000 |
| | ===== |

GRENAEN Niveau 1, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|---------|
| Opgravning og spredning af fyld 20.000 m ³ a 10 kr. | 200.000 |
| Faskinsikring 500 m a 120 kr. | 60.000 |
| Stensikring v/broer 5 stk. a 10.000 kr. | 50.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 7 stk. a 30.000 kr. | 210.000 |
| | ----- |
| | 520.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 80.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 50.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 650.000 |
| | ===== |

GRENAEN Niveau 2, uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|--|---------|
| Opgravning og spredning af fyld 25.000 m ³ a 10 kr. | 250.000 |
| Faskinsikring 700 m a 120 kr. | 84.000 |
| Stensikring v/broer 5 stk. a 10.000 kr. | 90.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 9 stk. a 30.000 kr. | 270.000 |
| | ----- |
| | 694.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 106.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 70.000 |
| | ----- |
| I alt (excl moms) | 870.000 |
| | ===== |

GRENAEN Niveau 2, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 60.000 m ³ a 10 kr. | 600.000 |
| Faskinsikring 1000 m a 120 kr. | 120.000 |
| Stensikring v/broer 9 stk. a 10.000 kr. | 90.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 9 stk. a 30.000 kr. | 270.000 |
| | ----- |
| | 1.080.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 160.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 110.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 1.350.000 |
| | ===== |

SYDKANALEN Niveau 1, uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|--|---------|
| Opgravning og spredning af fyld 30.000 m ³ a 10 kr. | 300.000 |
| Faskinsikring 500 m a 120 kr. | 60.000 |
| Stensikring v/broer 8 stk. a 10.000 kr. | 80.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 470.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 80.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 50.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 600.000 |
| | ===== |

SYDKANALEN Niveau 1, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 60.000 m ³ a 10 kr. | 600.000 |
| Faskinsikring 1000 m a 120 kr. | 120.000 |
| Stensikring v/broer 8 stk. a 10.000 kr. | 80.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 830.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 130.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 90.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 1.050.000 |
| | ===== |

SYDKANALEN Niveau 2, uddybning 0,5 m:

| | kr. |
|--|---------|
| Opgravning og spredning af fyld 35.000 m ³ a 10 kr. | 350.000 |
| Faskinsikring 500 m a 120 kr. | 60.000 |
| Stensikring v/broer 8 stk. a 10.000 kr. | 80.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 520.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 80.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 50.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 650.000 |
| | ===== |

SYDKANALEN Niveau 2, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 70.000 m ³ a 10 kr. | 700.000 |
| Faskinsikring 1000 m a 120 kr. | 120.000 |
| Stensikring v/broer 8 stk. a 10.000 kr. | 80.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 930.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 140.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 80.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 1.150.000 |
| | ===== |

NORDKANALEN Niveau 1, uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 150.000 m ³ a 10 kr. | 1.500.000 |
| Faskinsikring 2000 m a 120 kr. | 240.000 |
| Stensikring v/broer 16 stk. a 10.000 kr. | 160.000 |
| | ----- |
| | 1.900.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 300.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 200.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 2.400.000 |
| | ===== |

NORDKANALEN Niveau 1, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 300.000 m ³ a 10 kr. | 3.000.000 |
| Faskinsikring 3000 m a 120 kr. | 360.000 |
| Stensikring v/broer 16 stk. a 10.000 kr. | 160.000 |
| | ----- |
| | 3.520.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 530.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 350.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 4.400.000 |
| | ===== |

NORDKANALEN Niveau 2, uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 220.000 m ³ a 10 kr. | 2.200.000 |
| Faskinsikring 3000 m a 120 kr. | 360.000 |
| Stensikring v/broer 23 stk. a 10.000 kr. | 230.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 2.820.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 430.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 300.000 |
| | ----- |
| I alt (excl moms) | 3.550.000 |
| | ===== |

NORDKANALEN Niveau 2, uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 440.000 m ³ a 10 kr. | 4.400.000 |
| Faskinsikring 4000 m a 120 kr. | 480.000 |
| Stensikring v/broer 23 stk. a 10.000 kr. | 230.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 5.140.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 760.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 500.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 6.400.000 |
| | ===== |

RYOM A og KORUP A uddybning 0.5 m:

| | kr. |
|---|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 41.000 m ³ a 10 kr. | 410.000 |
| Faskinsikring 4250 m a 120 kr. | 510.000 |
| Stensikring v/broer 7 stk. a 10.000 kr. | 70.000 |
| | ----- |
| | 990.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 150.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 110.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 1.250.000 |
| | ===== |

