

Aalborg. Langholt. Kidholm
Byggemodning
Geoteknisk undersøgelse

GEO projekt nr. 31530
Rapport 1, 2008-06-19

Sammenfatning

Aalborg Kommune skal udstykke 6 enfamiliehusgrunde på Kidholm i Langholt. GEO har udført en geoteknisk undersøgelse med to boringer på hver af grundene.

I boringerne er der under 0,4 – 1,3 meter fyld og overjord truffet bæredygtige aflejringer primært bestående af marint senglacialt sand, lokalt ler. Højeste grundvandsspejl er indmålt 1,5 meter under terræn.

Ved byggemodning af området kan veje og ledninger udlægges uden afgørende sætningsgener efter afrømning af fyld og overjord. Hvis ledningerne lægges under grundvandsspejlet, skal der foretages en midlertidig grundvandssænkning.

Med de trufne bundforhold kan enfamiliehuse funderes direkte. På nogle af grundene bliver der dog tale om moderat ekstrafundering som foreslås udført enten som en dyb direkte fundering eller ved at udskifte fyld og overjord med velkomprimeret sandfyld. Gulve kan uden sætningsgener udlægges som terrændæk, når fyld og overjord udskiftes med velkomprimeret sandfyld.

Udgravnings- og funderingsarbejdet for kælderløst byggeri kan udføres uden væsentlige grundvandsgener.

Udarbejdet for
Aalborg Kommune
Teknik og Miljøforvaltningen
Att.: Jørgen Ib Rasmussen
Stigsborg Brygge 5
9400 Nørresundby

Udarbejdet af Anette Næslund Pedersen,
9879 9382, anc@geo.dk

Kontrolleret af Klaus Bødker

Indhold

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Baggrund og formål | 3 |
| 2 | Undersøgelse | 3 |
| 3 | Resultater | 3 |
| 4 | Byggemodning | 3 |
| 4.1 | Veje | 3 |
| 4.2 | Ledninger | 4 |
| 4.3 | Udgravninger | 4 |
| 4.4 | Genanvendelse af materialer | 5 |
| 4.5 | Kontrol | 5 |
| 5 | Byggerier | 5 |
| 5.1 | Generelt | 5 |
| 5.2 | Bundudskiftning | 6 |
| 5.3 | Fundamenter | 6 |
| 5.4 | Gulve | 7 |
| 5.5 | Sætninger | 7 |
| 5.6 | Udgravning | 7 |
| 5.7 | Supplerende undersøgelse og kontrol | 8 |
| 6 | Bemærkninger | 8 |

Bilag

| | |
|--------------|-----------------------------|
| 1.1 | Situationsplan |
| 1.2 – 1.13 | Boreprofiler, boring 1 – 12 |
| GEO-Standard | Signaturer og forkortelser |

1 Baggrund og formål

Aalborg Kommune skal udstykke 6 enfamiliehusgrunde på Kidholm i Langholt. Udstykningen er vist på vedlagte situationsplan, bilag 1.1, jf. det tilsendte kortmateriale.

Formålet med nærværende geotekniske undersøgelse er, at orientere om de funderings- og udgravningsmæssige forhold for byggemodningsarbejderne og kælderløst byggeri på grundene.

2 Undersøgelse

GEO har udført en geotekniske undersøgelse med to borer på hver af enfamiliehusgrundene. Boringerne er ført til 4 meter under terræn og placeret som vist på situationsplanen. Boringerne er afsat og koteret i system 34J/DVR90 vha. GPS-udstyr.

Under borearbejdet er det registreret laggrænser og udtaget jordprøver til geologisk bedømmelse. I borehullerne er der etableret pejlerør, hvori dybden til grundvandsspejlet er målt ved borearbejdets afslutning. På én prøve er der bestemt vandindhold. På udvalgte prøver er det organiske indhold bestemt ved hjælp af glødetab.

Alle observationer og resultater er optegnet på boreprofilerne, der er vedlagt som bilag 1.2 – 1.13. De benyttede signaturer og forkortelser er forklaret på vedlagte GEO-Standard.

De optagne jordprøver opbevares i 14 dage fra rapportdato.

