

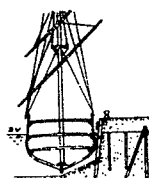
Digelaget Gniben – Sjællands Odde (u.s.)

Teknisk og økonomisk redegørelse

Digeanlæg og tiltag mod kysterrosion

Udgave 7. 14. oktober 2011

Bilag 7.



M. S. Rosbæk ApS.
Rådgivende ingeniører

Færgevej 4 · 5700 Svendborg
Tlf. 6221 5021 · Privat 6222 5596
Mobil 2029 4021 · Fax 6221 2186

F.R.I. 

Indholdsfortegnelse:

1. Indledning / orientering
2. Højvandet, historiske og statistiske data
Endeligt designhøjvande
3. Bølgedannelsen, bølgeforhold
Resulterende digebelastninger
4. Endeligt design – profil og digets placering
5. Overskyl / bølge - stabilitet
6. Pumpekapacitet, udpumpningstid
7. Geotekniske forhold
 - Sætninger
 - Storskred
8. Kysterrosionen ved Gniben
 - Tiltag mod kysterrosionen.
9. Økonomisk overslag anlægsudgifterne
10. Vedtægt for digelaget.

(Den besluttede egentlige partsfordeling og baggrunden herfor findes særskilt bilag 4)

1. Indledning / orientering.

Grundejerforeningerne "Sejer Strande" og "Søgården", "Søhusvej" og "Hyldebo" samt 10 private lodsejere er alle beliggende i et fladt ca. 900 x 250 m kystnært strandområde på "Gniben", nordvest for færgehavnen på Sjællands Odde. Mod syd berøres en del af området "Søhus"

Området har været udsat for højvandsskader i og med at terrænkoten typisk er i området 0,5 – 1,5.

Området er et ganske fladt, let skålformet areal, der mod havet begrænses af en ca. 900 m lang "strandvold" bestående af opskyllet ral 0 – 150 mm med i middel ca. Ø 70 mm. Ralvolden er pr. definition, ganske utæt, - og har ingen virkning som vandtæt dige. Under rallen ses stedvist en friskyllet mindre brink af overjordens muldede sand / over marint dynd.

Det er *specielt* for arealet, at alle berørte ejendomme synes bygget på marin gytje / dynd i op til mere end 10 meters lagtykkelse under 0,5 til 1 m overliggende sand / sandblandet dyndlag. Ejendommene er delvist pælefunderede, delvist direkte funderet på den bløde bund.

Der vides endvidere at pågå en *kysterosion* dvs. at kystliniens placering, stedse, synes at bevæge sig ind mod land.

De største Grundejerforeninger har tidligere bearbejdet disse kystbeskyttelsesmæssige problemstillinger. Følgende tidligere projekter / undersøgelser foreligger:

- | | | |
|------|------------------------------------|---|
| (21) | Dansk Geoteknik A/S: | Kystsikring mellem Sj. Odde og færgehavnen september 87 |
| (20) | Carl Bro A/S: | Sj. Odde stormflodssikring januar 2008 |
| (23) | Cowi A/S: | Skitseprojekt kystbeskyttelse Sj. Odde maj 2008 |
| (22) | Coastal Dike: | J. Bjørnager Engholm lic. afhandling Efteråret 2009 |
| (24) | Diverse løbende diskussion om dige | Kystdirektoratet 2008 - 2010 |

De tidligere kyststudier / skitseforslag har ikke ført til gennemførelse af egentlige projekter.

De to største interesserede grundejerforeninger har, i samråd med Odsherred Kommune, - 2010 bedt *Rådgivende Ingeniør M. S. Rosbæk Aps* Svendborg om at iværksætte en off. sag under kystbeskyttelseslovens Kap. 1 idet:

- Dige ønskes udført i ca. 900 m's længde
- Påtænkt krone, nok 1,9 – 2,3 m kote DVR. Jorddige anlæg nok 1:6 / 1:3
- Kysterosionen på sigt, - ønskes imødegået via tiltag, - f.eks. som *ralfodring* – der successivt kan modvirke erosionen. Herunder tilbagelægning af pt. opskyllede ral – tunger.

1.1. Digelag / Kystgruppe.

Der er endnu ikke tale om et digelag "Digelaget Gniben – Sjællands Odde" – men om en nedsat Kystgruppe, bestående af repræsentanter fra interessenterne.

Kystgruppen er etableret af frivillighedens vej efter indstillinger på grundejerforeningernes generalforsamlinger.

Kystgruppen har, som legitim arbejdsgruppe, samarbejdet med Odsherred Kommune og Kystdirektoratet. Kystgruppen har i samarbejde med Rådgivende Ingeniør M. S. Rosbæk Aps indgået i den løbende myndighedsdialog opnået fremme af sagen hos byråd og opnået økonomisk garanti samt accept af processen og gruppens arbejder.

Det er således Kystgruppen der har udarbejdet forslag til partsfordelingen, idet "Digelaget Gniben – Sjællands Odde" som tidligere nævnt endnu ikke er etableret.

I det følgende anvendes således betegnelsen Digelaget Gniben – Sjællands Odde med eller uden angivelse af (u. s.) hvor "u. s." står for "under stiftelse".

2. Højvandet.

Designsituationen for diget afhænger af:

- Det faktiske stillevandsspejl, lig "højvandet"
- Den samhørende vindretning / og vindstyrke.

Vinden vil fremtvinge en opstuvning (wind – set up) i vindens / bølgenes retning. Tæt under land vil bølgenes brydning presse vandet lokalt højere op end stillevandsspejlet (wave set up).

Når man registrerer højvandet i officielle skrifter, da tales der om stillevandsspejl inklusive resultatet af vindens set up på målestationen, incl. de forekommende landsænkninger siden istiden. Hertil skal således tillægges:

- Wave set up (bølgens opskud på en given skråning) - plus
- De globale vandspejlsstigninger efter måle - tidspunktet.

Det anvendte nulpunkt kaldes **Dansk Vertikal Reference**. (Træk 8 cm fra DNN)

Det er således vigtigt at alle data omregnes til gældende *DVR system* hvad da anvendes i det følgende.

Højvandet kan statistisk / historisk findes som:

1. Kystdirektoratets Højvandsstatistik indenfor seneste 3 x 5 års perioder med forskellig antal års middel – behandlet matematisk / statistisk (via Weillbull fitting på data).
2. DMI Ældre skrifter Egedal 1949 "Abnorme vandstandsforhold i Danske farvande". Disse data beror på lokale havnefogeders observationer og er delvist *ikke* medtaget i 1.
3. Colding, stormen 1872 Disse data er en prisværdig afhandling om vind og Vandstande for en af de værste højvande i DK. 1872 situationen er *ikke* afgørende for Griben.

Vi har i omstående *skema* oplyst hvad vi kan fastslå om designhøjvandet ved Griben. Som designsituationen er valgt at se 25 og 50 år frem, idet der er medtaget de i dag accepterede globale vandstandsstigninger. Dvs. havvandsstigninger *før* højvande.

