

Hjälpmedel för säkrare schaktarbete

Hampus Wahlgren



LUND
UNIVERSITY

Copyright © Hampus Wahlgren

Institutionen för byggvetenskaper,
Byggproduktion, Lunds tekniska högskola, Lund

ISRN LUTVDG/TVBP-15/5499-SE
Lunds tekniska högskola
Institutionen för byggvetenskaper
Byggproduktion
Box 118
SE-221 00 LUND

Printed in Sweden by Media-Tryck, Lund University
Lund 2014



KLIMATKOMPENSERAT
PAPPER



Förord

Med detta examensarbete avslutar jag mina fem år av studier på Väg- och vattenbyggnadsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och har genomförts i samarbete med Skanska Väg och Anläggning Syd, distrikt norra Skåne. Det behandlar planeringsprocessen för en säkrare arbetsmiljö i samband med schakt samt hur en rasskyddskonstruktion i form av en schaktsläde påverkar arbetsprocessen.

Jag vill rikta ett särskilt tack till:

- Radhlinah Aulin, handledare på byggproduktion vid LTH,
- Peter Sjöberg, biträdande handledare och distriktschef på Skanska Väg och Anläggning Syd, distrikt norra Skåne
- Personalen på projekt Strandpromenaden Et.5 för att ni ställt upp på intervjuer

Utan er hade inte examensarbetet varit möjligt. Jag vill också rikta ett stort tack till min familj och min sambo för att ni stöttat mig igenom hela projektet.

Ett sista tack till Ingela Jondell för att jag fått tillåtelse att använda dina illustrationer i *Schakta Säkert - om säkerhet vid schaktning i jord* av Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) och till Hans Sandqvist för dina illustrationer i *Schakt och gropar* av Björn Samuelsson (2007).

Lund, Mars 2015

Hampus Wahlgren

Sammanfattning

Titel:	Hjälpmedel för säkrare schakter
Författare:	Hampus Wahlgren
Handledare:	Radhlinah Aulin Avdelningen för Byggproduktion, LTH Peter Sjöberg Skanska Väg och Anläggning norra Skåne
Examinator:	Stefan Olander Avdelningen för Byggproduktion, LTH
Problemställning:	Att undersöka hur säkra schaktarbeten planeras och genomförs, samt se de fördelar respektive nackdelar som användandet av en schaktsläde för med sig vid rörläggning i stadsmiljö.
Syfte:	Syftet med rapporten är att utvärdera hur säkerheten vid schaktarbeten kan förbättras och vilka hjälpmedel som finns för att skapa bättre förutsättningar samt bedöma påverkan i framdriften.
Metod:	Genom litteraturstudier belysa risker med schaktarbetet och hur planeringen går till för att skapa rätt förutsättningar. Genom dokumentstudier, observationer och intervjuer på ett utvalt anläggningsprojekt se hur arbetet med arbetsmiljöfrågor behandlas, samt mäta kapaciteten vid schakt med schaktsläde och jämföra resultatet med schakt på traditionellt sätt.
Slutsats:	Studien visar både på goda och mindre goda exempel på hur planering och projektering innan produktionsstart ska gå till. Vidare visar studien en kapacitetsförlust vid användning av schaktsläden och därav också en kostnadsökning. På projekt Strandpromenaden Et.5 har jordförutsättningarna varit bättre än beskrivet i handlingarna vilket lett till att schaktsläden enbart använts under fem arbetspass. Det

innebär att den erhållna kapacitetsminskningen inte kan kopplas direkt till användandet av schaktsläden. Dock förstärker intervjuerna tesen om en kapacitetsminskning vid användandet av schaktsläden. Samtliga respondenter är likväl överens om att finns det risk för ras ska rasskyddskonstruktioner användas.

Nyckelord:

Säkra schakter, schaktsläde, arbetsmiljöplanering, anläggningsprojekt

Abstract

- Title:** Appliance for safe excavations
- Author:** Hampus Wahlgren
- Supervisors:** Radhlinah Aulin
Division of Building Production, LTH
Peter Sjöberg
Skanska Väg och Anläggning norra Skåne
- Examiner:** Stefan Olander
Division of Building Production, LTH
- Problem:** To examine how safe excavation work is planned and implemented and to investigate the advantages and disadvantages of using a drag box on excavation work in urban environments.
- Purpose:** The purpose of this report is to evaluate safety of excavations can be improved and what means are available for creating better and safer working conditions.
- Method:** The literature studies highlights the risks of earthworks and how planning is done to create the right working conditions.

Document studies, observations and interviews were performed on a chosen site investigating the work environment management on site.

Additionally, measurement of the capabilities and performance of the excavations with drag box were performed. Comparisons were also made with the results with traditional excavations.
- Conclusion:** The results shows both the good and inferior examples of how planning and design were performed before production

The study also shows capacity loss by using the drag box hence also an increase of cost. At the project Strandpromenaden Et.5 the soil conditions have been better than described in the construction document which

led to the drag box is used only during five shifts. This means that the resulting capacity reduction is unable to be linked directly to the use of the drag box. The interview responses reinforce the findings from observations regarding the reduction in excavation capacity using drag box. However, all respondents agreed that if risk of landslides exists then retaining walls must be used.

Keywords:

Safe excavation, drag box, work environment management, civil engineering projects

Innehållsförteckning

1	Inledning	11
1.1	Bakgrund och frågeställning	11
1.2	Syfte och målformulering	12
1.3	Avgränsning	13
1.4	Disposition	13
2	Metod	15
2.1	Studiens utformning	15
2.1.1	Planeringsfasen	16
2.1.2	Insamlingsfasen	18
2.1.3	Analysfasen	23
3	Teori	25
3.1	Geotekniska förhållandena i Sverige	25
3.1.1	Jordarter	26
3.1.2	Geotekniska förutsättningar vid schaktarbeten	29
3.2	Lagstiftning för säkrare schakter	32
3.2.1	Lagar, förordningar och föreskrifter	33
3.2.2	Allmänna råd	35
3.3	Förutsättningar för säkrare schakt	36
3.3.1	Risker med schaktarbete	37
3.3.2	Planering för säkrare schakter	40
3.3.3	Utbildningar för säkrare schakt	44
3.4	Hjälpmedel för säkrare schakter	46
3.4.1	Schakt med släntlutning	46
3.4.2	Schakt med stödkonstruktion	48
3.4.3	Schaktsläde	50
4	Empiri	57
4.1	Beskrivning av studerat projekt	57
4.1.1	Arbetsplatsens organisation	58
4.1.2	Arbetsområde	59
4.1.3	Geotekniska förutsättningar	61
4.2	Planeringsprocessen	62
4.2.1	Planering – riskidentifiering	62
4.2.2	Förändringar under produktionstiden	68
4.2.3	Kontroller	68

4.3	Observationer	70
4.3.1	Utformning av observationer	70
4.3.2	Resultat från observationer	70
4.4	Intervjuer	75
4.4.1	Förändring av urvalsprocessen för intervjuerna	75
4.4.2	Frågeformulering	75
4.4.3	Resultat	76
5	Analys och diskussion	79
5.1	Planeringsprocessen	79
5.2	Observationer	81
5.2.1	Produktivitet	81
5.2.2	Kostnad	82
5.2.3	Teoretiska släntberäkningar	84
5.3	Intervjuer	85
6	Slutsats	87
6.1	Planeringsprocessen	87
6.2	Observationer och intervjuer	88
6.3	Metodkritik	90
6.4	Förslag på fortsatta studier	91
7	Referenser	93
8	Bilagor	95
	Bilaga 1 – Intervjuresultat	95
	Bilaga 2 – Observationsmätningar	101
	Bilaga 3 – Kostnadsbesparingar	109

1 Inledning

1.1 Bakgrund och frågeställning

Att garantera sina anställda en bra arbetsmiljö är en faktor som samtliga arbetsplatser måste tänka på. Bygg- och anläggningsbranschen har länge varit en bransch med mycket arbetsplatsolyckor och fått ryktet att vara en farlig bransch. De senaste åren har ett gemensamt beslut tagits för att skapa en säkrare arbetsmiljö där ingen ska behöva skadas i sitt arbete. En stor ansträngning från alla inblandade krävs för att få till en förändring och det är inget som är gjort i en handvändning. Det handlar i många fall om att förändra synsättet och att arbetsmiljön sätts i första rummet. För att göra det krävs en fullständig överblick över vilka risker ett visst arbete innebär. En ofullständig riskbedömning på en arbetsplats resulterar ofta i att den personliga säkerheten eftersätts vilket kan leda till allvarliga olyckor. Enligt Arbetsmiljöverket (2013) är snittet för antalet skadade inom bygg- och anläggningsbranschen långt över medel. Mest drabbade är husbyggare där 13 per 1000 sysselsatta har råkat ut för en arbetsplatsolycka mellan 2010-2012 vilket kan jämföras med riksmedeltalet på drygt 6 per 1000 sysselsatta. Anläggningsarbeten är den typ av arbete inom byggsektorn som ligger näst högst på listan med drygt 10 skadade per 1000 sysselsatta.