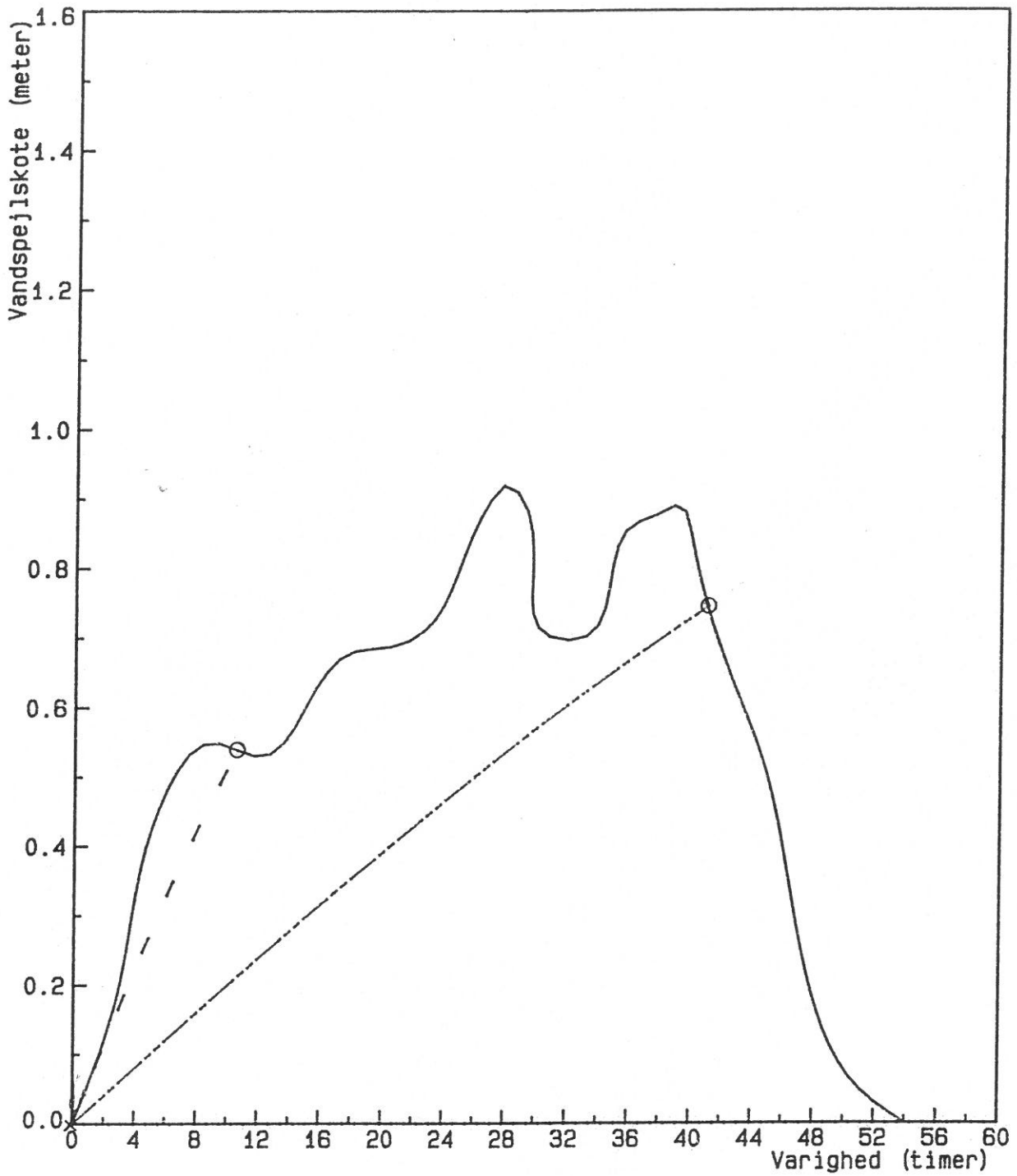
RYOM A og KORUP A Uddybning 1.0 m:

| | kr. |
|--|-----------|
| Opgravning og spredning af fyld 88.000 m ³ a 10 kr. | 880.000 |
| Faskinsikring 5000 m a 120 kr. | 600.000 |
| Stensikring v/broer 7 stk. a 10.000 kr. | 70.000 |
| Omlægning af krydsende vand- og afløbsledning 1 stk. a 30.000 kr. | 30.000 |
| | ----- |
| | 1.580.000 |
| Sagsbehandling, projektering, tilsyn og møder ca. 15% | 250.000 |
| Uforudseelige udgifter ca. 10% | 170.000 |
| | ----- |
| I alt (excl. moms) | 2.000.000 |
| | ===== |