Det skal bemærkes at DMI forudser 5 - 10 % større vindstyrke i perioden 1990 – 2090. Men, det er ikke klarlagt videnskabeligt hvorvidt det øgede vandspejl og den øgede vind, da specifikt, - også fører til større høj / lavvandsudsving. For så vidt vind og højvande forekommer samtidig, da bør således tillægges 5 – 10 % i bølgeberegningernes vindstyrke.

| Stedsangivelse | Dato | Vind fra | Styrke m/s | DNN højvande | DVR Højvande cm | DVR 25 år cm | DVR 50 år cm | Bemærkninger |
|--|----------------|----------|------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| Kystdirektoratet højvandsstatistikker Sjællands Odde | udgave 2010 | | | - - | $V_{100} = 148$ $\delta = 14$ | $V_{25} = 137$ $\delta = 10$ | $V_{50} = 141$ $\delta = 12$ | Statistisk varians |
| Kystdirektorat højvandsstatistikker Sjællands Odde | 2006 | NNV | (?) | - | 151 | | | |
| DMI i oplysninger 2006 Kalundborg | 2006 | N 12° | 15,75 | 1,43 | | | | |
| Lokale iagttagelser 2006 | | | | | | | | "Der var ingen egentlige bølger" ved max højvande |
| Ældre data: Odden Havn | ? | | | 180 | 172 | | | DMI 1930 (1872 – 1925 data) N.A. Toldforvalter Egedal 1949 (1916 – 1940 data) |
| Havnsø | ? | | | 190 | 182 | | | |
| Hundested | ? | | | 160 | 52 | | | |
| Sjællands Odde 1920 | 1920 | SW | 22 | 60 | 52 | | | |
| Gniben (plan 1) | 1922 | NW | 22 | 155 | 148 | | | |
| Hesselø | 1921 31.dec. | NW | 26 | 144 | 136 | | | |
| Kalundborg | 1. jan. 1922 | NW | 19 | 136 | 128 | | | |
| Sejrø | 24.oct. 1921 | NNE | 30 | 157 | 149 | | | |
| 1872 Colding | Nov. 1982 | ENE | 23 | ~63 | 55 | | | |
| 10. nov. Bogense | 1920 | ENE | 23 | ~60 | 52 | | | |
| | 24.oct. 1921 | NNV | 15,5 | 170 | 162 | | | Egedal |

Skema 1. Højvandet ved Gniben.

Det ses, at højvandet ved Gniben ligger på ~ 1,50 DVR men der er tidligere målt / registreret 1,72 DVR. Det vælges herudfra at anvende 1,70 DVR som maksimum højvande.

