

SCHAKTA SÄKERT

Säkerhet vid schaktning i jord

Förlag och distribution
AB Svensk Byggtjänst
113 87 Stockholm
Telefon 08-457 10 00
www.byggtjanst.se

© 2015 AB Svensk Byggtjänst och Statens geotekniska institut/SBUF

Fjärde tryckningen

Grafisk form: Beate Pytz

Omslagsfoto: Anna Kjörsvik. Bilden visar förläggning av huvudvattenledning PE800 på objekt VA Eriksberg, Karlstad. Släntlutning 1:1,5, djup cirka 2,5 meter. (bilden retuscherad)

Illustrationer: Ingela Jondell

Foto: Upphovsrätten till fotografier tillhör PEAB, SEKO, SGI, SGU, SKANSKA och Trafikverket om inget annat anges.

e-ISBN 978-91-7333-736-6

FÖRORD

Det krävs kunskap, erfarenhet och uppmärksamhet för att schakta i jord på ett säkert sätt. Vi vill med denna skrift förmedla kunskap om hur man utformar och utför schaktningsarbete på ett säkert sätt.

Jordlagrens sammansättning och egenskaper varierar både i markytan och på djupet. De flesta jordar har olika egenskaper beroende på mängden vatten i jorden. Detta kan ställa till med problem eftersom vattenförhållandena i jorden ändras med årstid och nederbörd. Strömmande vatten i jorden, till exempel till följd av länshållning, försämrar stabiliteten och strömmande vatten på markytan kan leda till erosion. Att före schaktning bestämma exakt hur det ser ut under markytan och exakt hur jorden kommer uppföra sig är inte möjligt. Schaktarbetet måste hela tiden anpassas till rådande förhållanden och det går inte att schablonmässigt bestämma arbetssätt, släntlutning med mera. Typförhållanden och förslag på utföranden måste alltid kontrolleras mot verkligheten.

Schaktning som görs med för låg säkerhetsmarginal har bland annat orsakat ras i schaktslänter och brott i stödkonstruktioner. Många har fått allvarliga konsekvenser, ibland med dödlig utgång. En förutsättning för säker schaktning är att de geotekniska förhållandena klarläggs redan på projekteringsstadiet och att dessa följs upp under arbetets gång. Säker schaktning uppnås när arbetena leds och genomförs av tillräckligt kunnig och erfaren personal som följer upp jord- och vattenförhållandena och anpassar arbetssättet efter dessa.

Skriften har sammanställts av Karin Lundström, Karin Odén och Wilhelm Rankka på Statens geotekniska institut i samarbete med en referensgrupp bestående av representanter från GeoVerkstan (Gunilla Franzén, sektorutredare för mark och grund i AMA Anläggning 13), Arbetsmiljöverket (Frida Lindmark), NCC (Staffan Hintze), PEAB (Anders Palmén), SGI (Per-Evert Bengtsson), SKANSKA (Sven Liedberg), SEKO (Lotta Berge), Sveriges Byggindustrier (Peter Nilsson), SVEVIA (Jan Salkert) och Trafikverket (Lovisa Moritz).

Denna skrift är en omarbetning av och ersätter *Schakta säkert* utgiven 2003 av Arbetsmiljöverket och SGI på Arbetsmiljöverkets förlag (ISBN 978-91-7464-464-7).

Arbetet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och de medverkande organisationerna.

Skriften är fritt nedladdningsbar från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (www.sbuf.se) och från SGI (www.swedgeo.se).