Det är inte bara antalet skador som är högt utan även antalet dödsolyckor. Statistik från Arbetsmiljöverket (2013) visar att det har under åren 2008-2012 omkommit 57 personer i arbetsrelaterade olyckor i bygg- och anläggningsbranschen.

Arbetsmiljöverkets statistik redogör för att inom anläggningsbranschen har det mellan 2011 och 2013 skadats 49 personer i schaktrelaterade olyckor. Det går även att associera tre dödsolyckor sedan 2009 med osäkerheter i schaktarbeten där personer begravts av schaktmassor på grund av att jordegenskaperna missbedömts (Entreprenörskolan, 2012). Schaktarbetena utfördes med brantare släntlutningar än vad jordens beskaffenhet klarade av. För att skapa säkra förutsättningar krävs en grundlig förståelse för de risker det innebär med schaktarbeten och hur de ska undvikas. En bra geoteknisk undersökning kan skapa goda förutsättningar för en säker arbetsplats men minst lika viktigt är att arbetsmiljön beaktas under hela projektet, från projektering och planering till drift och underhåll. En större vetskap i hur ett säkert arbete ska planeras och vilka de stora riskerna är med de olika moment som ska genomföras kan många arbetsrelaterade olyckor förhindras. Den lagstiftning som finns syftar till att skapa säkrare arbetsplatser och det är viktigt, speciellt i planeringsskedet att veta vilka krav som ställs och hur det ska efterlevas.

Vad det gäller schaktarbeten finns det en hel del hjälpmedel för att skapa rätt förutsättningar och kunna utföra arbete i schakten utan att säkerheten behöver äventyras.

Mycket av det anläggningsarbetet som finns idag och som kommer finnas inom den närmsta framtiden är omläggning av befintliga vatten- och avloppsledningar. Det innebär djupa schakter inne i städer där platsbrist är ett stort hinder för att utföra säkra schakter på traditionellt sätt. Det krävs då att nya och befintliga metoder utvecklas för att minimera schaktbredden samtidigt som säkerheten inte äventyras.

Studien har genomförts för att svara på om arbete med en schaktsläde kan vara en del av nyckeln till problemen som uppstår i trånga miljöer. Studien har utgått från följande frågeställning:

1. Hur planeras och genomförs ett säkert schaktarbete?
2. Hur genomförs arbetet med schaktsläden?
 - a. Finns det olika tekniker och hur skiljer sig kostnadsbilden jämfört med traditionella schaktarbeten?
 - b. Under vilka förutsättningar kan det vara intressant att använda en schaktsläde? Jordmån och omkringliggande miljö?
3. Hur kan schaktlådan minska/minimera arbetsmiljörisker jämfört med den traditionella tekniken?

1.2 Syfte och målformulering

Syftet med rapporten är att utvärdera hur säkerheten vid schaktarbeten kan förbättras och vilka hjälpmedel som finns för att skapa bättre förutsättningar.

I rapporten kommer det också behandlas hur en säker schakt planeras och vilka kritiska moment det innebär att skapa bra förutsättningar för alla.

För- och nackdelar med att jobba på traditionellt sätt med släntlutningar alternativt tillfälliga rasskyddskonstruktioner skall undersökas vad det gäller arbetsmiljö och produktivitet för att skapa underlag för framtida beslut för att skapa säkra schakter.

Följande mål har satts upp för rapporten:

- Genom litteraturstudier belysa vilka risker som finns med olika jordmaterial och jordegenskaper och hur planeringen går till för att skapa rätt förutsättningar.
- Utvärdera under vilka förutsättningar en rasskyddskonstruktion i form av en schaktsläde kan användas och hur det påverkar arbetsmiljön och produktiviteten.
 - Genom att utföra kvalitativa intervjuer med personal som arbetat med både traditionell schaktning och med schaktsläde för att höra deras åsikter.
 - Genom dokumentstudier i ett anläggningsprojekt se hur planering och utförande beskrivningar är genomförda med hänsyn till arbetsmiljön.

- Genom att observera uppnådda kapaciteter och jämföra det med kapacitetssiffror för en traditionell schaktning utan rasskyddssystem

1.3 Avgränsning

Studien utförs som ett examensarbete på 30 högskolepoäng motsvarande 20 veckors heltidsstudier och därmed görs vissa avgränsningar för att passa inom den tidsramen. Studiens dokumentstudie baseras enbart på ett anläggningsprojekt som genomförs av Skanska Väg och Anläggning norra Skåne. Intervjuer har gjorts med Skanskas personal som har erfarenheter från arbete både med traditionell schaktning och med tillfälliga rasskyddskonstruktioner.

1.4 Disposition

Rapporten delas upp i sju delar och ingående delar är:

1. Inledning - Innehåller beskrivningen av studiens bakgrund, dess frågeställning, syfte, mål och avgränsningar.
2. Metod - En beskrivning av de metoder som används för litteraturstudien och rapportskrivningen.
3. Teori - Innehåller en teoretisk beskrivning av de geotekniska förutsättningarna i Sverige, hur man planerar en säker arbetsmiljö och vilka schakthjälpmedel det finns för att försäkra en säker arbetsplats.
4. Empiri - Beskrivning av studerat projekt samt en redovisning av dokumentstudier, observationer och intervjuer.
5. Analys och diskussion - En utvärdering av observationsdata samt intervjufrågor, finns också med en effektivitetsuppföljning för att kontrollera om uppsatta effektivitetsmål följs. En diskussion förs om hur arbetsmiljön förbättrades allt förämrades med schaktlådan samt hur produktiviteten påverkades.
6. Slutsats - Innehåller slutsats och återkoppling till teorin. Finns även förslag på fortsatta studier.
7. Referenser - En redovisning av de källor som använts i rapporten.

2 Metod

2.1 Studiens utformning

Det är enligt Olsson & Sörensen (1999) vanligt inom forskningsvärlden att resonera kring ett inifrån-utifrån perspektiv. Det innebär att forskaren antingen har en långvarig relation till det som ska undersökas eller ser situationen med helt nya ögon. En annan benämning kan vara kvantitativa eller kvalitativa forskningsmetoder vilka båda har sina fördelar och nackdelar. Ofta antas de vara varandras motpoler och ett forskningsprojekt hamnar normalt någonstans mitt i mellan (Olsson & Sörensen, 1999). Det kan dock vara fördelaktigt att känna till vilka fördelar respektive nackdelar som finns och försöka undvika de värsta fallgroparna. Oavsett vilken metod som väljs och som är mest lämplig för vald frågeställning är det viktigaste att forskaren försöker hålla sin objektivitet och att resultat och analyser kan undertryckas med fakta.

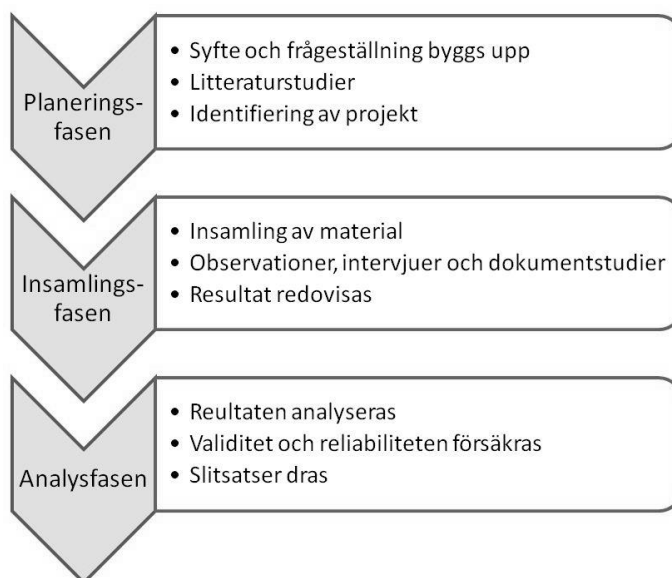
Olsson & Sörensen (1999) menar att ofta utgår ett kvantitativt forskningsprojekt från tidigare forskningsresultat som ger upphov till nya teorier. Det innebär att forskningen bygger på litteraturstudier samt egna erfarenheter för att skapa hypoteser och syften för forskningen. Genom att ha ett objektiva synsätt och försöka se på situationen med distans försöker forskaren på ett strukturerat sätt dra sina slutsatser. Frågeställningen är oftast tydlig och en tydlig strukturerad process leder fram till målet (Holme & Solvang, 1997). En kvantitativ undersökningsprocess bygger på att olika hypoteser utifrån teorienomgången prövas där ett stort antal situationer undersökts med relativt få variabler för att komma fram till resultatet.