3 Resultater

Ved borestederne er terrænet målt i kote +9,6 til +11,8.

Der er øverst i boringerne truffet 0,4 – 1,3 meter fyld og overjord af sandmuld og muldholdigt sand. Under fylden og overjorden er der truffet marint sen-glacialt sand samt lokalt ler.

Ved borearbejdets afslutning er grundvandsspejlet truffet mellem 1,5 og 3,9 meter under terræn svarende til mellem kote +7,0 og +7,9. Man må være forberedt på, at der i nedbørsrige perioder kan opbygges højtstående grundvandsspejl i de trufne aflejringer.

4 Byggemodning

4.1 Veje

Der skal etableres ca. 100 m boligvej. Der er ikke udført borer i vejarealer, men bundforholdene ventes, at svare til det der er truffet på grundene.

Belægningsdimensionerne kan fastlægges ud fra Vejdirektoratets "Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger" marts 2007. For mindre vejanlæg som det aktuelle kan angivelserne i skriftets afsnit 5, Katalog, anvendes.

Den trufne sandmuld og til dels det stærkt muldholdige sand er uegnet som underlag for belægninger, hvorfor der skal ske en afrømning af disse aflejringer. Hvor mulden er mere end 80 cm under færdigt vejniveau, kan den erfaringsmæssigt dog normalt efterlades uden væsentlige sætningsgener for den færdige vej, hvis der ikke foretages væsentlig opfyldning.

Det underliggende sand vurderes at udgøre et bæredygtigt og i al væsentlighed sætningsfrit underlag.

Den totale belægningstykkelser skal fastlægges under hensyntagen til frosthævningsrisikoen. Den del af underbunden der består af sand uden betydende partier af silt kan regnes som frostsikker, mens den del af underbunden der består af sand med betydende partier af silt kan regnes som frosttvivlsom.

Bundsikringsand og stabilgrus skal komprimeres effektivt i lag på maksimalt 20 – 30 cm til en komprimeringsgrad på mindst 95 %-vibration i gennemsnit og mindsteværdi ≥ 92 %-vibration. Referenceværdier bestemmes ved vibrationsindstampningsforsøg i laboratoriet.

Bundsikringen skal tørholdes, hvorfor vi anbefaler at der etableres dræn.

4.2 Ledninger

Der skal etableres afløbsledninger i forbindelse med udstykningen. Ledningerne kan udføres efter Dansk Standards Norm for etablering af ledningsanlæg i jord, DS 475.

Ledningernes lægningsniveau er ikke fastlagt, men hvis ledningerne lægges i de intakte smeltevands- og moræneaflejringer og der ikke bliver tale om væsentlig terrænhævning forventes sætningerne at blive små og normalt uden praktisk betydning.

4.3 Udgravninger

Udgravningen over grundvandsspejlet for veje og ledninger forventes at kunne udføres som åbne udgravninger. For kortvarige udgravninger over grundvandsspejlet ventes udgravningernes sider at være stabile med anlæg $a = 0,5$ til 1.

Hvis udgravninger for kloakledninger skal føres under grundvandsspejlet, er det nødvendigt at udføre en midlertidig grundvandssænkning, dels for at sikre udgravningernes stabilitet (både bund og sider) dels af hensyn til arbejdsforholdene. Det vurderes umid-

delbart mest hensigtsmæssigt at udføre en eventuel grundvandssænkning med sugespidsanlæg.

4.4 Genanvendelse af materialer

Udgravningsmaterialer af sand uden væsentligt siltindhold ventes at kunne genindbygges i ledningsgrave.

Materialer af muld samt sand med væsentlig indhold af muld, silt er uegnet til genindbygning under befæstede arealer, hvortil der stilles krav til bæreevne- og sætningsforhold. Disse materialer må derfor påregnes at skulle bortkøres.

Genanvendte materialer skal komprimeres til mindst samme lejringstæthed som for den omgivende jord i intakt lejring (ikke fyld og overjord). Dette kan sikres ved at sammenholde isotopsondemålinger i intakte og genindbyggede materialer.