B I L A G 9

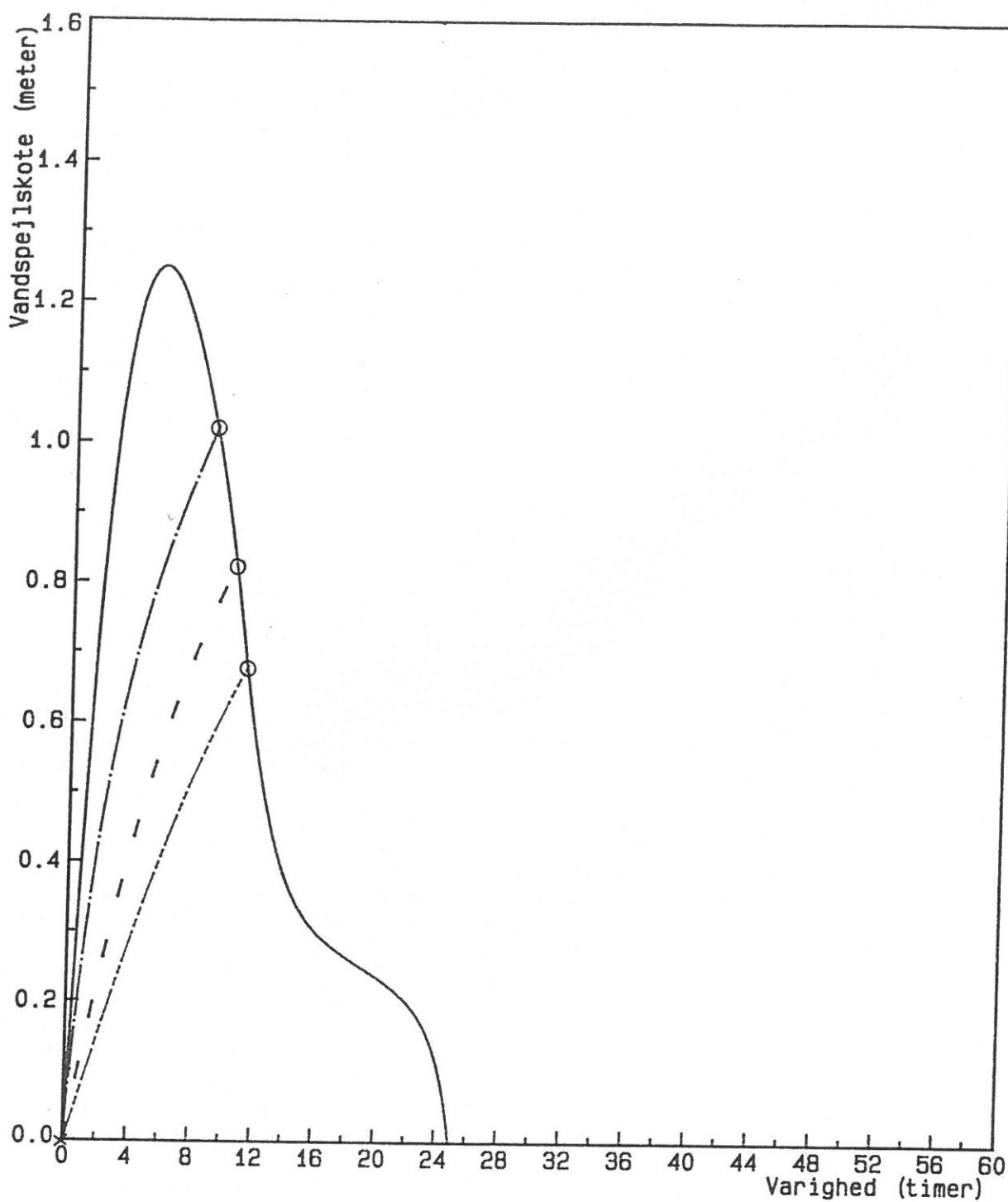
Højvandssimuleringer.