De kvalitativa forskningsprojekt som bedrivs av forskare runt om i världen kan istället koncentreras till projekt där forskaren bedriver långa projekt i nära relation till undersökningsområdet (Olsson & Sörensen, 1999). Forskningsprocessen kan oftast ses som mer flexibel där hypoteser och frågeställningar utvecklas under projektets gång och där en ständig förändring av projektets ingående parametrar. Ett kvalitativt projekt kan också kännetecknas på att det är relativt få objekt som undersöks fast på en mängd variabler med osystematiska och ostrukturerade metoder för att hitta det unika (Holme & Solvang, 1997). Genom analyser av resultaten från t.ex. djupgående intervjuer försöker forskaren hitta samband och förståelse för ett händelseförlopp.

Studien, vars syfte är att utvärdera fördelar respektive nackdelar med att använda en schaktsläde, kommer utföras med en blandning av kvalitativa och kvantitativa undersökningsmetoder. Ett anläggningsprojekt som innefattar en omläggning av vatten- och avloppsledningar i stadsmiljö väljs ut för studien. För att få en helhetsbild över arbetsmiljöarbetet kommer en dokumentstudie genomföras där handlingar,

arbetsmiljöplan och arbetsberedningar granskas. Observationer och kapacitetsmätningar av schaktarbetet jämförs mot standardiserade schaktkapaciteter i liknande material och projekt samtidigt som kvalitativa intervjuer genomförs med personal på arbetsplatsen. Respondenterna ska både ha arbetat med schaktsläde och med traditionella schaktmetoder för att skapa en uppfattning om skillnaderna i hur arbetsmiljön upplevs.

Innan studien på arbetsplatsen inleds kommer en stor kunskapsbank skapas för att underlätta vidare studier. Genom litteraturstudier av facklitteratur, artiklar och kontakter med återförsäljare och tillverkare kan teorier och hypoteser byggas upp. I och med att litteraturstudierna genomförs på förhand kan intervjuer, observationer och dokumentstudier ha fokus på det som är viktigt för resultatet. Genom ett nära samarbete med både handledare på LTH och projektets produktionsledning kan deras kunskap och erfarenheter användas som stöd under hela studien. Forskningsprocessen kan enligt Bell (2006) delas in i tre huvudkategorier; planeringsfasen, insamlingsfasen och analysfasen. En schematisk bild över hela forskningsprocessen redovisas i Figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över studiens förfarande.

2.1.1 Planeringsfasen

Det första steget i att skapa en bra forskningsprocess och till slut kunna komma fram till ett tillförlitligt resultat är att välja rätt ämne att forska kring. Det är enligt Bell (2006) en förutsättning att genomföra ett bra grundarbete för att spara tid och hålla sig inom tidsramen. För att skapa ett syfte är det viktigt att veta hur det är tänkt att forskningsresultatet ska implementeras i framtida användningsområden. Är projektet enbart till för att skapa en högre effektivitet och produktivitet eller är syftet att skapa en större kunskap inom ett område utan någon direkt implementering. Genom att anteckna

idéer och tänkta frågeställningar samt lite anteckningar om hur resultatet kan uppnås skapas en helhet över projektet. Det kan också vara bra att redan i detta skede bestämma sig för vilka frågeställningar som är viktigast och vilka avgränsningar som ska göras (Bell, 2006). Innan arbetet går vidare anser Holme & Solvang (1997) att det är viktigt att tänka igenom det valda ämnet och syftet en extra gång för att inte påbörja ett forskningsprojekt som man tröttnar på. Tröttnar forskaren på det valda ämnet kommer resultatet dra ut på tiden och inte bli lika bra som det skulle kunna bli annars.

Att sätta upp en hypotes att utgå ifrån kan vara ett första steg till en lyckad studie. Hypotesen är ett påstående om relationen mellan olika variabler och en riktlinje för hur forskarens idéer ska prövas, dvs. om variabel X ställs mot variabel Y förväntas resultatet Z (Bell, 2006). Genom att ställa upp olika variabler mot varandra kan en hypotes antingen stödjas eller motsägas av resultatet. I mindre undersökningar krävs oftast inte en fullständig redogörelse för hypotesen utan det räcker med en konkret frågeställning med ett bra syfte och mål.

Efter att ämne, syfte och mål har bestämts måste en tidsram upprättas för projektet. Den ska vara en hjälp för att veta vilken nivå arbetet ska läggas på. Det finns enligt Bell (2006) normalt inte tid för att få med allt i en rapport som kan tyckas vara viktigt utan vissa begränsningar måste göras. Många faktorer kan spela in då ett projekt blir försenat men i många fall när det gäller forskningsprojekt beror det på att datainsamlingsfasen drar ut på tiden. När författaren sitter och skriver uppstår nya idéer hela tiden på vad som skulle vara bra att ha med i rapporten. Finns en deadline för hela projektet kan slutresultatet bli lidande av en försening tidigt i projektet då analysen inte genomförs på bästa möjliga sätt (Bell, 2006).

I aktuell studie är syftet fastställt från start. Det som ska undersökas är hur arbetsmiljöarbetet genomförs på ett anläggningsprojekt samt hur arbetet med en schaktsläde kan hjälpa till att säkerställa en bra arbetsmiljö? En frågeställning skapas som är både enkel och övergripande. Det innebär att hela studien ska kunna genomföras bara med syftet att besvara den. Resultat ska ge en fingervisning om i vilka typer av projekt som möjligheten finns att använda sig av schaktsläden och det är därför viktigt att på ett konkret sätt redovisa de förutsättningar som finns i aktuellt projekt. Det finns samtidigt ett mål att skapa större förståelse för vilka svårigheter som kan uppstå i planeringen av en säker arbetsmiljö och hur dessa på bästa sätt kan undvikas.

Studien bygger på en fallstudie där ett projekt studeras utifrån uppsatta parametrar för att skapa en uppfattning av realiteten i ett anläggningsprojekt. Enligt Merriam (1994) måste det i valt projekt finnas förutsättningar för att kunna besvara uppställd frågeställning. I samband med att projektidentifieringen kan det vara bra att tänka på om undersökningen kommer genomföras som en experimentell eller icke-experimentell metod. Den största skillnaden är att då en experimentell undersökning genomförs måste forskaren själv ha kontrollen över de variabler som påverkar resultatet. Enligt Merriam (1994) kan det i en sådan undersökning studeras hur orsak, verkan och relationer har ett samband. I aktuell studie, som bygger på förhållanden i ett anläggningsprojekt, är det praktiskt omöjligt att styra samtliga variabler. Det innebär att undersökningen kommer bedrivas som en icke-

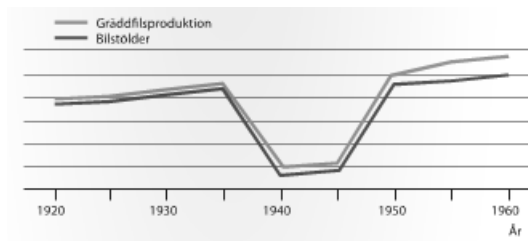
experimentell studie där syftet främst är att skapa en uppfattning av ett verkligt skeende och utifrån det göra analyser som kan underlätta framtida beslut.

2.1.2 Insamlingsfasen

När syftet och frågeställningen har fastställts kan insamlingen av information påbörjas. Det finns många olika sätt att tillskansa sig information och Bell (2006) menar att det inte är vilken metod som används utan att utföraren frågar sig vilken typ av information som behövs och varför den behövs som är det viktiga. Utifrån svaret på de frågorna kan funderingar kring vilka lämpliga metoder som finns och hur det kan tillämpas för att ge den krävda informationen. Det är viktigt att komma ihåg att ofta används mer än en metod för att se helhetsbilden av en uppställd hypotes (Bell, 2006). En undersökning som främst bygger på kvantitativa metoder kan också få inslag av vissa kvalitativa drag. Vilka avgränsningar som måste göras under informationsinsamlingen beror till stor del på den tid som begränsar projektet. Det kan innebära att resultatet i en mindre studie underbyggs av enbart en metod medan i ett större projekt kan flera metoder användas för att ge resultatet större tyngd (Holme & Solvang, 1997).

Det är viktigt att insamlad data kritiskt granskas för att avgöra vilken tillförlitlighet den har. Reliabilitet är ett mått på hur tillförlitligt ett tillvägagångssätt är, vilket innebär att samma resultat kan uppnås med den metoden oavsett när undersökningen utförs. En intervjufråga som ställs på samma sätt kan vid olika tillfällen leda till olika svar. Det kan enligt Bell (2006) bero på en mängd olika parametrar. Intervjupersonen kan ha varit med om något nyligen som har nyanserat svaret eller så kan intervjuarens förfarande uppfattas olika. Det går att mäta reliabiliteten genom att samma test görs vid olika tidpunkter eller att samma test utförs med en alternativ formulering av frågor för att se om resultatet är likvärdigt.