Stockholm i maj, 2015

INNEHÅLL

FÖRORD	3
INNEHÅLL	5
1 INLEDNING	7
2 OLYCKSRISKER	9
3 JORD	17
3.1 Jordars kännetecken och beteende	20
3.2 Undersökningar av geotekniska förhållanden	33
4. GEOTEKNISK DIMENSIONERING	35
4.1 Föreskrifter	35
4.2 Geotekniska handlingar	36
5 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR GOD ARBETSMILJÖ VID SCHAKTNING	39
5.1 Arbetsmiljöarbete före byggstart	40
5.2 Arbetsmiljöarbete under byggskedet	44
5.3 Konsekvenser av att inte följa arbetsmiljölagen	48
6. UTFÖRANDE AV SCHAKTARBETE	51
6.1 Laster mot schaktväggar	52
6.2 Schaktarbete i lera	53
6.3 Schaktarbete i silt	60
6.4 Schaktarbete i sand och grus	66
6.5 Schaktarbete i skiktad jord	70
6.6 Schaktarbete i morän	72
6.7 Schaktarbete i fyllning	75
6.8 Schaktarbete i små och djupa schakter	75
6.9 Utförande med slänt	76
6.10 Utförande med stödkonstruktion	80

7.	KONTROLL OCH ÖVERVAKNING AV SCHAKTER	87
7.1	Kontrollplan	87
7.2	Besiktning	88
7.3	Mätningar	90
8	LITTERATURLISTA	93
	BILAGOR	95
Bilaga 1	Klassificering av jordarter baserat på kornfraktioner	97
Bilaga 2	Geologiskt underlag och geotekniska undersökningar	99
Bilaga 3	Checklista inför produktionsstart	107
Bilaga 4	Checklista daglig kontroll	111
Bilaga 5	Mall arbetsberedning	115
Bilaga 6	Typsektioner för grunda schakter	119
	SAKORDSREGISTER	126

1 INLEDNING

Enligt statistik från Arbetsmiljöverket är de branscher som har flest arbetsplatsolyckor med dödlig utgång byggverksamhet, jord- och skogsbruk, tillverkning samt transport och magasinering. Under åren 2007–2013 har det i genomsnitt dött 10 byggnadsarbetare per år – nästan en person i månaden. Utöver det skadas flera tusen personer varje år under sitt arbete.

Att gräva i jord innebär ett risktagande. Varje år inträffar olyckor vid schaktarbeten, en del av dem med dödlig utgång. Att hamna under jordmassor från en 1–2 m djup jordschakt motsvarar att få 2–3 ton över sig, vilket är tillräckligt för att orsaka stora kroppsliga skador och i värsta fall kväva en människa.

Det finns en tendens att risker på byggarbetsplatsen underskattas och att brister inte upptäcks eller att de som upptäcks inte åtgärdas. För att uppnå en säker arbetsmiljö krävs därför

1. kompetensutveckling genom råd och utbildningar,
2. att både arbetsgivare och anställda följer de regler och anvisningar som finns och slår larm vid brister samt
3. att kunskap och råd görs lättillgängliga, exempelvis genom skrifter och information på webbplatser.

Schaktningsarbeten får påbörjas och utföras endast under ledning av kompetent person (Arbetsmiljöverkets föreskrifter om byggnads- och anläggningsarbete). Entreprenörsskolan inom Sveriges Byggindustrier har tillsammans med branschföreträdare tagit fram en utbildning för dem som ska leda schaktarbeten, kursen *Säker schakt*. Inom kursen kallar man den som ska leda arbetena för ”schaktansvarig”. I omarbetningen av denna skrift har materialet från *Säker schakt* inarbetats och denna skrift kan ses som en sammanställning av och ett komplement till undervisningen som ges i *Säker schakt*.

Denna skrift är en vägledning för att åstadkomma en säkrare arbetsmiljö i arbetet med schaktning. Skriften är en omarbetning av och ersätter *Schakta säkert* utgiven 2003 (utgiven av Arbetsmiljöverket och SGI).

Skriften vänder sig till den som ansvarar för schaktarbeten (schaktansvarig) och de som arbetar på byggarbetsplatsen, till exempel platschef, Byggarbets-

miljösamordnare Utförande (BAS-U), arbetsledare, grävmaskinister, kontrollanter och skyddsombud. Den vänder sig även till andra som vill få större kunskap, aktualisera sina kunskaper och för att få stöd i sin kommunikation med den blivande byggarbetsplatsen.

En säker arbetsmiljö kräver att schakter och stödkonstruktioner är stabila samt att det finns bra skydd för personal och människor i närheten av arbetsplatsen. Arbetsmiljöverkets anvisningar ska följas.