4.5 Kontrol

Ved afrømning for vejene og udgravninger for ledningerne skal det kontrolleres, at veje og ledninger udlægges på de forudsatte aflejringer. Kontrollen kan ske ved besigtigelse af udgravningernes sider og bund samt korte boringer/gravninger i bunden af udgravningerne.

Inden en eventuel udgravning under det naturlige grundvandsspejl skal det kontrolleres, at den ønskede afsænkning af grundvandsspejlet er sket.

Komprimeringen af genindbyggede materialer kan kontrolleres ved isotopsondemålinger, hvor resultaterne sammenholdes med referenceværdier bestemt ved laboratorieforsøg. Omkring ledninger kan det som alternativ vælges at sammenholde isotopsondemålinger i materialer i intakt lejring med målinger i genanvendte materialer, idet der skal tilstræbes mindst samme komprimeringsgrad.

Komprimeringen af leverede sand- og grusmaterialer skal kontrolleres vha. isotopsondemålinger på pladsen sammenholdt med resultatet af vibrationsindstampningsforsøg i laboratoriet.

5 Byggerier

5.1 Generelt

Funderingen af byggerier skal gennemføres efter retningslinierne i Dansk Standards Norm for fundering, DS 415, 4. udgave, der er gældende indtil 2008-12-31, alternativt Eurocode 7, der er gældende fra 2008-01-01. I det følgende er forudsat anvendt DS 415.

De trufne aflejring af marint sen-glacialt sand er bæredygtige og velegnet til direkte fundering af byggeriet. Oversiden af de bæredygtige lag er markeret med forkortelsen OSBL på boreprofilerne og koteret ved boringerne på situationsplanen. Funderingen skal dog mindst føres til frostsikker dybde 0,9 meter under fremtidig terræn.

Oversiden af et nødvendigt afrømningsniveau for gulve er markeret med forkortelsen AFRN på boreprofilerne og koteret ved boringerne på situationsplanen.

Med OSBL-niveau i 0,4 – 1,2 meters dybde kan bygningerne funderes direkte, dog bliver der på nogle af grundene tale om moderat ekstrafundering. Ekstrafunderingen foreslås udført enten som en dyb direkte fundering på oversiden af de bæredygtige aflejring eller ved at afrømme til oversiden af de bæredygtige aflejring og opfylde med velkomprimeret sandfyld i omfang og kvalitet, så funderingen kan udføres i normal frostsikker dybde heri.

5.2 Bundudskiftning

Der skal afrømmes til de angivne OSBL-niveauer, idet der efterfyldes med velkomprimeret sandfyld. Hvor der udstøbes fundamenter på sandfylden, skal udskiftningen ikke kun ske i byggefeltet, men også udenfor dette til en afstand afgrænset af anlæg 1,5 (1 ned, 1,5 hen) fra fundamentsunderkant.

Som kvalitetskrav til tilført sandfyld kan anvendes Vejdirektoratets krav til bundsikrings-sand kvalitet II i henhold til DS/EN 13285 Vejmaterialer - ubundne blandinger. Heri er der følgende krav til gradering (kategori 0/63, G_N , OC_{85} og UF_9):

- Ingen korn større end 90 mm
- Højst 15 % større end 63 mm
- Højst 9 % mindre end 0,063 mm
- Sandækvivalent mindst 30

Såfremt sandet desuden skal være drænende, skal andelen af korn med størrelse mindre end 0,063 mm normalt højst være ca. 2 %.

Vi foreslår sandfylden komprimeret i middel til relativ lejringsstæthed $I_D \geq 0,65$ eller mindst 96 % SP (densiteter målt med isotopsonde). For at sikre en rimelig ensartethed af komprimeringen kræves det, at ingen enkeltmåling giver en værdi mindre end $I_D = 0,55$ henholdsvis 94 % SP. Med velegnet fyld kan det normalt opnås ved 3 - 5 overkørsler af ca. 0,3 meter tykke lag med relativt tungt vibrationsmateriel.

5.3 Fundamenter

Fundamenter under ydervægge skal som minimum føres til frostsikker dybde 0,9 meter under færdigt terræn.

Retningslinier for beregning af fundamentets bæreevne findes i funderingsnormen.