Mer komplicerat blir det då man talar om validiteten av en undersökning. Validiteten innebär att undersökningens giltighet ifrågasätts, dvs. mäts verkligen det som författaren vill undersöka eller kan resultatet påverkas av något annat. En undersökning kan ha hög reliabilitet men ändå helt sakna validitet. Ett exempel finns i *Forskningsprocessen – kvalitativa och kvantitativa perspektiv* av Olsson & Sörensen (1999) där förhållandet mellan gräddfilsproduktionen och bilstölder såg ut 1920-1960 (Figur 2). Kurvorna följer varandra och forskaren drog slutsatsen att gräddfilsproduktionen skapar muskelsyror som skulle leda till fler bilstölder. I själva verket beror troligtvis resultatet på att både gräddfilsproduktionen och tillgången till bilar att stjäla gick ner kraftigt under andra världskriget (1939-1945).



Figur 2. Gräddfilsproduktionen och bilstödler (1920-1960) (Olsson & Sörensen, 1999).

I aktuell studie är det viktigt att både validiteten och reliabiliteten kan säkerställas. Det gäller att de slutsatser som dras kan antas vara riktiga och inte bero på andra yttre omständigheter. Genom att använda flera metoder (dokumentstudier, observationer och intervjuer) på flera källor samt tolka resultatet mot tidigare teorier kan en viss tillförlitlighet uppnås. Det är också viktigt att klargöra vilka begränsningar och vilka förenklingar som gjorts under studiens genomförande och hela tiden vara medveten om de risker som finns med valda metoder. Resultat och slutsatser kommer att diskuteras med både personal på den aktuella arbetsplatsen och med handledare på LTH som båda har stora erfarenheter av att genomföra liknande studier.

Dokumentstudier

Bell (2006) menar att många forskningsrapporter bygger på studier och slutsatser dragna från dokumentgenomgångar. Det är viktigt att veta hur dokumenten ska väljas ut och analyseras samt hur riktigheten hos dokumenten kan säkerställas. Holme & Solvang (1997) visar ett exempel på hur ett sådant urval kan genomföras, genom att sätta upp en förteckning över samtliga enheter och gruppera dem efter liknande egenskaper. Från de grupperna väljs ett visst antal enheter.

En dokumentstudie nyttjas som ett komplement till andra metoder av informationsinsamling men kan i vissa undersökningar också stå som ensam insamlingsmetod. Det finns främst två typer av dokumentstudier, den första kallas för källorienterad studie vilket innebär att ingen frågeställning finns på förhand utan projektet inleds med att en del dokument studeras och utifrån dessa skapas en frågeställning som styr forskningsprojektet. Den andra metoden är enligt Bell (2006) den vanligaste metoden och kallas för *problemorienterad* studie och bygger på en grundfrågeställning som utvecklas under studieprocessen. Ofta kommer tiden spela en avgörande roll för hur grundlig en dokumentstudie kan göras. Finns det en tydlig frågeställning och målbild är det lättare att välja vad som söks i materialet. Det krävs dock en noggrann urvalsprocess för att inte utelämna något som kan vara viktigt för slutresultatet och att inte bara dokument som styrker forskarens egna teser väljs (Holme & Solvang, 1997).

Genom ett bra urval bland de källor som finns att tillgå görs ett bra grundarbete för att skapa ett bra resultat. Nästa fas i dokumentstudierna menar Bell (2006) är att kunna

genomföra en korrekt innehållsanalys, dvs. en analys av innehållet som kan användas för att dra konkreta slutsatser som både är reliabla och valida.

Då uppställda kriterier granskats i valda dokument måste en kritisk källanalys genomföras (Holme & Solvang, 1997). Resultatet sätts i ett sammanhang vilket senare kan används för att göra analyser och dra slutsatser. Analysen kan delas upp i en extern eller intern granskning, där den externa görs för att se till källans autenticitet (äkthet) och den interna för att se vilken typ av källa det är och vad den egentligen säger. I en mindre undersökning utförs enligt Bell (2006) i normalfallet en mindre extern källanalys som innefattar en enklare analys av källans riktighet. Större vikt läggs på den interna granskningen där svar på frågor som rör; typ av källa, vad källan säger, vem som är upphovsman och finns likheter med likartade källor. För att skapa en fullständig bild kan det vara en fördel att ta reda på under vilka förutsättningar som dokumentet skapats och om upphovsmannens mening har varit att skapa en publik rapport eller om den enbart är tänkt att användas internt (Bell, 2006).

Genom analyser av upprättade dokument och beskrivningar i aktuellt projekt kan slutsatser av hur arbetsmiljön planeras och säkerställs dras. Det är viktigt för processen att en uppföljning av hur dokumenten tolkas i verkligheten genomförs och att dokumenten inte bara är en text som skapas utan att någon använder informationen. I studien kommer framförallt de dokument som hanterar arbetsmiljöfrågor att identifieras och jämföras mot vad lagkraven säger och hur väl ett säkert beteende är uppfyllt. Det är framförallt arbetsmiljöplanen, arbetsberedningar och trafikordningsplanen som kommer studeras i syfte att skapa en bild över arbetsmiljöarbetet.

Observationsformer

Bell (2006) menar att det är viktigt att veta exakt vad som ska observeras och varför faktainsamlingen måste ske genom observationer. Det måste också fastställas om observationer ska vara den enda insamlingsmetoden eller om det är ett komplement till andra metoder. Det krävs noggranna förberedelser och ofta goda kunskaper i ämnet för att skapa ett tillförlitligt resultat av observationerna. Intervjuer kan ofta användas för att få en bild av hur någon uppfattar en situation men observationer används för att se vad som faktiskt sker. Det är dock viktigt att komma ihåg att vad som faktiskt skett också beror på hur olika personer uppfattar situationer olika. Enligt Bell (2006) kan en och samma situation uppfattats helt olika av de olika deltagarna. Anledningen är att koncentrationen riktar sig åt olika håll för observatörerna och att personliga tolkningar vägs in i händelseförloppet.

Det betyder dock inte att observationsmetodiken är bortkastad utan det är viktigt att en medvetenhet finns för att det som ses som sanning för en kanske inte är det för någon annan (Bell, 2006). Det blir viktigt för ett bra resultat att kunna se bortom egna värderingar och skapa en så neutraliserad bild som möjligt. Observationer kan delas in i deltagande och icke-deltagande observationer (Bell, 2006; Olsson & Sörensen, 1999). En icke-deltagande observation benämns som direkt eller indirekt beroende på hur forskaren tillskansar sig fakta. Direkta observationer antas vara sådant som händer framför och omkring oss. Videospelningar räknas också som direkta observationer och kan med

fördel användas för att lättare kunna analysera hela händelseförloppet då det kan ses flera gånger. Med indirekta observationer menas de observationer där ett mätvärde avläses från ett instrument (Olsson & Sörensen, 1999). Direkta och indirekta observationer kan ytterligare delas in i olika undergrupper. Det finns bland annat deltagande eller icke-deltagande samt ostrukturerade och strukturerade observationer. Deltagande observationer innebär enligt Bell (2006) att observatören deltar själv i utförandet som ska observeras, till exempel om samarbetet i en grupp ska utredas där observatören själv är med i gruppens vardag. Det finns exempel på forskare som under flera år varit deltagande observatörer för att bli en accepterad del av gruppen och kunna utreda sina frågeställningar. Det kan innebära stora svårigheter att skapa en rättfärdigande bild av forskningsresultatet då observatören ofta är mitt i situationen (Holme & Solvang, 1997). Risker finns att resultatet tolkas subjektivt och skevt då det saknar underbyggande statistisk data och istället bygger på känslor och intryck. Bell (2006) tror att erfarna deltagandeobservatörer kan undvika de värsta farorna, med medvetenhet kan bättre förutsättningar skapas för att få goda resultat. Fördelen är att forskaren känner till organisationen och hur olika personer beter sig i olika situationer. Det är också lättare att studera förändring över tiden.

Många av riskerna med en skev bild av studerat ämne kan återfinnas i projekt där en ostrukturerad observation genomförts. Det väljs ändå på grund av att syftet med observationen är känt men de ingående detaljerna inte är helt klara. Metoden innebär att så mycket fakta som möjligt samlas in och att i efterhand analyseras för att skapa mönster att dra slutsatser kring (Bell, 2006). Ytterligare mätningar kan utföras för att bearbeta och styrka insamlad data efter det att viktiga detaljer för observationerna har identifierats. En ostrukturerad observation kan vara ett bra hjälpmedel för att utveckla teorier men är inte lika lämpade att basera fullständiga rapporter på resultatet.