Läsanvisning

Denna skrift inleds med en kortfattad beskrivning av de risker som kan uppstå vid schaktarbeten. Därefter beskrivs våra olika jordarter och deras egenskaper, vilka regelverk som styr dimensionering av schakter, hur man skapar en god arbetsmiljö, förutsättningar för att schakta med slänt respektive stödkonstruktion och slutligen beskrivs hur schaktarbete bör övervakas.

Varje avsnitt innehåller omfattande beskrivningar av problem och lösningar i löpande text. Denna text är avsedd för den som vill få en mer ingående förklaring och förståelse av problematiken.

För dem som endast vill få en övergripande beskrivning, finns i början av de flesta avsnitten rutor kallade *Fakta i korthet* vilka sammanfattar de väsentligaste delarna av avsnittet.

FAKTA I KORTHET

- Laster mot schaktväggar kan komma från upplag, byggmaskiner, byggnader och grundvatten.
- Laster kan också uppstå på grund av tjäle, vibrationer och påning.

Illustrationer i form av foton eller ritade figurer finns oftast i direkt anslutning till texten varför det inte görs några hänvisningar i texten till figurerna.

I kapitel 4 och 5 finns rutor kallade *Vem har ansvar*. Där beskrivs kortfattat vem som har ansvar för arbetsmiljön på arbetsplatsen.

DEM HAR ANSVAR?

Totalentreprenad

I en totalentreprenad åligger det entreprenören att utifrån de geotekniska förhållandena och den efterfrågade slutliga konstruktionen ta fram en genomförbar lösning. Det är därmed entreprenören som tar fram såväl släntlutningar som dimensionerar eventuella temporära konstruktioner.

Utförandeentreprenad

I en utförandeentreprenad är det entreprenörens uppdrag att utföra och

färdigställa den föreslagna konstruktionen. Byggherren ansvarar för att i bygghandlingen redovisa ett förslag avseende markarbetena som är genomförbart även med hänsyn till arbetsmiljö, det vill säga schaktslänter med tillräcklig säkerhetsnivå. Om byggherren har föreskrivit stödkonstruktioner i bygghandlingen, är det dock entreprenörens ansvar att dimensionera dessa temporära konstruktioner med tillräcklig säkerhet.

I kapitel 5 finns *grå rutor* som kortfattat redovisar vilka lagar och regler som måste följas och vilka verktyg och vägledning för detta som finns framtagna.

I många avsnitt finns *Tänk på*-rutor. I dessa lyfts speciellt angelägna problemställningar fram och ibland ges även lösningar till dessa i rutan.



Om du tror det finns en risk att en last är för stor eller att konstruktionen inte är dimensionerad för den aktuella lasten – meddela schaktansvarig!.

Påning och vibrationer från trafik och byggmaskiner kan leda till ökade laster mot schaktväggar.

I bilagor finns bland annat checklistor som är lämpliga att använda före produktionsstart och under det dagliga schaktarbetet.

3 JORD

Jorden består huvudsakligen av mineralkorn som krossats, blandats, transporterats och avsatts under och efter den senaste istiden. Kornen avsattes såväl under isen som utanför iskanten. Under isen blandades och packades korn av olika storlekar till morän. Av de framforsande isälvarna bildades rullstensåsar såväl under isen som framför iskanten. Utanför iskanten bildades även deltan. Utanför älvmyningar, i sjöar och i hav avsattes de grövre kornen närmast mynningen och de mindre kornen längre ut. På grund av olika vattenhastighet i älvarna under året bildades skiktad jord, till exempel lera (på vintern med lägre vattenhastighet) med silt/sandskikt (på sommaren med högre vattenhastighet).