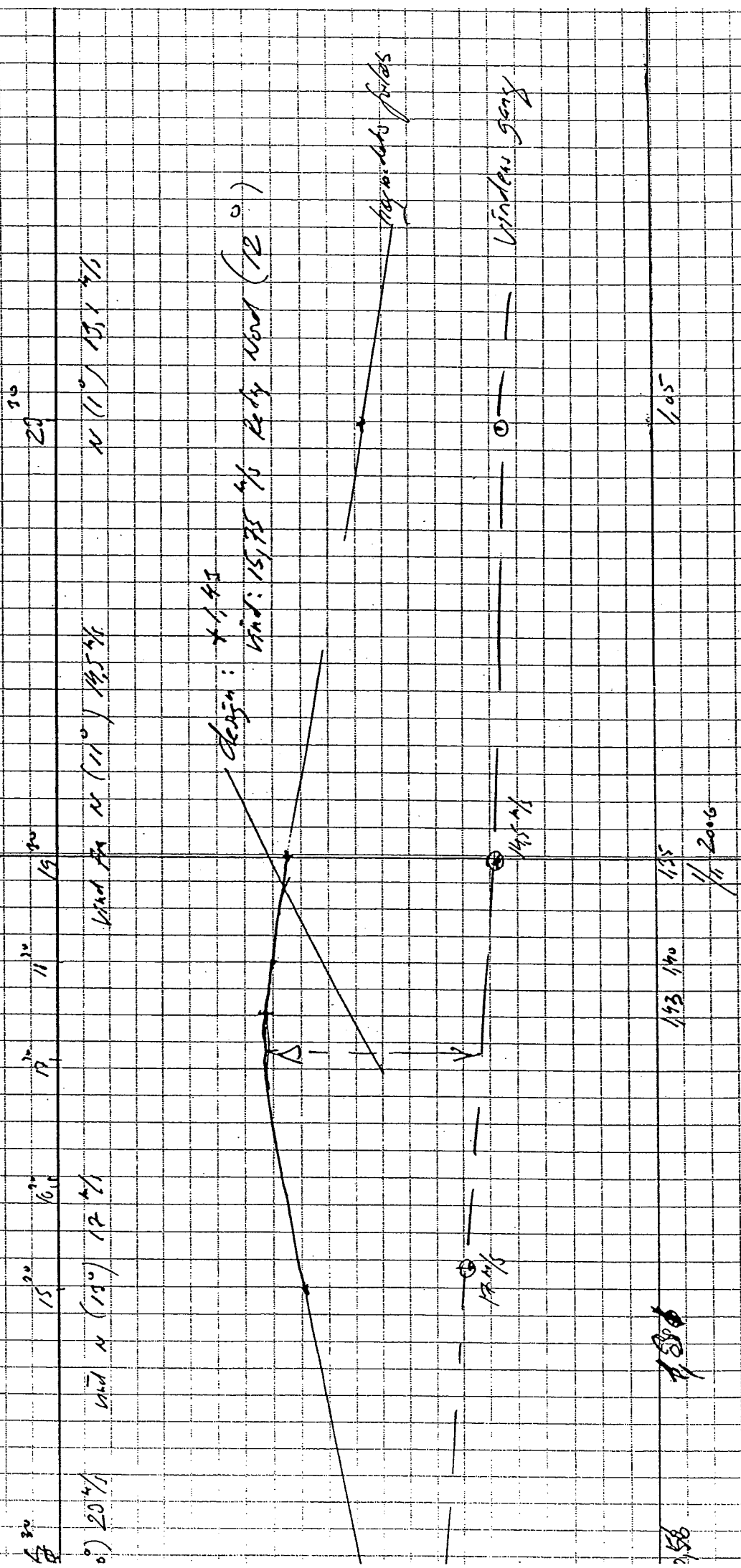


Fig 2. Abwärtet y kiden Santafelid

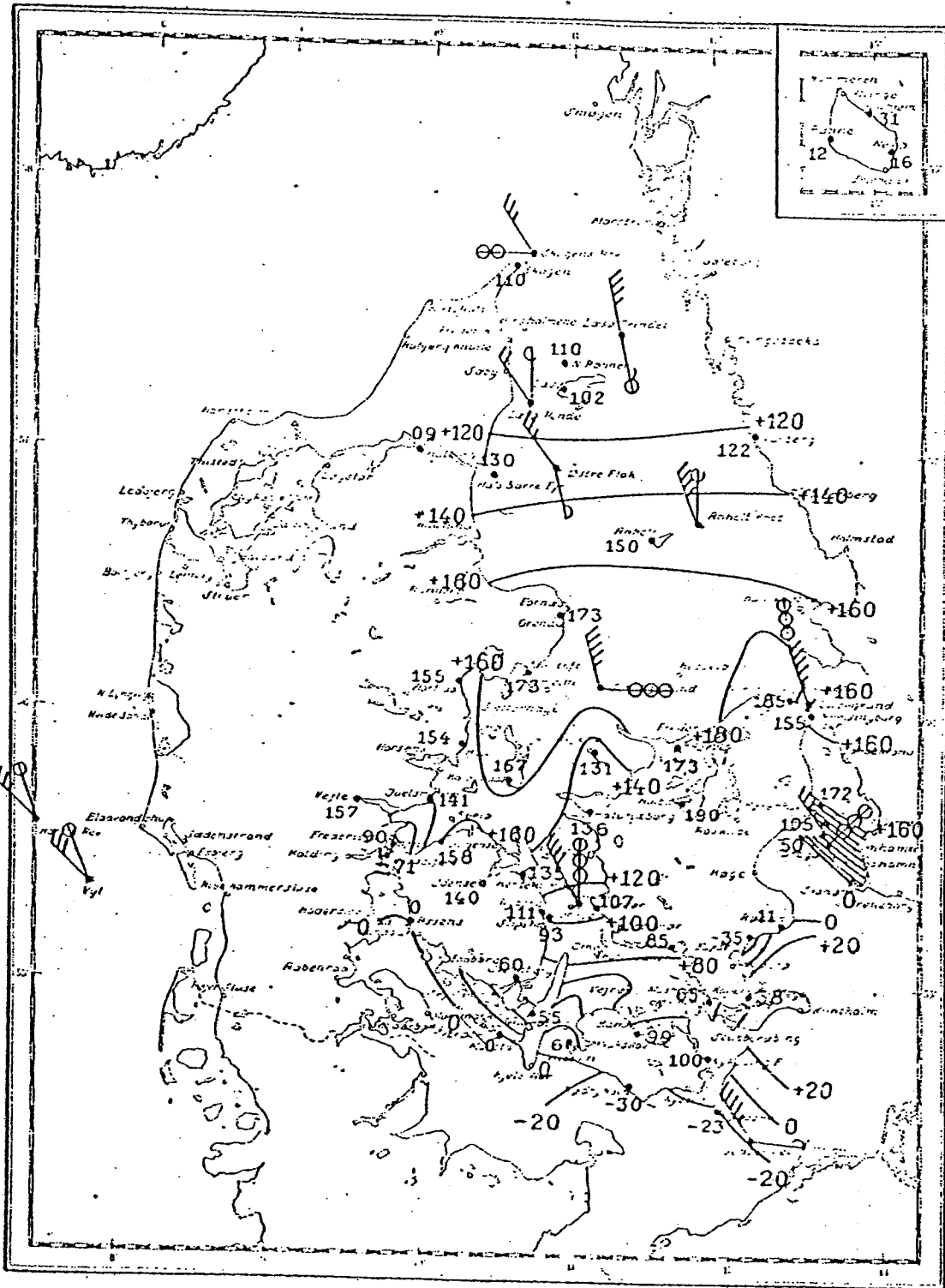


Fig. 8. Vind-, Strøm- og Vandstandsforhold Kl. 0
den 1. Jan. 1922.

DNN hster 160
NR ~ 23 1/3 NNE

Højvandet synes herefter at kunne beskrives som følger:

- Største højvande synes at forekomme ved sjældne hændelser hvor mere nordlige stærke vinde møder en modsat rettet nordgående strøm. Dette indtraf bl.a. i 2006 (NW orkan giver også stort højvande, men ikke det maksimale).
- 2006 hændelsen er set før og opstår som et koblet ”skvulp” fænomen. En vandmasse løber / er på vej nordover medens et blæsevejr / storm presser på fra NW til NNW.
- Højvandet og stormen har *ikke* haft maximum på samme tid.

| Situation | Vind m/s | Vind fra | Vandstand | Vandstand 2036 | Vandstand 2066 | Vandstand 2100 | Varighed Skøn tim | Bem. |
|-----------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|-------------------|---|
| Nordlige 1. | 16 til 18 | NNV N | 170 | 183 (150) | 195 (166) | 220 (198) | 4 | (er statistisk excl. varians lex K. Dir. + 0,5 cm / år) |
| Vestlige 2. | 22 til 26 | W til SW | 52 | 65 | 77 | 102 | 8 | Slår ikke op på diget! ej afgørende |
| 3. | 22 | NW | 150 | 163 | 175 | 200 | 6 | Giver lille setup nær kystparrallel |

Skema 2. Højvande, historisk og statistisk incl. globale vandstandsstigninger og fremtidigt øgede, samtidige vindstyrker.

Vi vil herudfra foreslå følgende *designstørrelser* for højvande og samtidig vind:

Situation 50 års fremskrivning vælges. 100 års fremskrivning anses for et for pessimistisk valg. Meget kan ændres over en så lang periode – og da vi ser på ekstremhændelser, da må 50 års fremskrivning være tilstrækkeligt.

| | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|---------|----------------------|
| 1. | Højvande + 195cm | vind 18 m/s | NNW a N | (12 ⁰) |
| 3. | Højvande + 175 cm | vind 24 m/s | NNW | (22,5 ⁰) |

Skema 4. Endelige højvands / vind design data.

Det ses at det største højvande *ikke* er sammenfaldende med størst mulig bølgedannelse. 1872 højvandet er *ikke* afgørende ved Gniben.

2006 hændelsestypen synes afgørende i en koblet hændelse hvor:

- Højvandet stiger til sit maksimum medens
- Vindstyrken falder fra et forudgående maksimum.

3. Bølgedannelsen, bølgeforhold.

Ved betragtning af søkortet ses at bølgeforholdene ved Griben karakteriseres som følger:

Vestlige vinde / sydvestlige vinde:

Vil give et stort frit – stræk og dermed store bølger. Det ses af højvandsstatistikken at disse bølger *ikke* forekommer samtidigt med større højvande.

Øst / nordvestlige og nordlige vinde:

Vil give et om end endnu større fritstræk, men bølger vil bryde på Sjællandsodde. Resultatet ved Griben-diget er en dæmpet sø / ”decay” bølger på skønsmæssigt resulterede dønning $H \sim 0,3 - 0,5$ m.

NW / NNW lige vinde:

Vil være den sandsynligste værste kombination med det maksimale højvande.

Det ses, at bølger nord for retning **1** ($19^{\circ} \rightarrow 0$) alle vil brydes på Sjællands Rev. Bølger og strøm / brudte bølger vil interagere i området – og resultatet ved Griben vil være en stærkt dæmpet sø. Denne er således meget svær at beregne direkte.

Bølger indtil NNW, $22,5^{\circ}$ har stort set samme fritstræk, men lidt mindre samtidig højvande.

Bølgeforholdene vurderes efter SPM nu CEM's bølgediagrammer for d middel og kontrolleres efter ”Cress” der medtager varierende dybder, herunder betydningen af ralvolden.

Bølger beregnes for de tre situationer:

1. Bølger fra NW til NNW, max $H_w = + 196$
3. Bølger fra NNW , $H_w = + 170$
4. Bølger fra SW , $H_w = + 77$

Som svarer til en fremskrivning af højvandet i 50 år.