Som oerfaren observatör kan det enligt Bell (2006) vara en fördel att genomföra en strukturerad observation vilket innebär att det är observatören som på förhand väljer parametrar att undersöka. Undersökningsmetodiken innebär även vissa fallgropar och rapporten kan uppfattas som förvrängd då det är observatören som själv ställer upp parametrarna. Problematiken kan minimeras med en bra hypotes och ett väl genomarbetat syfte, som tas fram innan undersökningen påbörjas. Den viktigaste aspekten för en väl genomförd observation, oavsett vilken metod som används, är att observatören hela tiden försöker ha ett objektivt synsätt.

Det är viktigt att redan innan undersökningen påbörjas ställa upp ett observationsschema där det är tydligt hur undersökningen går till och vilka parametrar som ska antecknas. Det får enligt Bell (2006) inte finnas något tvivel på hur och vad som ska antecknas för redovisat resultat. Trots att många forskare tidigare har utfört olika typer av observationsmetoder finns det ingen typisk mall som fungerar på samtliga projekt, varje undersökning kräver sin egen typ av undersökningsmaterial. Förberedelser är av största vikt och det är viktigt att bestämma sig för exakt vad det är som ska undersökas. Det kommer inte gå att undersöka allt men om en tydlig målbild finns blir det lättare att kontrollera det som är centralt för syftet.

I aktuellt anläggningsprojekt kommer observationerna genomföras enligt följande parametrar:

- Tidsåtgången för varje arbetsmoment mäts och antecknas, minst två gånger per mätvecka.
- Kapaciteten i antalet meter/arbetspass mäts under en två veckors period

Genom bra förberedelser kan observationen genomföras som en nästintill helt strukturerad observation där samtliga moment är kända innan observationen påbörjas. Det finns tydliga övergångar mellan de olika arbetsmomenten vilket underlättar studien. Det är viktigt att observationerna känns relevanta för vidare studier och att slutsatser kan dras ur den genomförda observationen.

Intervjumethodik

Intervjuer används ofta i forskningsprojekt på grund av dess stora flexibilitet. Det går att utveckla frågorna under själva intervjun genom att följa upp idéer och svar samt gå djupare in på motiven och känslor som lett fram till respondentens förklaringar (Bell, 2006). I aktuell studie används intervjuerna som ett komplement till de mer kvantitativa observations- och dokumentstudierna för att skapa ett mer kvalitativt resultat. Den stora problematiken jämfört med att t.ex. skicka ut enkäter är att det tar längre tid och under en kortare undersökning kan inte ett lika stort antal svar erhållas. Resultatet kan ibland anklagas för att vara vridna åt forskarens fördel då ett intervjusvar ofta tolkas subjektivt, speciellt då intervjuaren har ställt många följdfrågor. Det finns vissa grundläggande förutsättningar som måste tas med i beaktningen när en intervju ska genomföras. Det är enligt Bell (2006) viktigt att personen som blir intervjuad är medveten om syftet med intervjun, hur resultatet kommer att publiceras och att få dennes godkännande innan intervjun påbörjas.

De viktigaste grunderna i en intervjusituation är att välja tema, frågeställningar samt bestämma vilka specifika frågor som ska användas samt på förhand välja analysmetod. Det är viktigt att både frågor och analysmetod utgår från att resultatet ska vara riktigt och objektivt. Språkbruket ska vara begripligt för respondenterna och det kan vara av stor betydelse hur frågorna framställs av intervjuaren. Situation och omgivning kan också påverka resultatet. I *Introduktion till forskningsmethodik* av (Bell, 2006) finns fyra tips som ska finnas i beaktning när intervjufrågorna utvecklas:

- Inga ledande frågor.
- Inga outtalade förutsättningar.
- En fråga i taget.
- Inga värderande frågor.

Det kan enligt Holme & Solvang (1997) vara bra att träna på de uppställda intervjufrågorna ett par gånger innan de ”riktiga” intervjuerna. En fråga som tolkas på ett sätt för en kanske inte tolkas likadant av någon annan. Genom att använda

inspelningsutrustningen försäkras sig intervjuaren om att ingenting missas i respondentens svar och att anteckningar som utförs anklagas för att vara subjektiva.

Valet av intervjumetod är också viktigt för att motivera hur frågorna är uppställda och hur resultatet har tolkats. Det finns både strukturerad-, semi-strukturerad och ostrukturerad intervjumetoder (Bell, 2006). En strukturerad intervju innebär att ett frågeformulär används. Det ger intervjuaren bättre förutsättningar för att lättare summera och utvärdera resultatet. En semi-strukturerad intervju innebär att samma typ av frågeställning med ett frågeformulär används med följdfrågor som ska skapa ett förtydligande vad respondenten avser. Ostrukturerade intervjuer kräver mer av intervjuaren bland annat krävs stor kompetens för att verkligen komma fram till en konklusion och att inte intervjun bara blir ett samtal. Enligt Holme & Solvang (1997) är det viktigt att komma ihåg att en intervju innebär att den ena parten är ute efter någon typ av information från den andra och tolkningen av resultatet kan bli svårt om inte ett tydligt syfte innan intervjun påbörjas finns. Det krävs dock en viss form av frihet när en intervju genomförs och det kan vara en god idé att ligga någonstans mellan strukturerad och ostrukturerad för att ge respondenten möjligheten att utveckla sina svar. Holme & Solvang (1997) menar att det är respondenten som ska styra intervjun och understryker vikten av att hen ska få prata om det som är viktigt för den enskilde.

I studien kommer intervjuer användas för att personalen på arbetsplatsen ska få ge sin syn på hur arbetet med arbetsmiljön upplevs samt om arbetet med schaktsläden ger en positiv eller negativ effekt. En strukturerad intervju kommer att genomföras men med tillfällen för respondenten att tillägga sina egna åsikter och funderingar. Ett intervjuschema upprättas med frågor som testas på en person innan de riktiga intervjuerna. Intervjuerna kommer också, om det är okej för den intervjuade, att spelas in för att i ett senare läge kunna lyssna igenom samtliga svar igen och se till så att inget förbisetts. Urvalet som ska intervjuas baseras på fördelningen av arbetsplatsens personal. Det är viktigt att alla tjänster är representerade för att få en helhetsbild av arbetet och skapa reliabilitet.

2.1.3 Analysfasen

En analys av all den insamlade informationen är kanske det som är mest centralt för att en undersökning överhuvudtaget ska ge något (Bell, 2006). Insamlade data från observationer, dokumentstudier och intervjuer måste på något sätt omarbetats till ett gemensamt resultat där syftet ska vara att svara på uppställd frågeställning. Det är, som tidigare nämnt, av största vikt att hur resultatet ska analyseras funnits med under hela arbetsgången. Det handlar många gånger om att hitta samband och dra slutsatser ur en begränsad mängd data. Slutsatserna måste vara försvarbara gentemot det resultat som undersökningen visat och komma ihåg att inte dra för stora slutsatser. Det finns enligt Bell (2006) många exempel på där forskare utifrån en undersökning dragit slutsatser som visat sig inte stämma när ytterligare mätningar gjorts. De analyser som görs och det resultat som visas måste stå i paritet till undersökningen och i ett mindre projekt kan inte för stora generaliseringar göras. Det kan dock utgöra bra utgångspunkter för vidare efterforskningar och slutsatser.

För att överhuvudtaget inleda analysfasen i ett projekt är det centralt att kunna kategorisera sina data för vidare analys. Som Bell (2006) skriver i sin bok *Introduktion till forskningsmetodik*

”Etthundra enskilda och intressanta upplysningar kommer inte betyda något för en forskare eller läsare om det inte kategoriseras på något sätt.” (s. 205)

Normalt har den som utför undersökningarna en mängd tankar om olika kategorier innan utförandet men Bell (2006) varnar för att det kan påverka hur själva undersökningen genomförs. Det bästa är att utifrån resultatet på undersökningen försöka genomföra någon typ av kategorisering. Att använda olika typer av datainsamlingsmetoder kan försvåra arbete med att hitta ett gemensamt sätt att presentera resultatet men det kan vara en fördel då fler infallsvinklar ger bättre förutsättningar för en bättre slutprodukt.

Det finns många fördelar med att försöka visa resultatet i tabeller och diagram då det kan ge en lättare bild över sammanhang och förhållanden. Det är dock enligt Bell (2006) viktigt att välja rätt diagram då viss typ av data kan te sig märklig att redovisa i vissa typer av diagram. Det går inte heller bara att lita blint på hur statistiska sammanhang kan stämma överens i ett diagram utan en bakomliggande tanke måste finnas i vad det är som redovisas. Återigen går tanken till exemplet med bilstölder och gräddfilmsproduktion från Olsson & Sörensens (1999) bok *Forskningsprocessen - kvalitativa och kvantitativa* (se Figur 2).