FAKTA I KORTHET

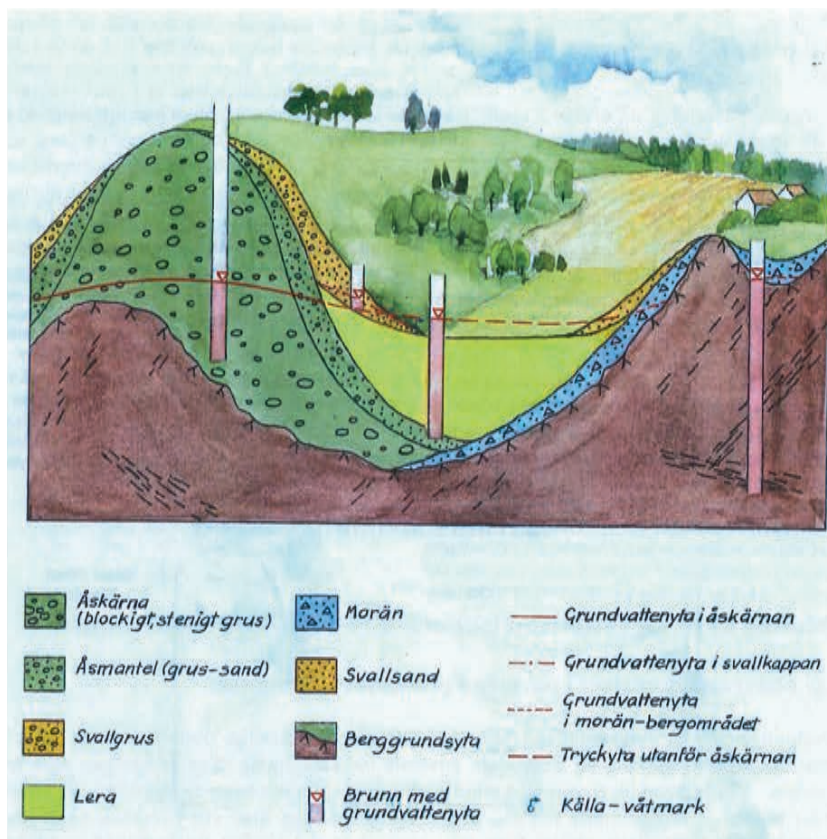
- Olika jordar har olika egenskaper och förmåga att motstå yttre belastningar och krafter – undersök vilken jord som finns där du ska schakta!
- Lös jord kan finnas under fast jord.
- Jorden kan innehålla skikt av annan jord med andra egenskaper.
- Jordförhållanden kan ändras med djupet – var vaksam på förändringar!
- Jordens hållfasthet kan förändras på grund av schaktningen eller andra arbeten i närheten av schakten.
- Mellan kornen i jorden finns hålrum som kan vara fyllda med vatten. Grundvattentytans läge har stor betydelse för schaktslänstens stabilitet och möjligheten att schakta. Ta därför reda på grundvattentytans läge före schaktning.

Figur 11. Exempel på skiktad jord (silt och lera) skapad på grund av varierande vattenhastighet under avsättningen.

Den jord som avsattes i åsar och på andra högre liggande områden påverkades på många platser av omgivande vatten. Sand och annan grövre jord svallades ut över intilliggande områden med lera och annan finare jord. Det innebär att till exempel grus och sand kan finnas ovanpå lera och man kan alltså hitta fast jord ovanpå lös jord.

Jordtäcket som utnyttjas av växtrötterna kallas för jordmån. Därunder finns mineraljordar (lera, sand etc) och/eller organiska jordar (torv, gyttja etc).

Jordlagrens sammansättning, egenskaper och tjocklek varierar mellan olika platser (även inom ett mindre område) i Sverige. De varierar dessutom på djupet. Olika jordar har olika förmåga att motstå belastningar från schaktmaskiner, fordon, byggnader och schaktmassor och krafter från exempelvis grundvattentryck och ytvatten. Detta är viktigt att tänka på vid schaktningsarbeten.



Ett sätt att dela in jorden är efter storleken på jordkornen. Andra sätt är att dela in jordar efter tjälfarlighet eller hur de bildats. Jorden kan vara uppblandad med humusämnen (växt- och djurdelar) och då mängden av dessa ämnen påverkar jordens mekaniska egenskaper är det dessutom viktigt att bestämma andelen organiskt innehåll, se vidare avsnitt 3.1.