Der findes følgende:

| Situation / H_w | F Km / deg | H_s meter bølger | L_0 m | H_{act} / L_{act} $d = 1,7$ | T_s sec | H_{dike} bølger på diget m | Wind set up m |
|-------------------|--------------------|--------------------|---------|-------------------------------|-------------|------------------------------|---------------|
| 1. / 195 | 100 19° | 2,54 | 58,34 | 1,26 / 30,67 | 7,66 / 9,37 | 0,40 | $\sim 0,05$ |
| 3. / 170 | 100 13° | | | | | 0,4 | $\sim 0,12$ |
| 4. / 77 | 41,1 115° | 2,51 | 45,4 | 1,58 / 24,4 | 6,08 / 7,41 | $\sim 0,18$ | $\sim 0,47$ |

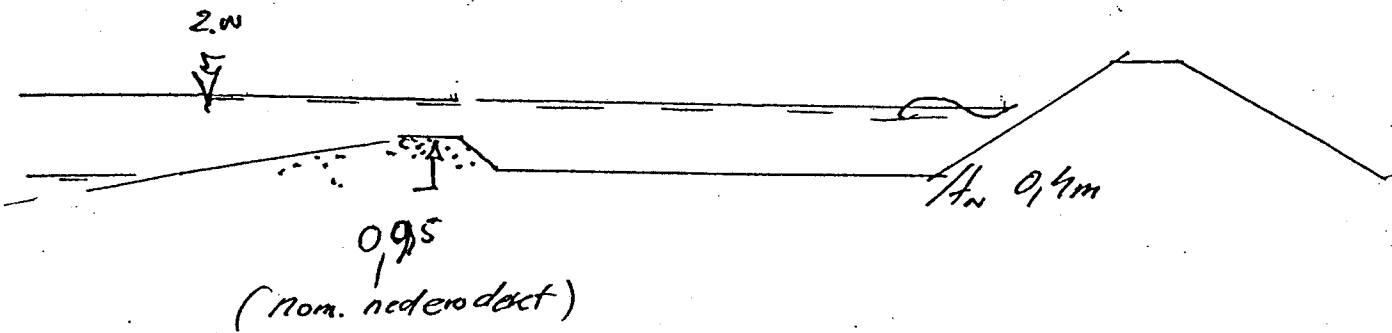
Skema 4. Bølger ved Griben

Nu ses der på hvorledes bølgerne da dæmpes ind mod land – og især indover ralvolden. Dette beregnes via Cress som bølger indover land.

| Input parameters | | | Output parameters | | |
|------------------|-------------------|------------|-------------------|-----------------|------------|
| Name | Description | Value Unit | Name | Description | Value Unit |
| U | windspeed, 10 | 20 m/s | effetch | effective fetch | 0.896 km |
| type | type of coast (s) | 3 - | H | wave height ac | 0.40 m |
| | | | T | wave period | 2.2 s |
| | | | Tz | zero-crossing p | 1.9 s |
| | | | Beaufort | Wind force | 8 Bft |

tabular data (input / output)

| | distance km | depth (-) m | H m | T s | Tz s |
|---|----------------|----------------|--------|--------|---------|
| 1 | 23.590 | -6.7 | 1.36 | 4.5 | 4.0 |
| 2 | 55.050 | -20.7 | 2.24 | 5.6 | 4.9 |
| 3 | 62.920 | -36.0 | 2.42 | 5.8 | 5.1 |
| 4 | 97.000 | -17.3 | 2.63 | 6.3 | 5.6 |
| 5 | 99.360 | -9.6 | 2.04 | 6.7 | 5.9 |
| 6 | 99.385 | -1.5 | 0.51 | 3.4 | 3.0 |
| 7 | 99.388 | -1.0 | 0.39 | 3.0 | 2.7 |
| 8 | 99.428 | -1.5 | 0.40 | 2.2 | 1.9 |



Det skal bemærkes, at selv om man gennemførte en nærmere Edb modelsimulering af bølgedannelsen, da ville dette ikke føre til væsentligt ændrede resultater for digets bølgebelastning.

Det er meget væsentligt at kystliniens rølvold til stadighed vedligeholdes i mindst kote 1,30. Beregningerne viser at en nederodering til ca. 1,0 er acceptabelt før bølgehøjden på diget vil øges. Dvs. at en midlertidig erosion kan accepteres under stormen.

Ral – kystvolden og strandens placering i forhold til diget bør løbende vedligeholdes, thi accepteres fortsatte kystlinietilbagegange, da øges bølgebelastningen på diget. Med en kystlinieafstand på 40 – 60 m og en max tilbagegang på 0,42 m / år da ses der at være en passende rum tid til at modvirke erosionen – og dermed også passende sikkerhed for dige og ejendomme.

4. Endeligt designprofil og digets placering.

Der er i digelagene divergerende opfattelser af hvor diget skal placeres. Dette spørgsmål lader sig desværre ikke afklare alene som følge af parthavernes interesser.

Myndighederne forventes at kræve følgende:

- *Kystdirektoratet:*
Kysterrosion og bølgesikkerhed vil medføre krav / anbefaling om at rykke diget mest muligt tilbage. Diget skal være anlagt i bløde kurver af hensyn til bølgeerosion.
- *Naturmyndigheden:*
Hensynet til kyst - bræmmeens naturtilstand vil kræve diget rykkes tilbage. De særlige forhold omkring "firben" i kystskrænten er søgt løst på den vis at der introduceres en "firbensbanket" dvs. en lav gruset / småstenet banket ved digets fod. Firben vides at ville bosætte sig i en varm, gruset skrænt. Med dette tiltag er det muligt at anvende den eks. kyst – strandvold som fremtidig "bølgedæmper" uden at umuliggøre firbenenes mulige ophold på stedet.
- *Geoteknikken:*
De kendte og for sagen udførte geotekniske borer viser, at digets vægt, de svageste steder, vil kunne bevirke en hævnning af arealerne indtil ca. 16 m fra diget. Som sådan bør digets fod holdes i en passende, minimums - afstand fra ejendommene. Vi har herudfra foreslået 16 m fra nærmeste hus til forkant dige. Placeringen af diget fastlægges således ret enkelt ud fra disse forhold.

Digets profil fremgår af tegn. no. 5

Digets placering fremgår af tegn. no. 2

Digets profil er foreslået 1:6 mod havet, 2 m krone og 1:3 som bagskråning.

Dette profil kan tænkes gjort smallere, thi en striks bølgebetrægtning vil kunne legitimere et stejlere dige.

Imod dette taler, at forudsætningen om at ral – volden faktisk er til stede, - jo må erkendes at være usikker.

Som sådan må diget betragtes som et *kystdige* hvis erfaringsmæssige bedste hældning er 1 på 6.

Der etableres *overgange* for biler / entreprenørgrej på diget, helst så få steder som muligt dvs. 4 steder. Overgange er 3 m brede ramper med betonsten, f.eks. græsarmering. Digets græsbesås og må i øvrigt ikke betrædes. Gang på diget – og deraf – følgende indblik – gener vil således ikke forekomme, idet færdsel er forbudt på langs af diget. Der opsættes stedvis simple kørsels / gang chikaner / skilte.

5. Overskyl – bølgestabilitet.

Overskyllet er teoretisk vanskeligt at beregne og derfor behæftet med usikkerhed. Udfra Cedas / Cress og Spm fås følgende resultater:

| ℓ / s / m | m ³ hele diget L _{overskyl} = 600 m | Type |
|-----------|--|----------|
| 7,9 | 34100 | Spm |
| 11,2 | 48900 | Burchard |
| 7,1 | 30600 | Vdmeer |
| 4,0 | 17300 | Cedas |

Fig. 7 Digeoverskyllet.

