

Søvindmergel

Nik Okkels

GEO, Danmark, nio@geo.dk

Karsten Juul

GEO, Danmark, knj@geo.dk

Abstract: Søvindmergel er en meget fed, sprækket tertiær ler med et plasticitetsindeks, der varierer mellem 50 og 200%. På grund af et højt kalkindhold adskiller denne ler sig væsentligt fra de øvrige tertiære lere i det danske område. Lerets geotekniske egenskaber varierer usædvanligt meget og nye forsøg med Søvindmergel fra Århus Havn dokumenterer, at dette primært skyldes tilsvarende store variationer i lerets kalkindhold.

1 Indledning

Der er hektisk aktivitet i Århus - ikke mindst i form af nyt storslået byggeri på de bynære havnearealer. Byggeriet udfordrer geoteknikerne og geologerne fordi de mange nye tunge bygninger, der ofte har P-kældre i flere niveauer, skal funderes på meget fedt, sprækket plastisk ler i form af Søvindmergel. En aflejring, som vi i GEO har beskæftiget os med siden 50'erne, og som fortsat er en udfordrende aflejring at arbejde med.

Århus Havn er hovedsagelig anlagt ved opfyldning af et tidligere havdækket område i kombination med uddybning for havnebassinene.

Hovedtrækkene i jordbundsforholdene er således opfyldning for pierne, hvor fyldens lagtykkelse naturligt vokser i retning væk fra land og som på de største vanddybder er op imod 12 m tyk. Fylden er mange steder udlagt på havbundslag bestående af gytje og/eller organiskholdigt sand, silt eller ler. Herunder – eller direkte under opfyldningen - ligger der i store dele af havnen meget fedt, sprækket tertiært ler i form af Søvindmergel.

Alt det kommende byggeri på de bynære havnearealer, skal således funderes på Søvindmergelen.

2 Geologi

Søvindmergelen er afsat i midt og sen Eocæn perioden dvs. i perioden fra 45 til 35 millioner år siden /1/. Mergelen underlejres af Lillebæltssler og over det findes Viborgleret, som blandt geoteknikere også er kendt som septarieler. Søvindmergelen er aflejret i et 200-400 m dybt hav, i en periode, hvor det globale klima blev gradvis koldere.

Søvindmergel er en meget fed (plastisk), sprækket ler, som er karakteriseret ved sit høje kalkindhold. Den fremtoner derfor oftest lys grå til næsten hvid. Kalkindholdet varierer imidlertid meget over korte afstande, og der findes således næsten kalkfrie, sorte lag og kalkfattige, mørke

lag indlejret i formationen. Kalkindholdet stiger opad i formationen i takt med den globale afkøling, og forekomsten af kalkfattige lag er derfor mest hyppig i formationens nederste dele.

Det varierende kalkindhold menes at afspejle havvandets temperatur variationer /2/. Lag med stort kalkindhold repræsenterer perioder med gode passager af varmere havvand gennem den engelske kanal og mod sydøst via det polske område til Ukrainske område, mens det modsatte er tilfældet for lag med lille kalkindhold.

Kalkindholdet stammer fra kokkoliter (plankton) og planktoniske foraminiferer. Dette indhold gør det muligt at opdele formationen i kalkalgezoner (NP).

Søvindmergelen strækker sig over ca. 6 kalkalgezoner. Den ældste, som ligger lige over Lillebæltsleret, er NP 15-16, og den yngste, der ligger lige under Viborgleret, er NP 20. Ifølge Ole Bjørnslev Nielsen fra geologisk institut på Århus Universitet så er Søvindmergelen gammel de fleste steder i Jylland dvs. fra NP15-16. Ved Moesgaard og ved Kysing (samt ved Viborg) ses meget yngre Søvindmergel fra NP19-20. Disse zoner er også anført i en undersøgelse i Mørkgade i Århus Centrum og sandsynligvis også ved kunstmuseet AROS, hvor der dog ikke blev foretaget kokkolitanalyser. NP18 er sjældent tilstede i Danmark svarende til at der ofte er en hiatus i dette niveau.