För att ta reda på vilken jord man har kan man ta ett jordprov, torka det och sikta det genom flera siktar med olika grovlek på maskorna. De korn som passerar den sista sikten, den med minst storlek (0,002 mm), kallas ler. I storleksordning därefter kallas de silt, sand, grus, sten och block.

Kornstorlek											
0,002	0,0063	0,02	0,063	0,2	0,63	2,0	6,3	20	63	200	mm
Ler/Cl		Silt/Si			Sand/Sa		Grus/Gr		Sten/Co	Block/Bo	

Fig. 13. Indelning av jord baserad på kornstorlek (inkl engelsk benämning). En mer utförlig beskrivning av klassificering av jordart baserat på kornstorlek ges i Bilaga 1.

Mellan kornen i jorden finns det hålrum (porer) som kan vara tomma eller fyllda med vatten. Regn och smält snö sjunker ned genom marken och fyller hålrummen – det bildas grundvatten. Grundvattenytans läge har stor betydelse för schaktslänters stabilitet och hur svårt det är att schakta i jorden. I jord med grövre korn kan man få stor inströmning av vatten i schakten och vattnet kan orsaka erosion och ras i schaktväggar. I jord med finare korn är grundvattenströmningen långsam. Leran kan därför ligga som ett tätande ”lock” över ett jordlager med högre grundvattenströmning. Vattentrycket kan i det underliggande jordlagret vara så stort att vattnet vid genomborring av ”locket” stiger över markytan (artesisikt vatten).

För finkornig jord använder man begreppet porvattentryck (portryck) eftersom vattentrycket mellan kornen kan skilja från det tryck som erhålls med en hydrostatisk tryckfördelning från grundvattenytan.

Det är viktigt att klargöra grundvattenytans läge på olika djup före schaktning.

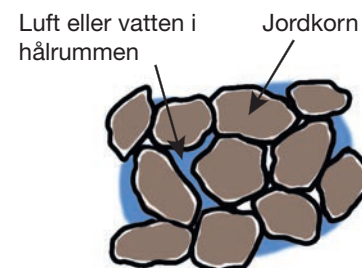


Fig. 14. Jord består av korn och hålrum (porer) med vatten och/eller luft.

3.1 Jordars kännetecken och beteende

Lera

Lera har korn mindre än 0,002 mm. Lerkornen kan inte urskiljas med blotta ögat. Lera känns igen genom att den går att rulla ut i tunna trådar och när den torkar blir den till hårda klumpar som är svåra att bryta sönder. I lera är oftast hålrummen fyllda med vatten. Närmast markytan är dock vatteninnehållet lägre på grund av effekter från tjäle, växter och avdunstning. Där bildas då en så kallad torrskorpa som oftast är betydligt fastare än leran direkt under denna.

Lera är ett tätt material och vattenströmningen till schakten är normalt liten.

Även om lerjorden också innehåller ganska många grova korn (sand eller grus) kan den fungera som lera redan vid låg halt av lera. Anledningen är att lerkornen pressar isär de grövre kornen genom att fylla ut mellanrummen mellan de grova kornen och därmed skiljer dem åt.

En leras hållfasthet kan vara mycket låg och skred kan ske även i svagt sluttande terräng, lutningar kring 1:10 (5–6°). Till skillnad från hållfastheten i sand, grus och morän, ökar lerjordars hållfasthet endast svagt med ökat djup eller yttre belastning.

FAKTA I KORTHET

- Lera har korn mindre än 0,002 mm.
- Kornen kan inte urskiljas.
- Lera kan rullas till en tunn tråd och blir en hård klump efter torkning.
- Närmast markytan är leran (torrskorpelera) fastare än leran därunder.
- Lera är tät – liten vatteninströmning till schakt.
- Hållfastheten är ofta låg och ökar normalt endast svagt med djupet.
- Lera tappar sin hållfasthet vid störning, vilket är mest markant för så kallad högsensitiv lera och kvicklera. Undvik/minimera vibrationsalstrande arbete i områden med sådan lera.



Fig. 15. Utrullningsprov på lera.