Forudsat: Digelængde: 600 m Det vælges at se på $Q = 7,1 \text{ ℓ / s / m}$
 Vandstand: 1,95 $\sum Q = 30600 \text{ m}^3$
 Tid: 7200 sec.

Ser man på diagram for / erfaring for digeoverløb da vil $7,1 \text{ ℓ / s / m}$ være et acceptabelt digeoverløb, der kun vil medføre små skader på diget. Overløb vil ikke genere bygninger 16 m væk.

6. Pumpekapacitet / Udpumpningstid.

Der findes et større dræns – pumpesystem i området. Disse rørlagte dræn ender også i to centrale pumpestationer ved Engvibevej og Bülowvej med tilhørende Ø280 PN6 udløbsledning til Storebælt, respektive løftepumpe og gravitationsudløb i rør. Der vil med nyt dige ikke mere kunne ske en væsentlig udsivning i det øvre sandlag. Alt skal pumpes ud eller fordampe.

Der ses også et yderligere udløbsrør på den sydlige strækning. Det må klarlægges hvorvidt rørene har højvandslukker. Pumpeledningen har givetvis en kontraklap der sikrer, at vandet ikke kan løbe baglæns under højvande.

Pumpekapaciteten bør øges med nye pumper hvad skønnes at give muligt udløb på 160 ℓ / s . Dvs. at man må acceptere at der går min ca. 2 – 3 dage før terræn er frit for vand. Hertil evt. samtidig regn.

Opstuvningen på terræn vil være $Q / \text{arealet} \sim$ som vil give ca. 0,3 – 0,4 m vand på de dybeste steder.

Alle dræn skal sikres mod at skære diget jfr. gl. drænsplan.

Ligeledes foreslås placeret et specielt gennemgående *dræn* ved digets fod på landsiden. Drænet forbindes til de to pumpestationer.

7. Geotekniske forhold.

De geotekniske forhold er umiddelbart en udfordring. Hele bebyggelsen synes placeret på et udstykningsareal, tidligere benævnt "Søen".

De eks. boringer / tidligere rapporteringer og nye boringer i denne sag, - viser alle, at der er tale om et hævet havbundsområde med 0 – 10 meter lagtykkelse af marin gytje / dynd. Omstående ses boring MSR4 samt et langsgående snit over de formodede fastbundsdybder. Det ses, at to tidligere "dale" / mosehuller / afløbsrender må findes ved B2 og B4. I boring 2 og 4 er fastbund ikke fundet i kote ÷ 11,3. Overfladelaget er et 0,5 – 1,5 m tykt sandlag der antageligvis er skyllet indover arealet i takt med hævnningen. Stedvist ses ler, (marint). Aller øverst ses at 10 – 20 cm tykt muldlag. De dybere liggende lag er sand / ler / moræneler hvori sætningen er yderst marginal.

Dyndlaget er ud fra de foreliggende boringer forholdsvist fast C_v 30 – 100 kn / m² med relativt lille vandindhold. Der vil forekomme sætninger når et lerdige udlægges i kote / top 2,35 ~ ca. 3,8 t / m² tillægslast.

Der er foretaget flere sætningsberegninger og herunder også opstillet et FEM – program der, - ligesom resultatet i (22), - vil vise at man for svagere partier vil kunne se meget små opskydninger både land og søværts digets begrænsninger. Bevægelserne er for de aktuelt kendte forhold, - acceptable.

Ejendommene er stedvist pælefunderede, stedvist direkte funderet. Det er en selvfølge at ejendommene ikke må påvirkes af evt. opadgående jordbevægelser.

Som sådan kan man fastslå at digets yderkronkant bør ligge min 16 m fra nærmeste ejendomme.

| Metode | Pr. (22) log σ | Pr. konsoliderings forsøg | Pr. (13) Pr. G modul diagrams | FEM model 0,5 x 0,5 m ² |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Sætninger under digemidten (meter) | 0,7 | 0,5 | 0,35 | 0,20 |
| Lastbredde kote ÷ 0,8 | 17,78 | 17,78 Plus 1:2 dybere | Trekantlast på dynd | |
| "Fast bund" | ÷ 12 | ÷ 12 | ÷ 12 | ÷ 12 |

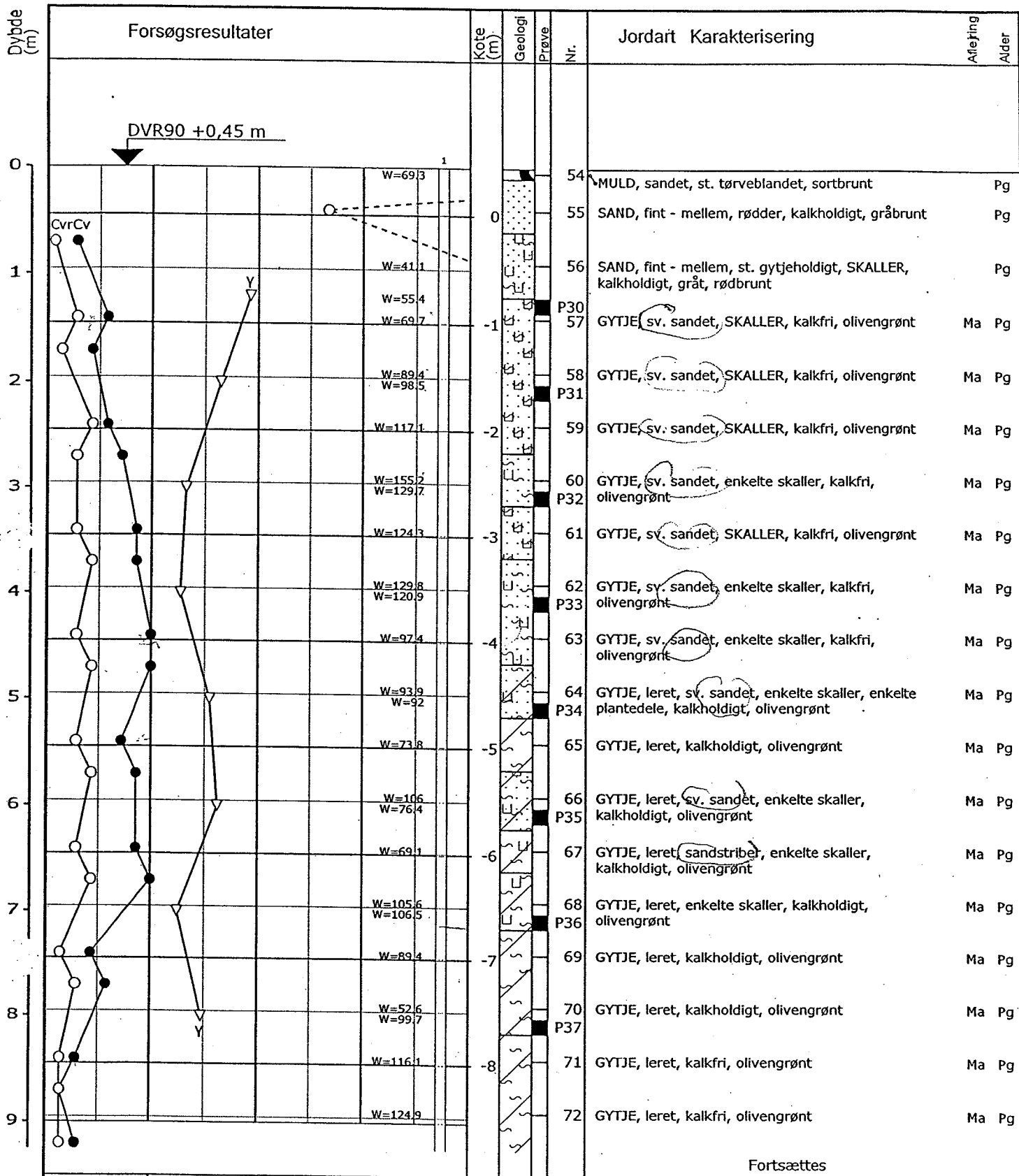
Sætningerne, (boring MSR4 = værste forhold)

Det ses, at der er stor afvigelse i hvilken metode man vil anvende i sætningsberegningerne. FEM er den nøjagtigste model hvorfor forventes sætninger i størrelsesordenen 0,20 til 0,4 m.