T = 0 : 29.12.80 kl 13 Vandføring i Grenåen ca. 6 m³/sek



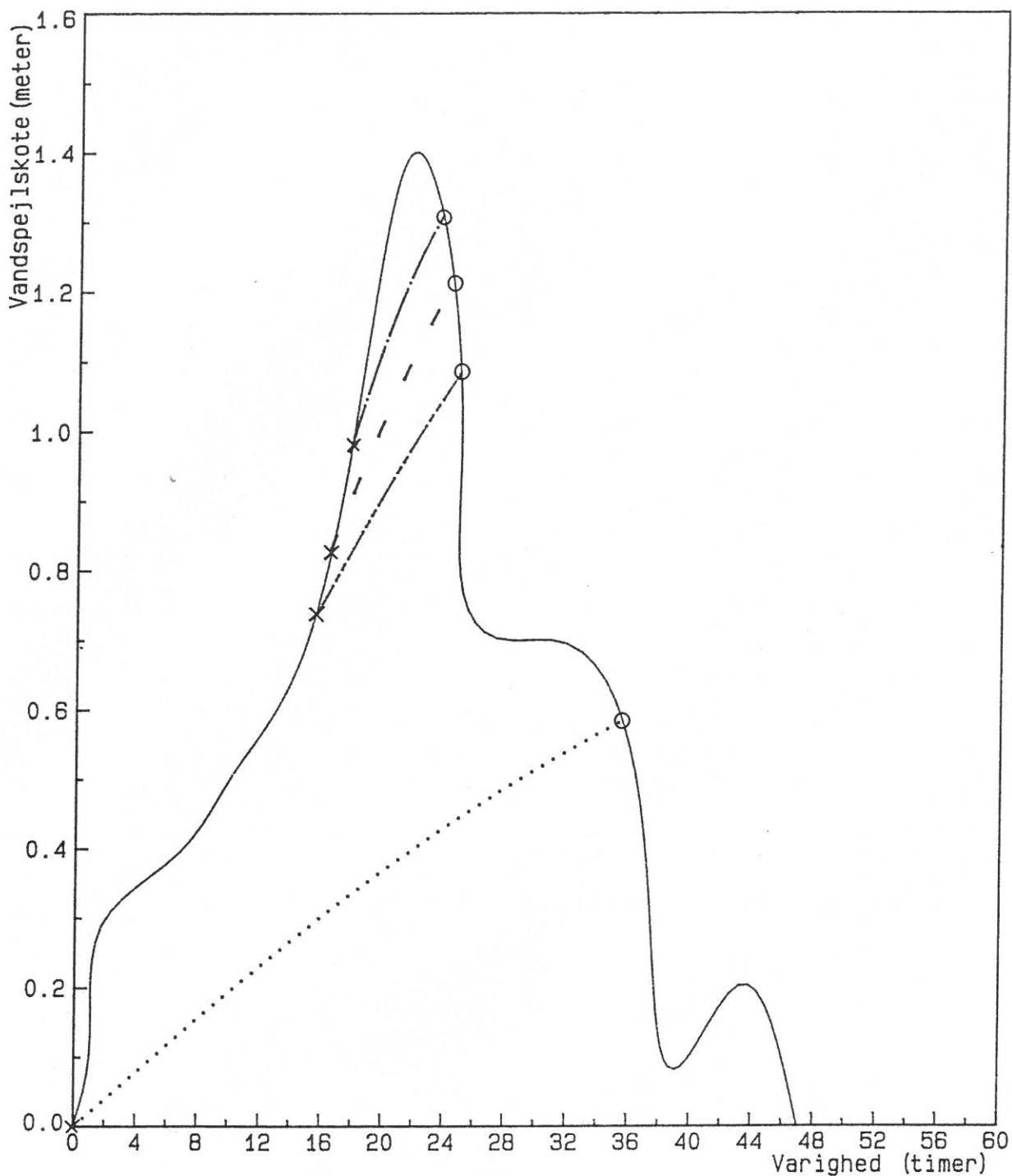
- Observeret højvandsforløb.
- Indervandspejl i tilfældet :
- Slusebygværk.
- - - Højvandspumpestation 3.0 m³/sek
- Højvandspumpestation 4.5 m³/sek
- Højvandspumpestation 7.5 m³/sek
- Slusen åbner.
- × Slusen lukker.