I forbindelse med de geotekniske undersøgelser på de bynære arealer i den nordlige del af Århus Havn er der udført flere kokkolitundersøgelser af Erik Thomsen fra Geologisk Institut på Århus Universitet. Det primære formål hermed har været at sikre, at undersøgelsesboringerne ikke er ført ned i det underliggende Lillebæltsler. Analyserne er derfor primært udført med prøver, som er udtaget i de mørke kalkfattige lag i bunden af boringerne – dvs. typisk på prøver, der er udtaget mellem kote -15 og -30

Alle de udførte analyser har vist, at der udelukkende er tale om aflejringer fra Søvindmergelformationen. Næsten alle de undersøgte prøver var fra NP16 og NP17. Ved Honnørkajen beliggende i den sydlige del af det undersøgte område - men i den centrale del af havnen - er der dog fundet sjældent materiale fra NP18.

Mergelen indeholder desuden glaukonitholdige horisonter, som giver den næsten hvide mergel et umiskendeligt udseende af Rochefort ost.

3 Klassifikationsegenskaber

Mergelens naturlige vandindhold varierer mellem 35 og 53% med en middelværdi på ca. 44%.

Rumvægten varierer mellem 16,7 og 18,8 kN/m³ med en middelværdi på ca. 17,5 kN/m³.

4 Kalkindhold

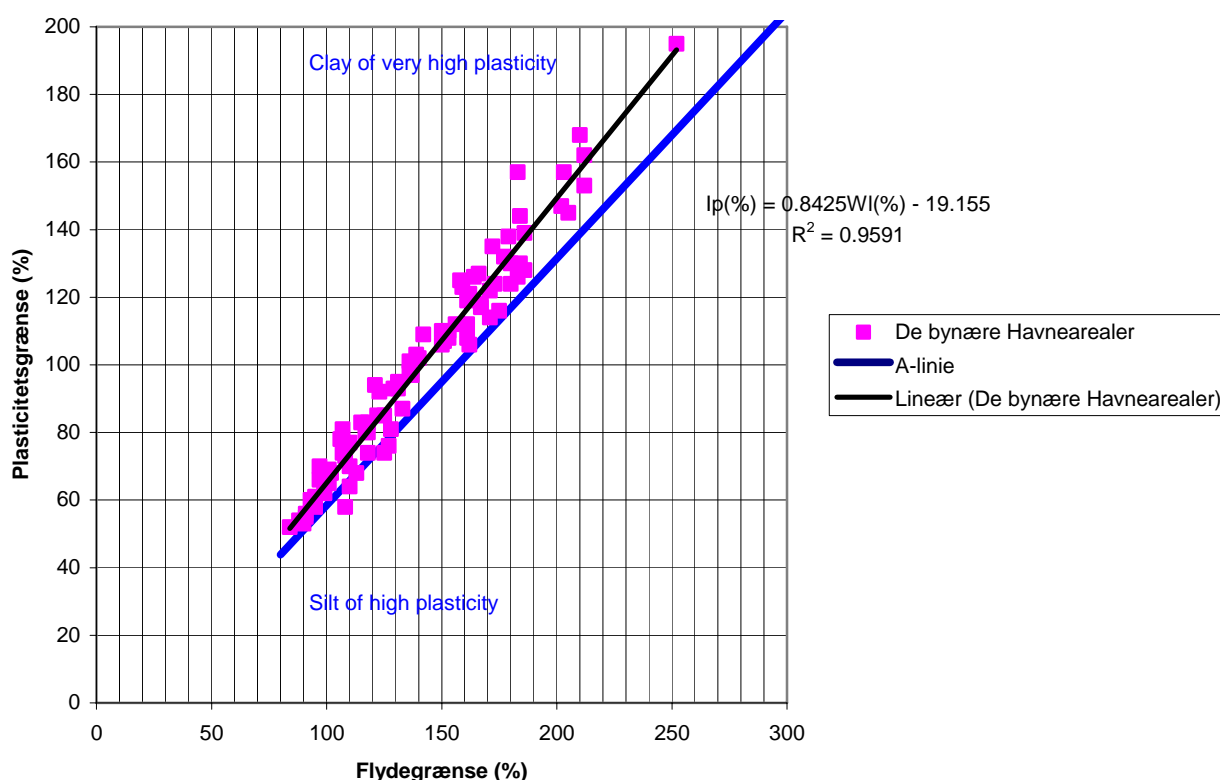
Prøvernes kalkindhold er bestemt ved syretitrering efter den metode der er beskrevet i dgf-Bulletin 15 /3/.