Ved boring MSR2 er der flere sandlag / sandet dynd hvad vil nedsætte sætningen.

Der ventes således markante sætninger over ca. 120 m ved B4 og ca. 100 m ved B2.

Egentlige geoteknisk brud, cirkulære korttidsbrud / c / ϕ langtidsbrud er udelukket, dels i (22) dels ved efterregninger i nærværende.



| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cvr, Cv (kN/m²) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Nyt dige ved Duevej, 4563 Yderby Lyng

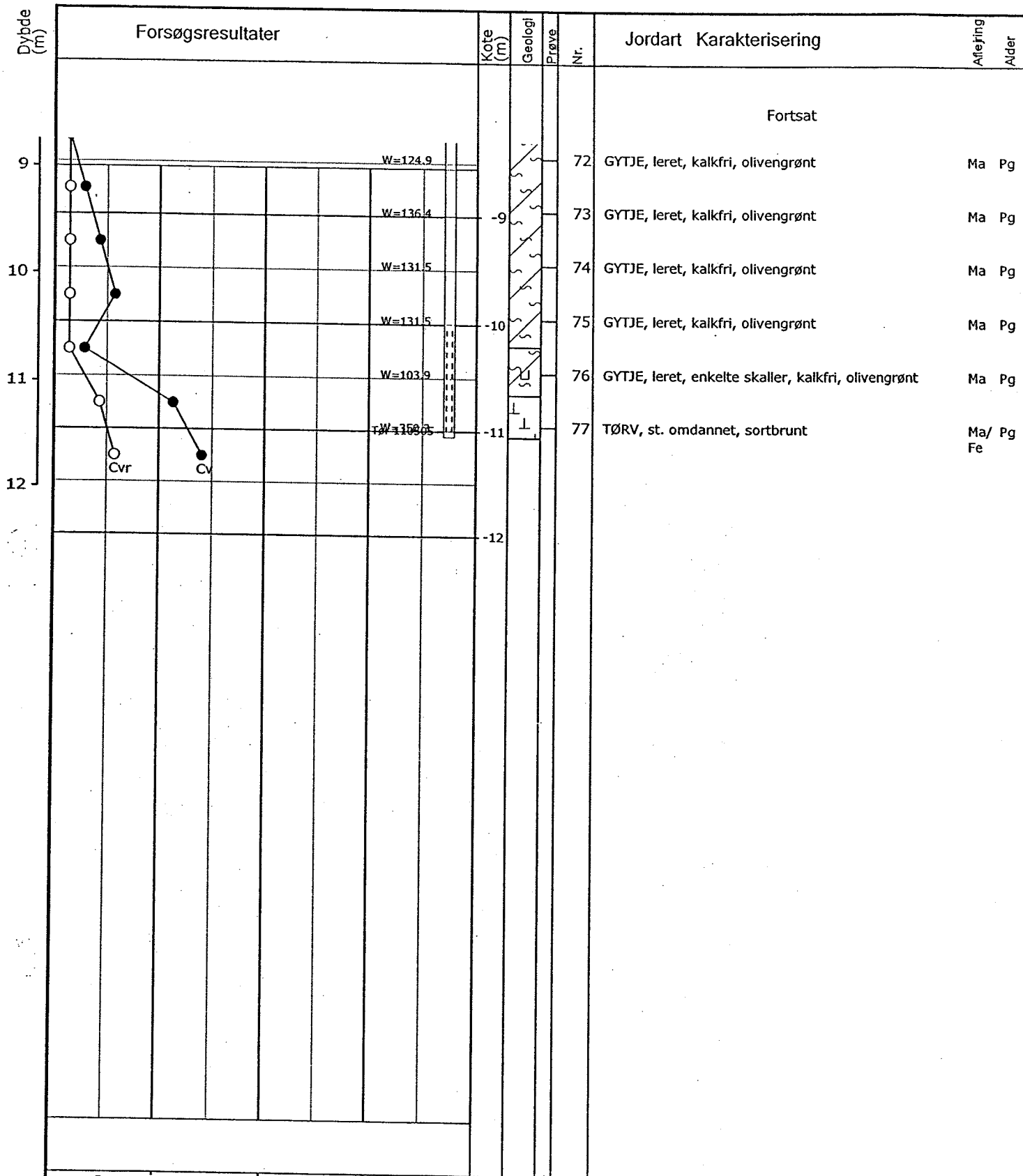
Boremethode :
 Koordinatsystem : UTM32E89

Plan :

Sag: 2011.063 Nyt dige ved Duevej, 4563 Yderby Lyng

Strækning: Boret af: S.S. Dato: 2011.05.05 Bedømt af: ML Boring: *1129* ~~B4~~

Udarb. af: DR Kontrol: MP Godkendt: Dato: 14/6-11 Bilag: 5 S. 1/2



Fortsat

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|------------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cvr, Cv (kN/m ²) |

Nyt dige ved Duevej, 4563 Yderby Lyng

Boremetode :
Koordinatsystem : UTM32E89

Plan :

Sag : 2011.063 Nyt dige ved Duevej, 4563 Yderby Lyng

Strækning : Boret af : S.S.

Dato : 2011.05.05

Bedømt af : ML

Boring : *MRH* BA

Udarb. af : DR Kontrol : MP

Godkendt :