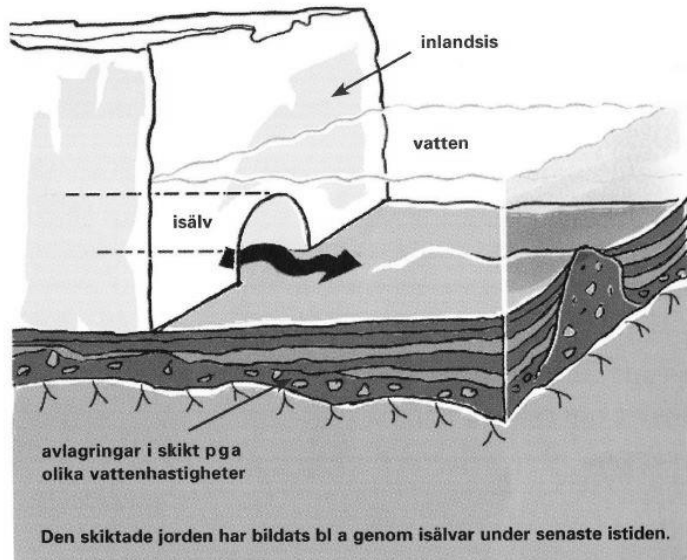
3 Teori

3.1 Geotekniska förhållandena i Sverige

Vid all form av produktion är det viktigt att förstå de material man arbetar med för att skapa rätt förutsättningar för sig själv och möjligheten för en bra slutprodukt. Material kan vara mer eller mindre komplexa, med skiftande form och struktur. Vid schaktarbeten är komplexa material något som man hela tiden får erfara. Inte nog med att jordlagrens sammansättning och mäktighet skiftar, även jordlagrens egenskaper skiftar med årstider och förändrade väderförhållande (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). På grund av det finns inga färdiga modeller som visar på hur ett material kommer uppträda under varje givet tillfälle. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) krävs stor kunskap och erfarenhet av att tolka de geotekniska förutsättningarna i projekt för att genomföra en bra riskbedömning

Mycket av de jordar som idag täcker Sverige är kvar från den senaste istiden då stora delar av norra Europa var täckt av is. Isens enorma egentyngd gav isen plastiska egenskaper vilket ledde till inre rörelser i isen. Isrörelserna krossade och malde berggrunden och de understa ismassorna, som trycktes ut mot sidorna av istäcket, drog med sig stora mängder jord och vittrad berggrund. Då massorna nådde ytterkanten av isen avsattes de som moräner. Temperaturförändringar förändrade isens utbredning vilket har uppfattas som att isen rörde sig fram och tillbaka. Vilket i sin tur lett till att moräner avsattes över större delen av Sveriges yta och är enligt Statens geotekniska institut (2014) och Lindskog & Rengmark (1980) den vanligaste jordarten idag.

Vid issmältningen (ca 10 000 år sedan) bildades enorma mängder smältvatten som tog med sig jordmassor i alla fraktioner, från lerpartiklar till stora block, genom sprickor och ner till isens botten. Enligt Lindskog & Rengmark (1980) ansamlades stora mängder vatten i landskapets dalgångar och bildade enorma smältfloder med hög vattenhastighet. I närheten av iskanten avtog vattenhastigheten och större fraktioner sedimenterade. Block och sten bildade kullar av välsorterade isälvssediment som under transporten nöts och gett isälvsvlagringarna en rundad form (Figur 3).



Figur 3. Isälvsavlagringar vid isälvsmyning (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003)

De mindre fraktionerna som sand-, ler- och siltpartiklar sedimenterade då vattenhastigheten minskat ytterligare. Stora delar av landet var täckt av hav under issmältningen vilket lett till att mängder av ler- och siltpartiklar sedimenterat över hela landet (Figur 3). Förändringarna i temperaturer över årstiderna bidrog till att vattenhastigheterna i smältfloderna förändrades och partiklarna färdades olika långt. Enligt Lindskog & Rengmark (1980) har det inneburit att idag hittas så kallad varvig lera där skikten i leran består av olika beståndsdelar. Även ovanför högsta kustlinjen (högsta havsnivån sedan senaste istiden) bildades det sjöar av smältvatten. På botten av dessa kunde finkorniga partiklar sedimentera vilket innebär områden med glaciala sediment även finns i områden som aldrig legat under havsnivån (Lindskog & Rengmark, 1980).

Lindskog & Rengmark (1980) menar att stora förändringar även har skett efter den senaste inlandsisen, speciellt på de områden som ligger under högsta kustlinjen dvs. som har legat under havsnivån. Vågor och strömmar omfördelar jordarterna ytterligare och bildningen av jordmaterial är en kontinuerlig process där material hela tiden förflyttas och nya konstellationer bildas.

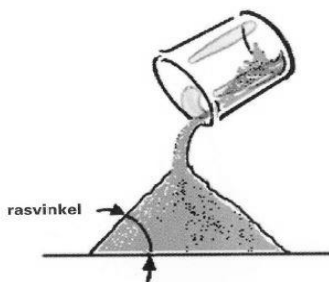
3.1.1 Jordarter

Lindskog & Rengmark skriver i sin bok *Geoteknik* (1980) att olika indelningar används för att klassificera jordarter. De delas normalt in i olika huvudgrupper baserat på ingående beståndsdelar, beskaffenhet, kornstorlek, tjälfarlighet eller hållfasthet. Ett första steg är ofta att dela jordarterna efter ingående beståndsdelar där jordar som består av mineralpartiklar skiljs från de som består av organiskt material. Blandjordar av de båda

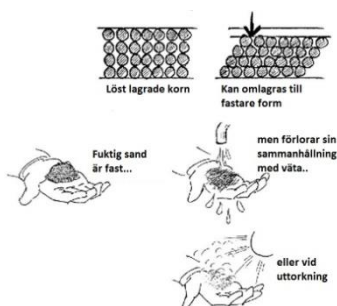
benämns ofta organiskt blandad mineraljord alternativt mineralblandad organiskjord beroende på vilken som är huvudkomponenten.

En jords egenskaper bygger på hur förhållandet mellan de ingående partiklarna ser ut och på bildningsprocessen (Larsson, 2008). Det brukar sägas att en jord är uppbyggd av tre komponenter. En fast fas som består av mineralkorn eller organiskt material. De fasta partiklarna fungerar som den lastbärande strukturen i en jords uppbyggnad. De andra två är flytande- och gasfas som finns i mellanrummet mellan mineralkornen och består främst av porvatten och luft (Larsson, 2008). I de jordarter som består av större kornfraktioner finns det kontakt mellan fasta partiklarna och det är förhållandet mellan mellanrummet och de fasta partiklarna som påverkar jordegenskaperna i allra största utsträckning. Enligt Larsson (2008) har en jord som inte blivit utsatt för något tryck och som består av jämnstora korn ofta en hög andel porer. Det kan jämföras med en jord som består av månggraderade jordpartiklar och varit utsatt för högt tryck vilket kan ge en väldigt tät struktur.

Det finns främst två modeller för hur hållfastheten hos en jord byggs upp, det är fiktionsjord eller kohesionsjord. Den första, friktionsjord, är en grovkornig jord, vars hållfasthet bygger på friktionen mellan kornen. En friktionsjord har en rasvinkel (Figur 4) som varierar mellan olika friktionsjordar. Friktionsvinkeln i löst lagrat tillstånd kan sättas till rasvinkeln som enligt Statens geotekniska institut (2014) antas vara den vinkel då materialet rasar (partiklar övergår från vila till att rulla över varandra) om det skulle läggas på hög. Vattnets inverkan på hållfastheten på friktionsjordar spelar också en stor roll. Vid helt torra förhållanden bygger hållfastheten på kornens friktion och det går att bestämma en friktionsvinkel. Vid lätt fuktigt tillstånd kan något som kallas falsk kohesion uppstå vilket betyder att sand- och grusjordar får en ökad friktionsvinkel och en ökad hållfasthet. Det beror på att när jorden inte är helt vattenmättad finns det både luft och vatten i porerna. Ytspänningarna kring luftbubblorna bildar en dragningskraft mellan partiklarna vilket göra att tryckkrafterna på kornen ökar och således ökar friktionen. Då porerna blir helt fyllda med vatten eller helt saknar innehåll av vatten försvinner ytspänningen och således effekten (Figur 5) (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003; Samuelsson, 2007).