T = 0 : 21.11.81 kl 08 Vandføring i Grenåen ca. 7.5 m³/sek



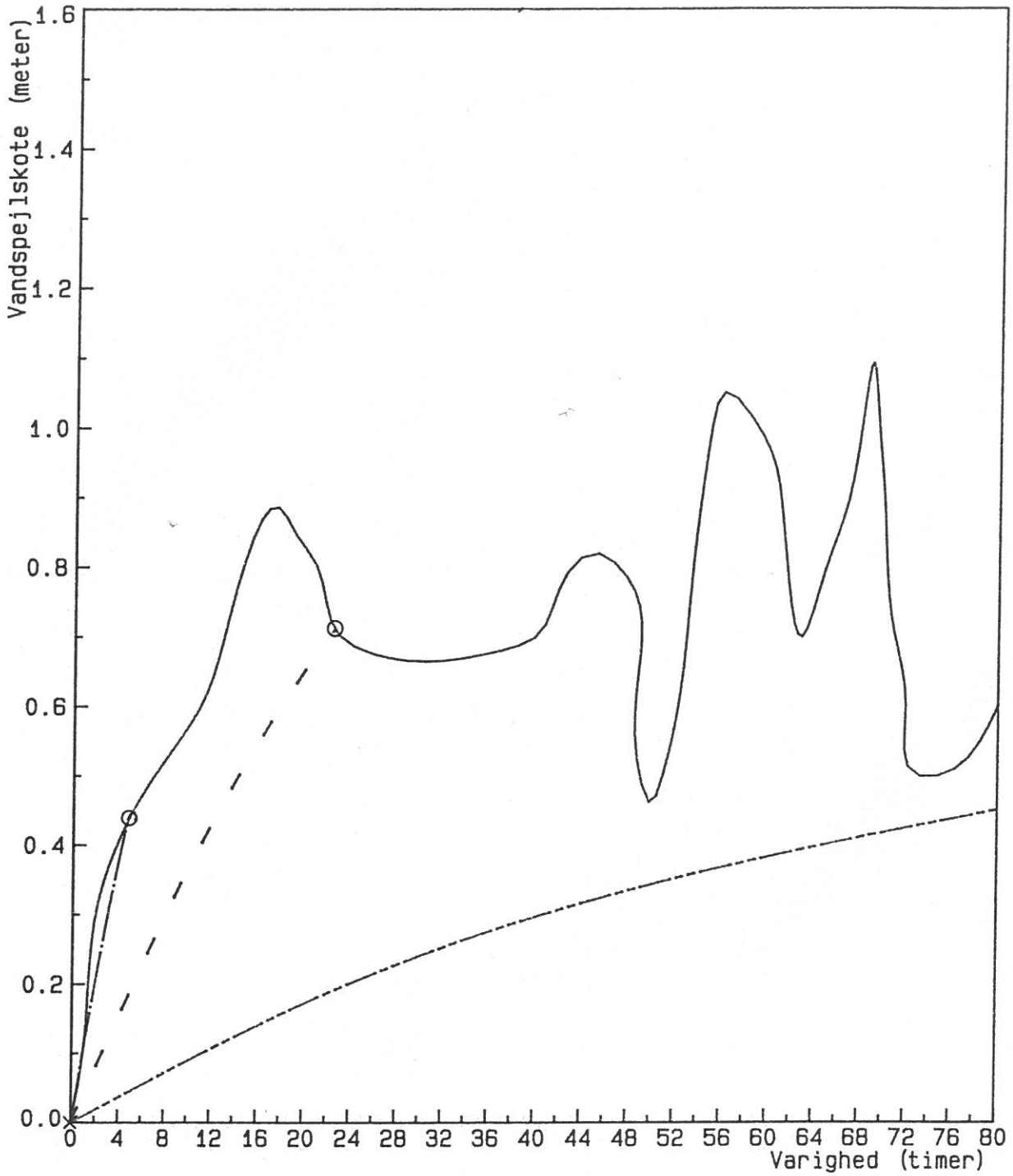
- Observeret højvandsforløb.
- Indervandspejl i tilfældet:
- — — Slusebygværk.
- - - Højvandspumpestation 3.0 m³/sek
- — — Højvandspumpestation 4.5 m³/sek
- Højvandspumpestation 7.5 m³/sek
- Slusen åbner.
- × Slusen lukker.

T = 0 : 24.11.81 kl. 08 Vandføring i Grenåen ca. 8.5 m³/sek.



- Observeret højvandsforløb.
- Indervandspejl i tilfældet :
- — — Slusebygværk.
- - - Højvandspumpestation 3.0 m³/sek
- · - · - Højvandspumpestation 4.5 m³/sek
- · · · · Højvandspumpestation 7.5 m³/sek
- Slusen åbner.
- × Slusen lukker.