Dato : 14/6-11

Bilag : 5

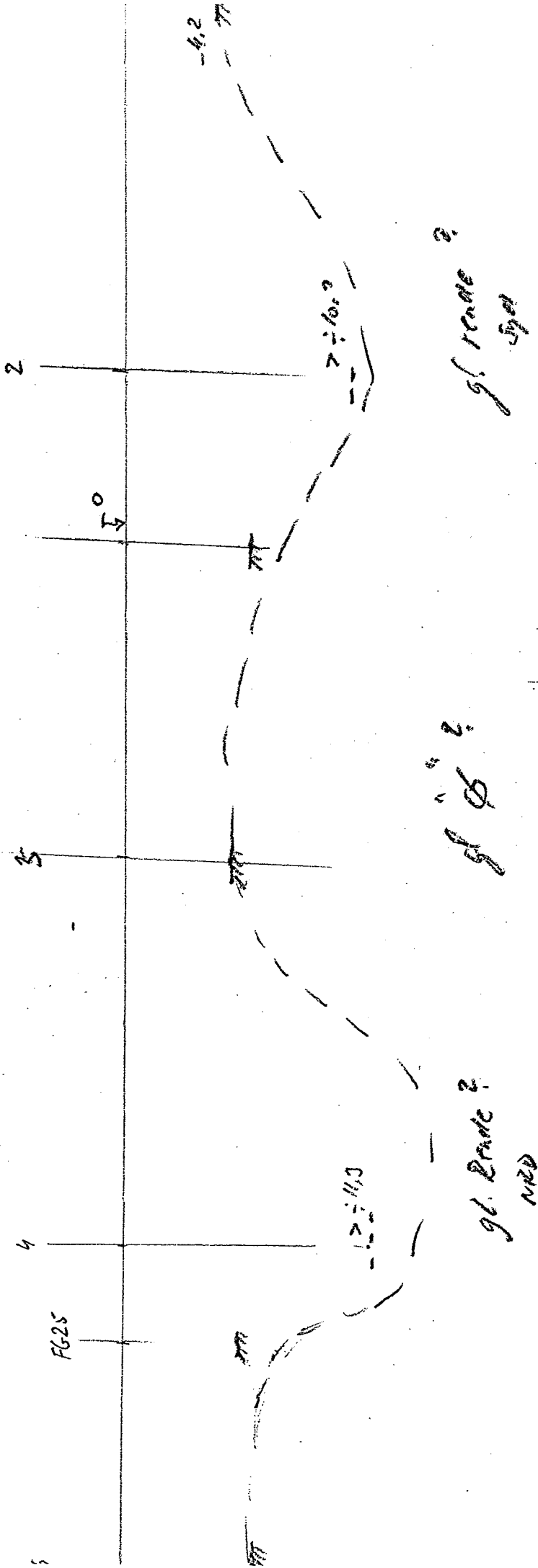
S. 2/2

NR NIELSEN & RISAGER AS
RÅDGIVNING INGENIØRER

Boreprofil

NO. 10

1960



FAST BUNDING 1:2500

Guriben, Geo



Software licensed to MS Rosbæk

Job Title

Job No

Sheet No

Rev

1

Part

Ref

By

Date 23-Jul-11

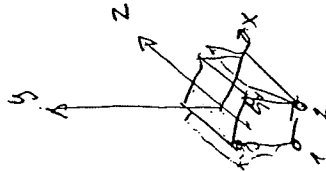
Chd

File gniben B4.std

Date/Time 04-Aug-2011 10:38

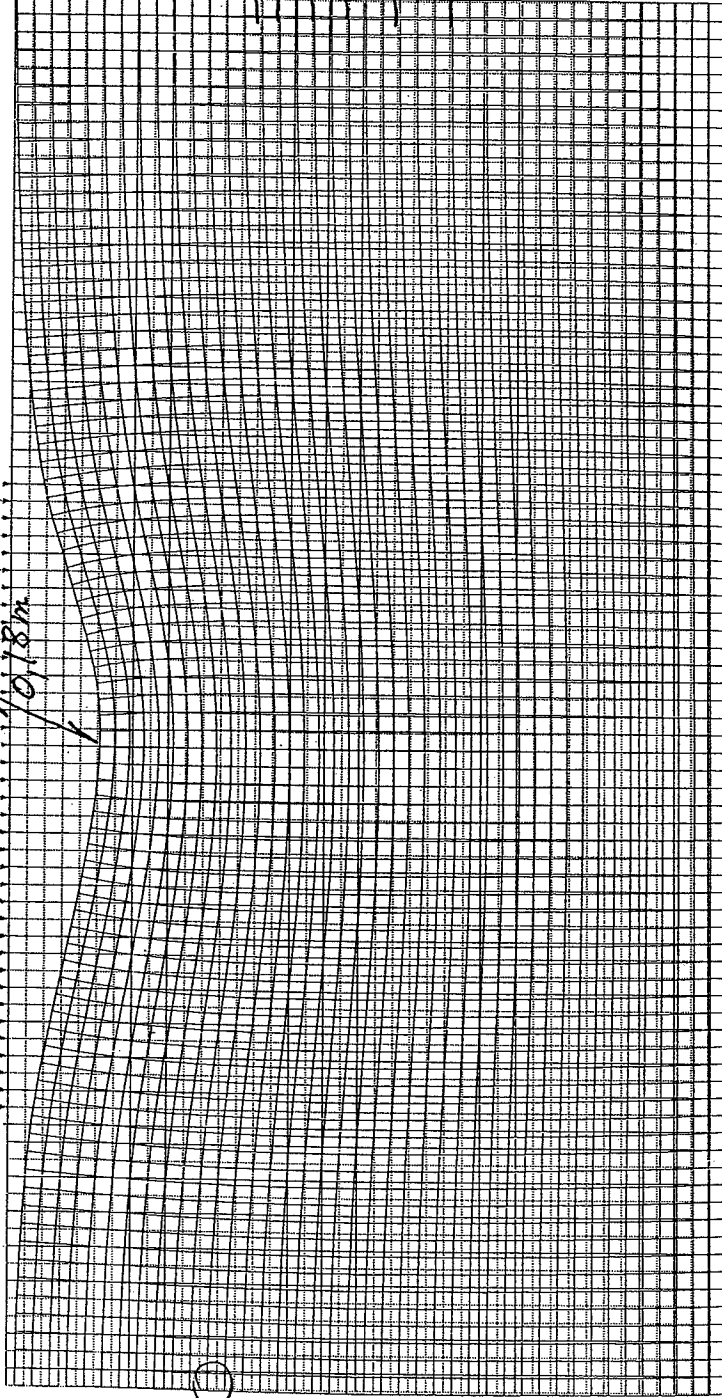
Client

side 1, 2... 8 FASTIZ, last 1/1x



Diagonal

0,18m



$E_1 = 0,5$
 $E_2 = 66 \text{ E/2}$
 $E_3 = 86$
 $E = 71$
 $E = 52$
 $E = 15,2$
 $E = 26,6$
 $E = 66$

E = FAST

Load 2 : Displacement

SAETNUOVER
FOR
DIGETS LAST

Der findes i boring MSR4 et meget svagt lag i kote ÷ 8,3. Dette er undersøgt for evt. stort skred hvor hele land - profilet måtte kunne skubbes mod vest. Der er ikke fundet tegn på muligheder for en sådan brudfigur. På sigt nedsættes risikoen da konsolideringen øger dyndets styrke. På sigt ændres forholdene som funktion af kysterosion hvad løbende bør vurderes som en del af digets vedligeholdelse.

8. Kysterosioner, tilbagerykningstakten.

Der hersker ingen tvivl om at der foregår væsentlige kystlinietilbagerykninger udfor sommerhusområdet.

Der foreligger:

- Kystlinieundersøgelser ad tidligere forundersøgelser.
- Simpel uddrag af "Danmark før og nu" ca. 120 års regression.
- Kystlinieregression ad (22) PHD

Bedømt herudfra kan opstilles:

| Sted | Udfor | m / år ad (a) | m / år ad (b) | m / år ad (c) |
|-----------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Nordligst | Strandmågevej | | 0,05 | |
| | Gåsegangen | | 0,22 | 0,63 |
| | Engpibevej (udløbsledning) | "0 – 0,5" | 0,32 | 0,52 |
| sydligst | grankrogen | | 0,14 | 0,26 |

Fig. 5 Kystlinietilbagerykningen

Tilbagerykningen må herudfra sættes til max 42 cm / år ved Engvibevej, aftagende såvel nord som sydover.

| | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|
| M kyst afstand | 126 | 301 | 575 |
| Dybden | - 2 | - 4 | - 6 |

Fig. 6 Dybdeforhold, typiske pr. 2,5 cm kort 2001 (sted: medio sommerhusbebyggelsen)

Det bemærkes, at Sjællands – Oddes nordspids synes stabil i perioden 1870 til d.d.