Figur 4. Rasvinkel för friktionsjord
(Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska institut, 2003)



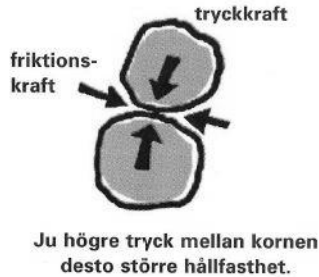
Figur 5. Egenskaper för en friktionsjord (Samuelsson, 2007)

I den andra, kohesionsjord, är det enligt Larsson (2008) inte enbart fiktionen som bygger upp den lastbärande strukturen. Det är kohesionskrafter (den elektriska ytaktiviteten som skapar en attraktionskraften mellan molekylerna) som knyter de små partiklarna i en kohesionsjord till varandra. Det innebär enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) att istället för att kornen rullar över och rasar som en friktionsjord glider ett helt sjok längs en glidyta. Enligt Statens geotekniska institut (2014) består många jordarter av sammansättningar av olika kornfraktioner där egenskaperna oftast kan bestämmas genom att andelen av varje fraktion som ingår i jorden bestäms. De vanligaste jordarterna i Sverige är lera, silt, sand, grus och morän samt kombinationer av dessa (Statens geotekniska institut, 2014).

Lera har sitt ursprung från sediment i sjöar eller hav och är en kohesionsjord. Den är uppbyggd av små korn. En jordart klassas som lera om den innehåller mer än 40 viktprocent finjord eller lerpartiklar (<0,06 mm) (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). Leran är lätt igenkännlig på grund av dess formbarhet, då den normalt kan rullas till en tunn tråd i naturfuktigt tillstånd. Enligt Statens geotekniska institut (2014) är den viktigaste hållfasthetsegenskapen i en lera att det inte är lerpartiklarnas friktion mot varandra utan kohesionskrafter mellan partiklarna som binder. Det betyder att vid ras är det en sammanhängande jordmassa som förflyttas längs en glidyta i ett skred. Ett annat kännetecken för lera är att den i normaltillståndet innehåller en stor andel vatten, Statens geotekniska institut (2014) menar att det främst är bundet till lerpartiklarna. I vattenmättat tillstånd är leran i princip helt tät men om leran får torka ut och det bundna vattnet försvinner blir leran sprickig. Leran har då en stor vattengenomsläpplighet.

Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) är silt också uppbyggd till största del av små partiklar (0,06-2 mm). Egenskaperna hos silt förändras mycket om den är fuktigt eller torr, i torra förhållanden är silten fast och beter sig som en friktionsjord men det räcker med en liten förändring i vattenhalten för att silten ska få en flytande konsistens. Speciellt känslig är silten om den i samband med ökad vattenhalt utsetts för vibrationer.

Sand och grus består av något större kornfraktioner och kornen går att urskiljas. En sandjord består främst av fraktioner mellan 0,06-2 mm och en grusjord av fraktioner mellan 2-60 mm (Statens geotekniska institut, 2014). Sand och grus finns främst i en blandning av olika fraktioner och har många gemensamma egenskaper. På många av de ställen som sand och grus finns naturligt utsorterade från övriga fraktioner är det i form av isälvsavlagringar och är enligt Statens geotekniska institut (2014) efterlämningar från då inlandsisen smälte. Den viktigaste skillnaden mot lera och silt är att det är en friktionsjord dvs. det är friktionen mellan kornen som bygger upp hållfastheten (Figur 6). Hållfastheten är i normalfallet större för en friktionsjord än för en kohesionsjord vid tryckkrafter men vara betydligt lägre (ner mot 0) vid dragkrafter.



Figur 6. Princip för friktionsjords hållfasthet (Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska institut, 2003)

Morän är en helt osorterad jordart och innehåller alla fraktioner från ler till block. Normalt anges vilken kornstorlek som är den dominerande då egenskaperna förändras om det är ler eller block som är dominerande. Det finns både finkorniga, ler- och siltmoräner som har kohesionsjordslänkande egenskaper och grovkorniga sten- och blockmoräner vars egenskaper liknar en friktionsjord (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003; Statens geotekniska institut, 2014). Kornen hos en morän är ofta kantiga, på grund av bildningssättet, och binder bättre till varandra än runda. Det innebär enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) att hållfastheten oftast kan vara något högre för en grovkornig morän än för en ren friktionsjord och en brantare friktionsvinkel kan antas. Morän består ofta av flera lager med olika hårt packade jordlager. De översta lagren består av relativt uppluckrat material, ytmorän, som främst transporterats i isens överkant och de nedre lagren av hårt packad morän, så kallad bottenmorän eller pinnmo (Lindskog & Rengmark, 1980).

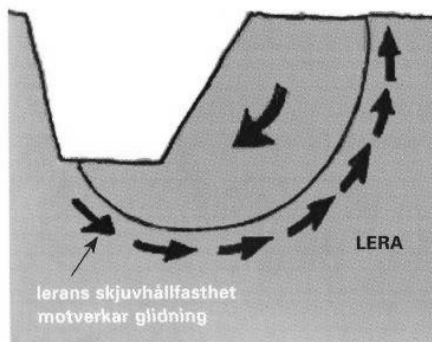
3.1.2 Geotekniska förutsättningar vid schaktarbeten

Vid schaktarbeten och då speciellt ledningsschakter är det viktigt att veta vilka geotekniska förutsättningar som gäller för berört område. Egenskaperna styrs ofta av jordens vatteninnehåll och hur aktuell jord berörs av förändringar i vattenhalten måste kontrolleras. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) är grundvattennivån den största faktorn som inverkar och en undersökning av nivå och hur den ligger i förhållande till tänkt schaktbotten genomförs innan arbetet påbörjas. Grundvattennivån kan ibland vara svår att bedöma med tanke på att den förändras över årstiderna med förändrad temperatur och nederbörd.

Olika risker identifieras beroende på vilken jordart som arbetet ska utföras i. För att bedöma vilka typer av risker som finns kan det vara bra att ta reda på jordens egenskaper genom att, som det står beskrivet i boken *Schakta säkert – om säkerhet vid schaktning i jordar* av Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003), utföra en enklare förundersökning. Rekommendationen är att gräva en provgrop till samma djup och i närheten av var schakten ska ske. Gropen ska stå öppen 24 timmar och under observation

för att se hur jordens egenskaper förändras. Det är också viktigt att känna och ta på jorden för att kunna bedöma om det är lera, silt, sand eller grus. Lera och silt är ofta de kornfraktioner som är mest förrädiska.

För schakt i kohesionsjordar är den största risken skred vilket normalt sker längs en cirkulär-cylindrisk glidyta (Figur 7). För att förhindra skred måste det mothållande momentet från skjuvkrafterna längs glidytan vara större än det påtryckande momentet från jordens egentynghet. För att konstatera en stabil slänt måste enligt Lindskog & Rengmark (1980) en mängd rotationscentrum beräknas.



Figur 7. Cirkulär-cylindrisk glidyta i kohesionsjord (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).

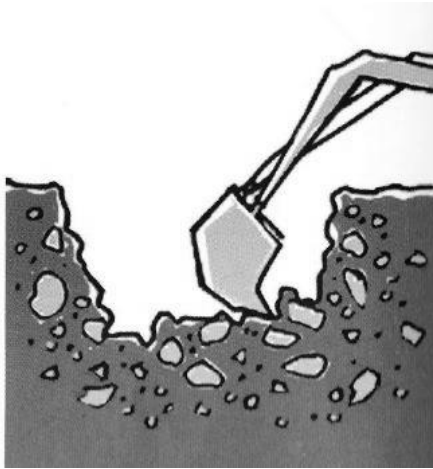
Då schakten ska planeras är det enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) viktigt att ta i beaktningen hur djup schakten är, dess släntlutningar och vilka yttre belastningar som finns på schaktkanterna vilket får en avgörande roll i stabilitetsberäkningarna. Schakter i siltiga jordar kan innebära stora risker, då förhållanden förändras från dag till dag beroende på väderlek. En slänt som ser stabil ut när den schaktas kan bara av vibrationerna från schaktningen förändras till en flytande jord (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). Silt är också mycket tjälfarlig vilket vid tjäle kan inge en falsk trygghet då slänterna kan ses som stabila tills det att tjälen släpper och siltjorden börjar flyta. Risken enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) i tjälfarliga är också att materialet tinar vilket leder till tidigare fastfrysta stenar och block rasar ner i schakten (Figur 8).