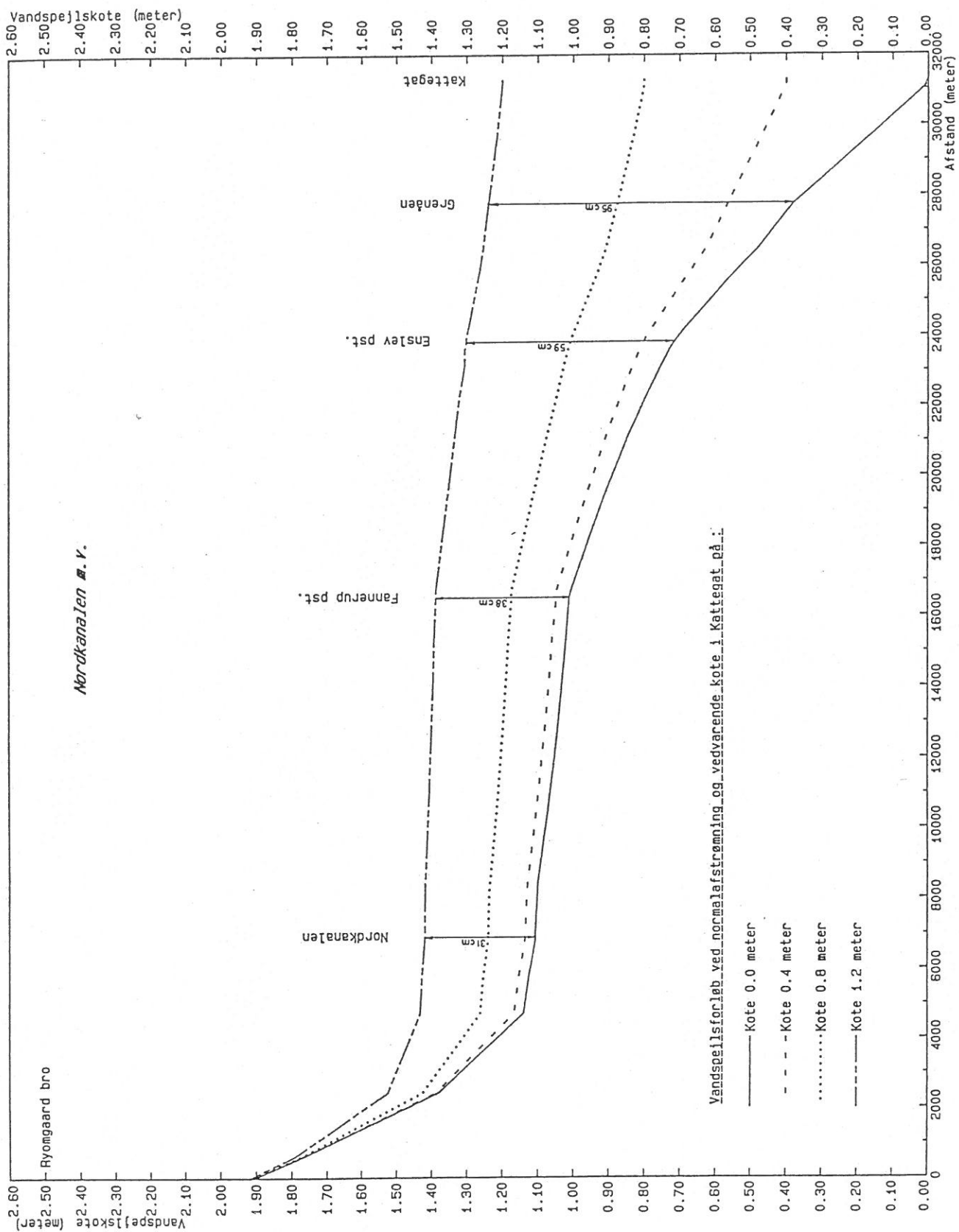
T = 0 : 30.12.83 kl 11 Vandføring i Grenåen ca. 5.5 m³/sek



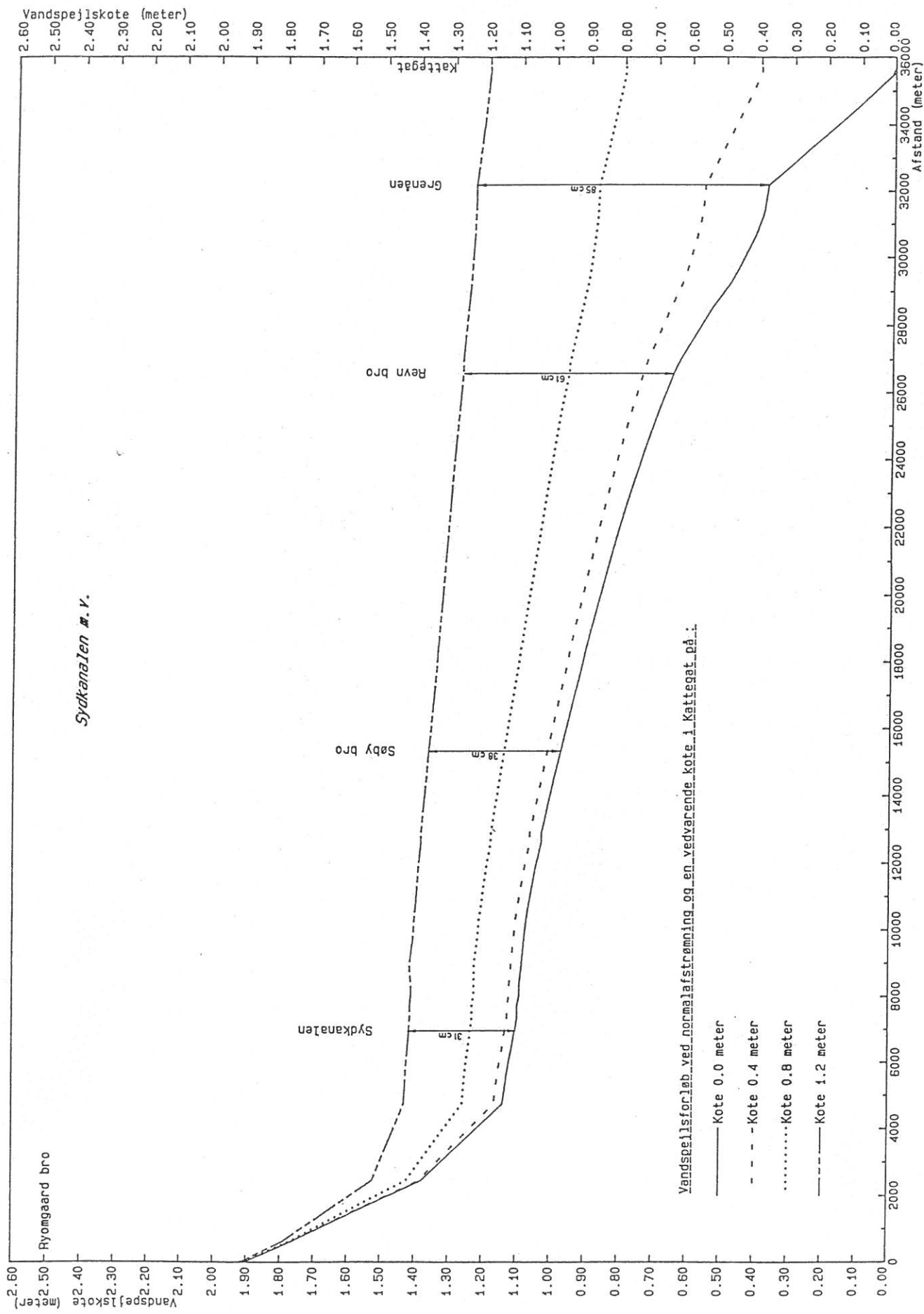
- Observeret højvandsforløb.
- Indervandspejl i tilfældet :
- — — Slusebygværk.
- - - Højvandspumpestation 3.0 m³/sek
- — — Højvandspumpestation 4.5 m³/sek
- Højvandspumpestation 7.5 m³/sek
- Slusen åbner.
- × Slusen lukker.