Det skal pointeres at kysterosionen ved Gniben, på sigt, er et ganske alvorligt problem.

Det er usædvanligt at en bebyggelse er placeret direkte ovenpå en dyndaflejring.

Der findes et 0,5 – 2 m tykt sandlag med overside kote 0,5 – 1,0 herunder dynd i vekslende lagtykkelse, typisk 0 – 6 meter, stedvist dog til mere end kote ÷ 11,3.

Der er intet der tyder på at denne aflejring er begrænset til landarealet. Det er forventeligt at dyndbundens underside strækker sig ud under havoverfladen.

Vi skal således beskrive den tænkelige erosionsproblematik som følger:

- Når vest og sydvestlige vinde af stormstyrke foregår ved daglig vande eller derunder, da vil bølger på $H_S = 2,5$ m brydes på *landgrunden* dvs. den første havbund før land. Brydningen foregår på dybden ca. 3,5 m. Ved lavvande ses at brydende bølger forekommer på dybden ca. 4,5 m. Bølgens brydning forårsager at bølgevandet ”styrter” nedad mod bunden med større erosionsstrømhastigheder til følge.

Skønsmæssigt vil sand / dynd kunne oprodes / sættes i suspension til kote ca. ÷ 5
” ral ” kote ÷ 4

- Dette oprodede bundmateriale vil flytte sig i materialevandringens retning, der typisk går mod sydøst. Materialet vil forsvinde for stedse og resultatet er en synlig tilbagerykning af kystlinien.
- Det oprodede dynd / gytje vil fordeles over Storebælts dybere dele, sand vil typisk aflejres nordvest for færge - havnen.

8.1 Tiltag mod kysterrosionen.

Der er et samspil mellem:

- Faktuelle erosioner / en nærmere fastlæggelse af erosionstakten.
- Mulige tilladelser til bremsning af kysterrosionen (Kystdirektoratet og naturmyndighederne.)
- Mulige økonomiske midler.

Ser man på digets mulige belastninger, så er det meget vigtigt at der til stadighed vedligeholdes en forstrand inklusive den eks. strandvold i koten min 1,30. Thi er ral – strandvolden lavere, da vil der med tiden kunne opstå for store bølger på diget.

Forslaget må da være at søge strandvolden, forstranden og landgrunden bevaret i størst mulig omfang.

Opbygning af kystparallelle *bølgebrydere* er muligt, men skønnes umiddelbart ikke acceptabelt af myndighederne. Udført til erosionssikker dybde er bølgebrydere endvidere næppe økonomisk muligt.

Opbygning af traditionelle *høfder* plus udlægning af kystfodring i form af *sand* er muligt, men vil være meget udsat for erosion, dvs. stadige store vedligeholdelsesomkostninger.

Opbygning af *massive stenkastninger*, definitive sikringer af erosionen ”hertil og ikke længere”, - er teknisk muligt, men meget kostbart. Derudover vil myndighederne typisk ikke acceptere tiltag der ikke er strengt nødvendigt pt.

Vi ser derfor kun én mulighed for i praksis at modvirke erosionerne:

- Først må der foretages supplerende borer der bekræfter / klarlægger omfanget af generne.
- Dernæst må pejles vanddybder, således at man kan sikre bedst muligt – og følge udviklingen.
- Dernæst beslattes en *ralfodring* dvs. at stranden, landgrunden og ralvolden tilføres en initial – fodringsmængde på $x \text{ m}^3 / \text{m}$.
I første omgang foreslås kun at sikre strand og ralvold – hvad vil kræve skønsmæssigt $3 - 5 \text{ m}^3 / \text{m}$.
- I digets vedtægter bør oprettes en fond der løbende afsætter midler til fremtidige ralfodringer.

9. Økonomisk overslag no. 3. (7. oktober 2011)

Rådgiver vurderer anlægsudgifterne som følger.

Overslaget tilrettes løbende med tilkomne, evt. ændringer i sagen. Lodsejerne afregnes efter de samlede, endelige udgifter i sagen.

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| 1. Arbejdsplads mob / demob | : | 150.000 kr. |
| 2. Køreplader, terrænregulering | : | 300.000 kr. |
| 3. Levering af lermasse til diget | : | 1.250.000 kr. |
| 4. Levering af muldbeklædning til diget | : | 520.000 kr. |
| 5. Fælles - overgange, (ramper) for personer og biler | : | 450.000 kr. |
| 6.1 Eftersyn og renovering af eksisterende pumpeanlæg og udløbsledninger | : | 400.000 kr. |
| 6.2 Drænrør langs digets landside | : | 135.000 kr. |
| 7. Tiltag mod sætninger | : | 160.000 kr. |
| 8. Ral tunger tilbagelægning | : | 50.000 kr. |
| 9. Tilførsel / udlægning af ral, år 0 - 3 | : | 850.000 kr. |
| 10. Geotekniske boringer m.v. og særlige beregninger | : | 300.000 kr. |
| 11. Rådgivende Ingeniør <i>lystryk / udlæg / tilsyn</i> | : | 350.000 kr. |
| 12. Miljørapportering / landinspektør | : | 100.000 kr. |
| 13. Uforudseelige udgifter | : | <u>285.000 kr.</u> |
| Samlede anlægsudgifter | : | 5,300 mill. kr. |
| hertil moms. | : | <u>1,325 mill. kr.</u> |
| til partsfordelingen: Anlægssum incl. moms | : | <u><u>6,625 mill. kr.</u></u> |

10. Vedtægt.

Der skal udarbejdes en "Vedtægt" der fastlægger regler for digelagets omfang og drift.

Vedtægten revideres løbende under projektet.

Vedtægten vedtages endeligt ved digelagets stiftende generalforsamling.

Litteratur og rapporthenvisninger.

- (1) januar 2011 Kystdirektoratet notat vedr. digeplacering.
- (2) Verserende uenighed nordlige parter / Kystdirektoratet vedrørende pt. udførte kystanlæg.
- (3) Screening for miljøforhold, herunder særlige tiltag i forhold til firben.

- (10) "Cress" Bølgeberegnings – edb, basis Delft Institut Holland
- (11) "Cedas" U. S. Army Eng. Bølgeberegnings – edb
- (12) CEM " Coastal Eng. Manual
- (13) Danmarks Ingeniørakademi 1987 "Konsolidering i jord"

Rapporter:

- | | | | |
|------|----------------|-----------------|---|
| (20) | januar 2008 | Carl Bro | Sejer strand dige kote 1,9 |
| (21) | september 1987 | Dansk Geoteknik | større kystundersøgelser fra Odden Havn og vestover. |
| (22) | september 2009 | Coastal Dike | Ph.d. Jakob Bjørnager Elholm (DTU / Cowi) |
| (23) | maj 2008 | Cowi | Skitseprojekt kystdige |