Funderingen vil primært ske på marint senglacialt sand og komprimeret sandfyld, hvor bæreevnen kan beregnes ud fra funderingsnormens generelle bæreevneformel. Vi foreslår forudsat en erfaringsmæssigt skønnet, karakteristisk friktionsvinkel $\varphi_k = 36^\circ$ og rumvægt $\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ hhv. over og under højeste grundvandsspejl.

Traditionelle sribefundamenter, der i al væsentlighed er belastet lodret og centralt, vil på denne baggrund have en regningsmæssig bæreevne:

$$R'_d/A = 90 \cdot b + 210 \cdot d$$

hvor b er funderingsbredden og d er funderingsdybden fratrukket tykkelsen af eventuelle lette isoleringslag (begge indsat i meter). Der er forudsat, at højeste grundvandsspejl er i funderingsniveau.

Den hertil svarende regningsmæssige bæreevne af et 0,35 meter bredt sribefundament ført 0,9 meter under terræn er $\geq 75 \text{ kN/m}$. Denne bæreevne er normalt rigeligt for sædvanligt småhusbyggeri.

Hvis der bliver tale om fundering på ler, må bæreevnen fastlægges ud fra vingeforsøg i leret. Ved fundering på tynde sandlag på det sikres, at det underliggende ler ikke er dimensionsbestemmende.

5.4 Gulve

Gulve kan udføres som terrændæk når lagene over afrømningsniveau (AFRN) bortgraves og efterfølgende opfyldes ved velkomprimeret sandfyld, jf. kravene i afsnit 4.2. I gulvkonstruktionen indgår et sædvanligt kapillarbrydende lag.

Det kapillarbrydende lag under gulvet skal sikres tørholdelse. Såfremt gulvet lægges mindre end 0,3 meter over det omkringliggende terræn, anbefaler vi at der lægges omfangsdræn med forbindelse til det kapillarbrydende lag under gulvet.

5.5 Sætninger

Med forhold som truffet i borerne skønnes sætninger for normalt småhusbyggeri uden væsentlige lastkoncentrationer at blive små og normalt uden praktisk betydning.

5.6 Udgravning

Da højeste grundvandsspejl i borerne er indmålt 1,5 meter under terræn, forventes udgravnings- og funderingsarbejdet foreløbigt at kunne udføres uden væsentlige grundvandsgener.

Da dybden til grundvandsspejlet må forventes at variere med årstid og nedbør, anbefaler vi, at dybden til grundvandsspejlet kontrolleres umiddelbart inden udgravningsarbejdet (ved pejling i de etablerede pejlerør eller ved prøvegravning). Hvis det viser sig nødvendigt at grave under grundvandsspejlet, skal grundvandsspejlet afsænkes midlertidigt. Ved afsenkning på op til nogle få decimeter kan grundvandssænkningen normalt ske ved pumpning af pumpebrønde placeret udenfor byggefeltet, mens der ved større afsænkninger normalt er nødvendigt at anvende sugespidsanlæg.

5.7 Supplerende undersøgelse og kontrol

For konkrete byggeprojekter skal behovet for supplerende geoteknisk undersøgelse vurderes. Det kan således vise sig nødvendigt og/eller hensigtsmæssigt at udføre supplerende borer for at byggerier kan gennemføres i normal funderingsklasse, jf. DS 415.

I forbindelse med udgravnings- og afrømningsarbejdet skal det kontrolleres, jf. DS 415, at funderingen og opfyldningen under gulve udføres på intakte aflejringer med den forudsatte beskaffenhed. Dette kan ske ved inspektion af fundamentsudgravninger suppleret med håndboringer/gravninger.

Der skal desuden føres kontrol af indbygget sandfyld. Hvor den samlede tykkelse overstiger 0,6 meter skal dette ske med målinger, jf. DS 415.

6 Bemærkninger

Vi gør opmærksom på, at GEO naturligvis gerne deltager i det videre arbejde med projektet, fx i forbindelse med:

- supplerende undersøgelse
- udførelse af udgravningskontrol
- udførelse af komprimeringskontrol
- bortskaffelse af overskudsjord