B I L A G 10

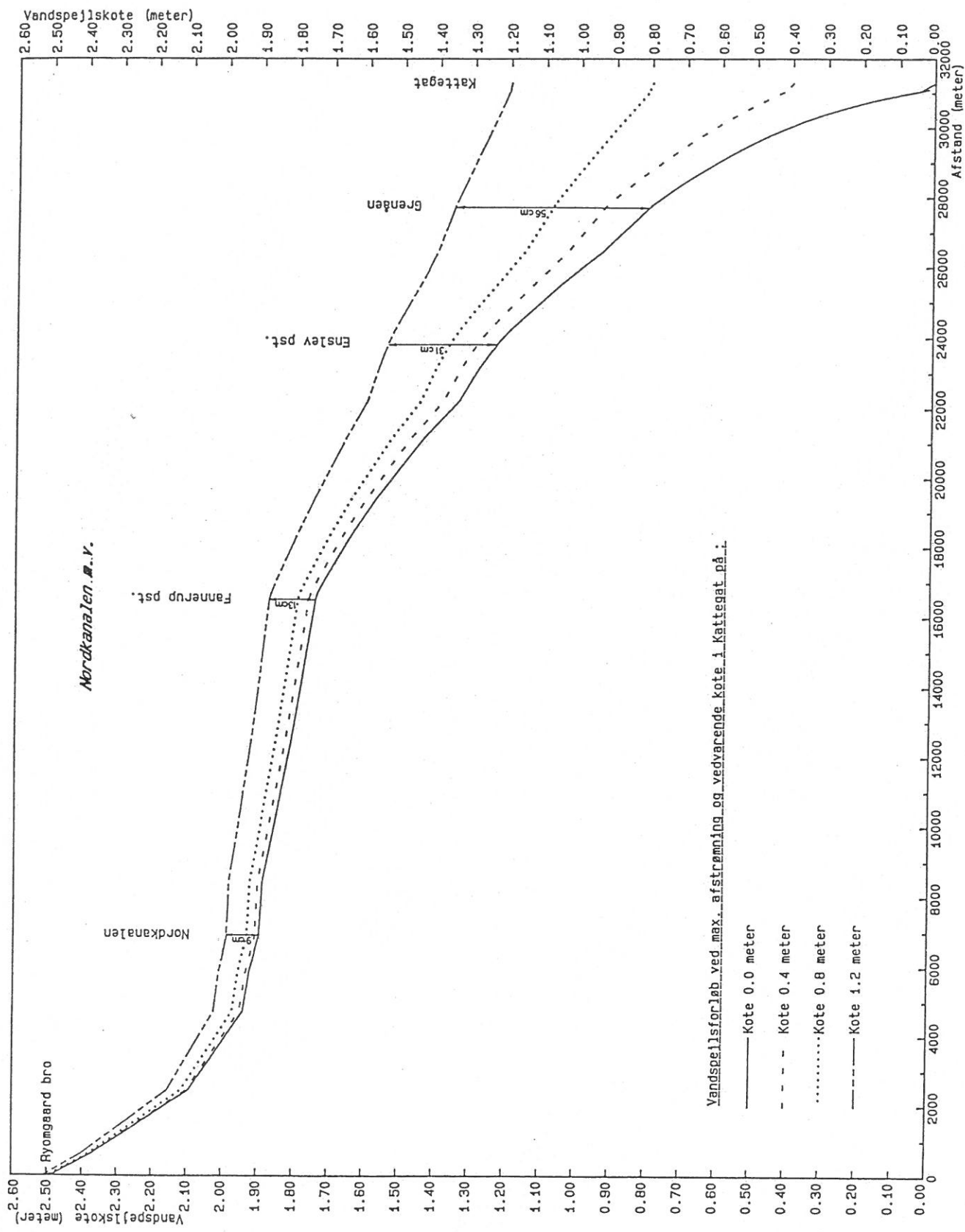
✓ Vandspejlsforløb ved forskellige vedvarende
højvande.