Mergelens kalkindhold er herved fundet at variere mellem 1% (kalkfrit) og 65% (stærkt kalkholdigt) med en middelværdi på ca. 30% (kalkholdigt - stærkt kalkholdigt).

Farven veksler tilsvarende mellem meget lys grå (næsten hvid) og meget mørk brungrå (næsten sort). Det har vist sig, at hvis man rangordner tørrede prøver efter hvor lyse/mørke de er, så opnår man samtidig en næsten korrekt sortering efter faldende/stigende kalkindhold.

5 Plasticitet

Der er bestemt konsistensgrænser for beregning af plasticitetsindeks (I_p) på de samme prøver som der er bestemt kalkindhold på. Forsøgene er udført som beskrevet i dgf-Bulletrin 15 /3/ og resultaterne fremgår af nedenstående diagram:



De fundne plasticitetsindeks varierer mellem 50 og 200 % med en middelværdi på ca. 120%. Søvindmergelen kan således generelt karakteriseres som meget fedt ler - uanset kalkindhold.

6 Sprækker

Søvindmergelen er sprækket. Sprækkerne ses som glatte glideflader (slickenside, harniskflade), hvor lerminerallerne er blevet ensrettet som følge af en brudbevægelse. Sprækkerne ses hyppigst i de kalkfattige zoner, men de findes også i kalkrige lag.

7 Mergelens geotekniske egenskaber

Det er ved undersøgelserne på de bynære havnearealer konstateret, at mergelens farve, kalkindhold og plasticitetsindeks varierer meget over korte afstande (ofte inden for samme prøve) ned gennem

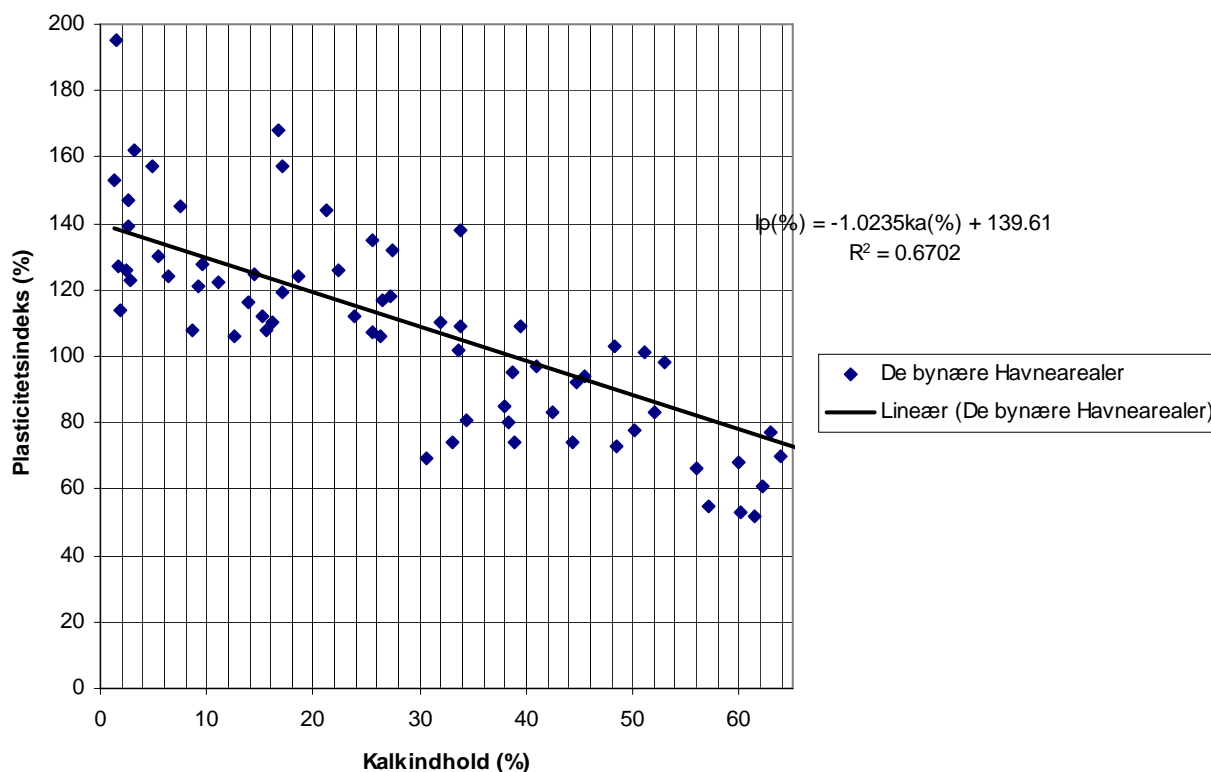
formationen. Aflejringen må derfor karakteriseres som stærk lagdelt og må forventes at have tilsvarende stærkt varierende geotekniske egenskaber.