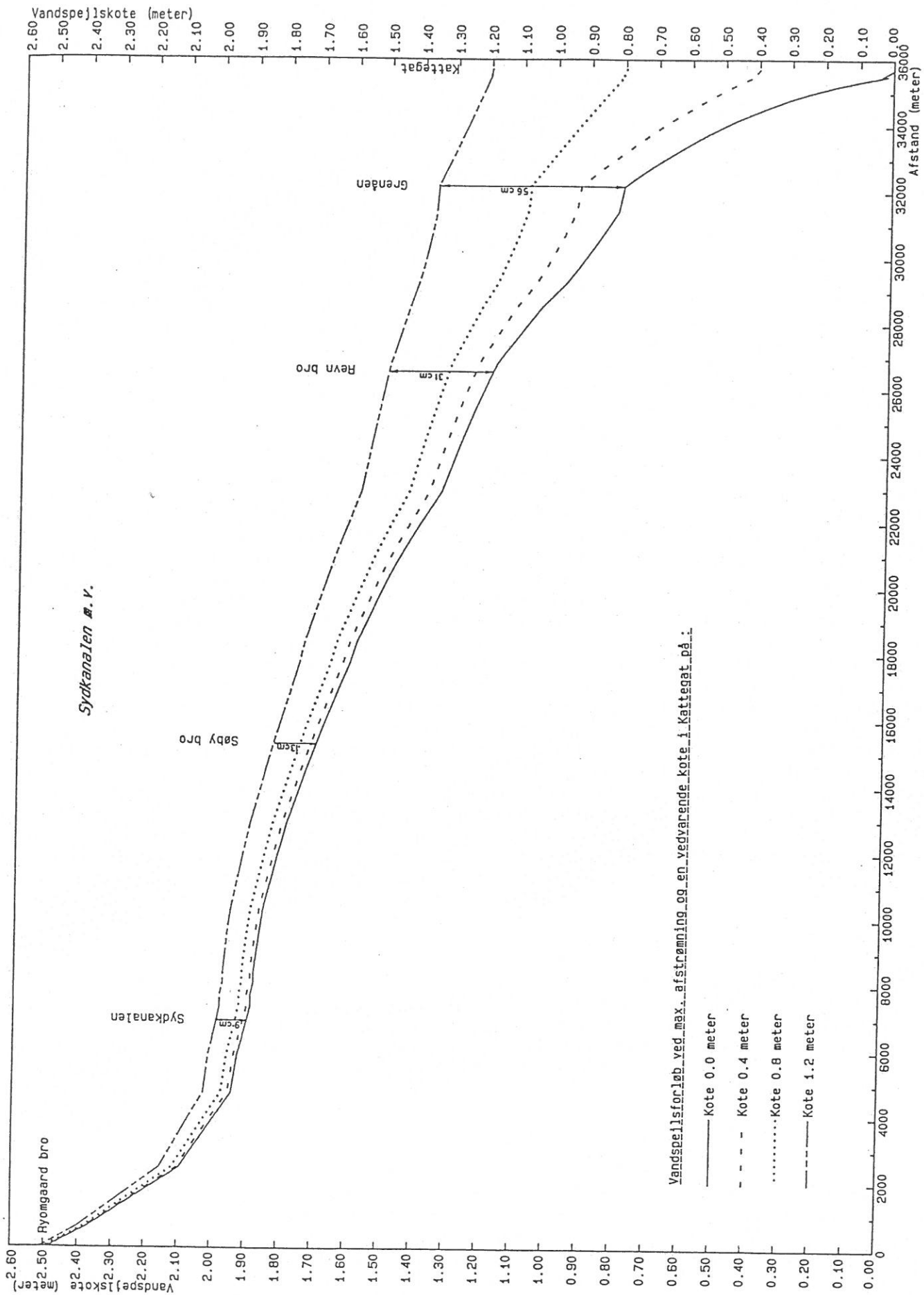
Bilag 10.1.



Bilag 10.2.



Bilag 10.3.



Bilag 10.4