De mange undersøgelser GEO i tidens løb har udført i Søvindmergel har i tråd hermed vist, at jordartens geotekniske egenskaber varierer langt mere end det er tilfældet for de øvrige plastiske lere fra den tertiære periode. Det har således vist sig, at de mest kalkholdige lag har langt gunstigere egenskaber end de øvrige plastiske lere, hvorimod de kalkfattige lags egenskaber bedst kan sammenlignes med det underliggende højplastiske Lillebæltslere.

Fra vejbygning er det ligeledes velkendt, at jordens egenskaber forringes i forbindelse med den kalkudvaskning, der med tiden sker i de øvre terrænnære lag.

Det er samtidigt velkendt, at mange deformation- og styrkesegenskaber er stærkt korrelerede med lerets plasticitetsindeks på en sådan måde, at egenskaberne forringes i takt med stigende plasticitetsindeks.

Det var derfor nærliggende at antage, at der er stærk korrelation mellem Søvindmergelens kalkindhold og dets plasticitetsindeks. Hvis det er tilfældet vil variationerne i lerets geotekniske egenskaber i grove træk kunne beskrives ved at redegøre for variationerne i mergelens kalkindhold.



Til dokumentationen af om der er en sammenhæng mellem mergelens kalkindhold og plasticitet, har GEO i forbindelse med de seneste års undersøgelserne på de bynære havnearealer udført både kalkindholdsbestemmelser og plasticitetsindeks på i alt 70 prøver af Søvindmergel. Resultatet er vist i ovenstående figur.

Som det fremgår, er I_p (%) og K_a (%) relativt stærkt korrelerede med følgende retlinjede sammenhæng:

$$I_p(\%) = 140 - k_a(\%)$$

8 Konklusion

Søvindmergelens farve, kalkindhold og plasticitetsindeks varierer meget over korte afstande (ofte inden for samme prøve) ned gennem formationen. Aflejringen må derfor karakteriseres som stærk lagdelt, og det har vist sig, at den har tilsvarende stærkt varierende geotekniske egenskaber.

De seneste års undersøgelser på de bynære havnearealer på Århus Havn dokumenterer, at mergelens plasticitetsindeks er forholdsvis stærkt korreleret med kalkindholdet. Dette viser, at variationerne i de geotekniske egenskaber primært skyldes tilsvarende store variationer i lerets kalkindhold.

Det er på den baggrund forfatterens vurdering, at en redegørelse af variationerne af Søvindmergelens kalkindhold ud fra de geotekniske undersøgelser er nøglen til at få styr på variationerne i jordartens geotekniske egenskaber. Det er i den forbindelse vigtigt at noterer sig, at kalkindholdet kan bestemmes ved et relativt billigt laboratorieforsøg.

9 Referencer

- 1 Danmarks geologi fra Kridt til i dag, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 1995. Redigeret af Ole Bjørsløv Nielsen.
- 2 Naturen i Danmark – Geologien. 2007. Gyldendals forlag. Redigeret af Gunnar Larsen og Kaj Sand-Jensen.
- 3 dgf-Bulletin 15. Laboratoriehåndbogen. December 2001.