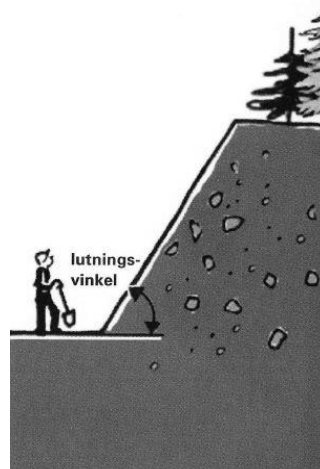
Figur 8. Tjällossning (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).
Risk för stenar och block som faller ner då tjälen tinar

Sand och grus rasar när slänterna överstiger deras friktionsvinkel. Det är viktigt vid schaktarbeten att ha tillräckligt med plats för erforderliga släntlutningar. För utformning av schakten bestäms lagringstätheten och vattenhalten då det är det som påverkar friktionsvinkeln i allra största utsträckning. Det finns risk för en falsk trygghet då jordens slänter kan stå brantare än den egentliga friktionsvinkeln under kort tid. Det beror på effekterna av falsk kohesion alternativt tjäle. Det är i båda fallen viktigt att kontrollera slänterna då en förändring i väderlek eller temperatur leder till att den tillfälliga ökningen av hållfastheten kan försvinna (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003; Lindskog & Rengmark, 1980).

Den vanligaste jordarten i Sverige är morän och täcker 75 % av Sveriges yta. Morän finns också enligt Lindskog & Rengmark (1980) som bottenlager på många ställen där översta lagren består av en annan jordart. Normalt är morän svårpackad då sten och block halten är hög (Figur 9). Bottenmoränerna som är hårt packade gör schaktbarheten mer komplicerad. Det risker som uppstår med att arbeta i moränenschakter är att slänterna i hårt packade moräner i princip kan ställas horisontellt och enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) finns risk för ras av större stenar och block (Figur 10).



Figur 9. Schaktbarhet morän (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).



Figur 10. Rasvinkel moräner (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).

För schakter där rasskyddskonstruktioner används gäller det dels att konstruktionen klarar av jordtrycket på aktuellt djup men samtidigt att hänsyn tas till att markgenombrott inte sker genom bottenuppträckning inne i schakten enligt Lindskog & Rengmark (1980). I kohesionsjordar ökar skjuvspänningar med ökat schaktdjup. Vid ett givet djup kommer skjuvspänningarna överstiga lerans skjuvhållfasthet och schaktbotten pressas upp samtidigt som omgivande terräng sjunker (Lindskog & Rengmark, 1980). Vid schaktning med rasskyddskonstruktioner i friktionsjordar uppstår normalt inte skjuvbrott. Istället är det vattenuppströmningen genom schaktbotten som kan vara en svårighet. Det kan leda till att ett så kallat hydrauliskt grundbrott, dvs. jorden i schaktbotten lyfts upp av vattenströmningen. Risken kan minimeras om tryckgradienten hos vattnet minskas genom att tryckfallet minskas eller att strömningsvägen förlängs. Enligt Lindskog & Rengmark (1980) kan det skapas genom att en spont slås ner djupare än schaktbotten. En tumregel är att slå ner sponten lika djupt under schaktbotten som den ligger under grundvattennivån.

3.2 Lagstiftning för säkrare schakter

Som redskap för att styra bygg- och anläggningsbranschen mot att jobba med en säkrare arbetsmiljö finns regler och allmänna råd som är framtagna av olika instanser. Det regler som styr arbetsmiljön är arbetsmiljölagen (AML), arbetsmiljöförordningen (AMF) och arbetsmiljöföreskrifter (AFS) och dessa är tvingande, det vill säga måste följas. Olika branschorganisationer tar fram allmänna råd som är vägledande i arbetet med en förbättrad arbetsmiljö.

3.2.1 Lagar, förordningar och föreskrifter

Arbetsmiljölagen

Arbetsmiljölagen innehåller regler för att arbetsgivaren ska kunna förekomma ohälsa och olyckor i arbetet.

”Lagens ändamål är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet samt att även i övrigt uppnå en god arbetsmiljö” (AML 1977:1160 1 §)

I arbetsmiljölagen ingår regler som omfattar samtliga element i arbetet. Det är i första hand arbetsgivaren som ansvarar för att arbetsmiljöreglerna följs, men arbetsmiljöansvaret delegeras oftast till platsledningen. Det krävs dock att platsledningen har rätt kunskap och utbildning för att kunna säkerställa en god arbetsmiljö. Vid entreprenadarbete är också byggherren ansvarig för att arbete utförs enligt gällande regelverk (Sveriges byggindustrier, 2013). Arbetsmiljölagen är indelad i kapitel där det första beskriver lagens syfte och när den är användbar. Syftet är beskrivet i lagens första kapitel första paragrafen (se ovan) och den andra paragrafen beskriver när lagen ska tas i bruk.

”Denna lag gäller varje verksamhet i vilken arbetstagare utför arbete för en arbetsgivares räkning.” (AML 1977:1160 2 §)

I det andra kapitlet i AML finns beskrivningar av hur arbetsmiljön ska vara på en arbetsplats samt den anställdes medbestämmande rätt. En sund och säker arbetsmiljö ska säkerställas genom att den anställda ska få möjlighet till personlig vidareutveckling, det ska inte finnas onödiga risker med arbetet och bruklig skyddsutrustning ska tillhandahållas av arbetsgivaren. I kapitel tre finns bestämmelser om de skyldigheter som samtliga har för att skapa en bra arbetsplats. Genom samverkan och kunskapsutbyte mellan arbetsgivaren och de anställda kan samtligas erfarenheter skapa förutsättningar för en bra arbetsmiljö. Det är arbetsgivarens ansvar att se till att ingen arbetstagare sätts i en riskfylld situation på grund av att denne saknar krävd kompetens utan arbetsgivaren ska se till att varje anställd har en utbildningsnivå som krävs för pågående arbete.

Enligt AML kap 3 6 §

”Den som låter utföra ett byggnads- eller anläggningsarbete ska under varje skede av planeringen och projekteringen se till att arbetsmiljösynpunkter beaktas när det gäller såväl byggskedet som framtida brukandet...”

Det innebär att det ska finnas en byggmiljösamordnare (BAS-P) som ansvarar för att arbetsmiljöfrågorna behandlas för hela projektets livscykel, dels för utförandet men också för drifttiden. Under byggtiden ska det finnas en arbetsmiljösamordnare som ansvarar för arbetsmiljön under byggtiden, BAS-U. Det är dock så att byggherrens arbetsmiljöansvar kvarstår vilket innebär att det är viktigt för denne att försäkra sig om att utsedd BAS-P har den kunskaper som krävs. Enligt Entreprenörsskolan (2012) är befattningen BAS-P och BAS-U nya från och med 2009 men även tidigare har krav funnits på någon form av arbetsmiljösamordnare.

Sjätte kapitlet i AML beskriver hur samverkan mellan arbetsgivaren och arbetstagarens ska gå till.

”Arbetsgivare och arbetstagare ska bedriva en på lämpligt sätt organiserad arbetsmiljöverksamhet.” AML kap 6 1§

På alla arbetsplatser som minst sysselsätter fem personer ska det finnas ett skyddsombud. Skyddsombudet utses av den lokala arbetstagarorganisationen eller av arbetstagarna själva. Skyddsombudets huvudsakliga uppgift är att representera de anställda när det gäller arbetsmiljöfrågor. På de arbetsplatser som det av någon anledning inte finns något skyddsombud företräds arbetstagarna av ett regionalt skyddsombud. Finns sådan risk att arbetstagarens inte kan utföra beordrat arbete utan att risk för ohälsa eller livet kan skyddsombudet bestämma att arbetet inte får utföras i väntan på utredning från arbetsmiljöverket.

Arbetsmiljöförordningen

I gällande arbetsmiljöförordning finns krav på hur hanteringen av information ska ske och hur den lokala skyddsverksamheten ska se ut. Bland annat står det i AML 1977:1160 - Uppdaterad 2014:365 5 § att samtliga arbetstagare ska ha tillgång till arbetsmiljölagen.

Det finns information om hur skyddsombud ska väljas och att regelbundna skyddsronder ska gås på varje arbetsställe (AML 1977:1160 - Uppdaterad 2014:365, 6-7 §) samt vilken uppgift tillsynsmyndigheten har för arbetsmiljöarbetet (AML 1977:1160 - Uppdaterad 2014:365, 15--17 §).

Arbetsmiljöföreskrifter

Arbetsmiljöverket är den myndighet som ansvarar för arbetsmiljö- och arbetslagstiftningen följs med målet att skapa förutsättningar för att minska ohälsan och antalet olyckor i arbetslivet. Arbetsmiljölagen är en ramlag, det vill säga den innehåller grundläggande värderingar och riktlinjer (Fahlbeck, 2013). Det är arbetsmiljöverket som utfärdar föreskrifter innehållande mer detaljerade beskrivningar.

Det är AFS 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete som övergripande styr arbetet med arbetsmiljö inom bygg- och anläggningsbranschen (Entreprenörskolan, 2012).

”Dessa föreskrifter gäller planering och utförande av byggnads- eller anläggningsarbete. De gäller även sådan projektering som föregår byggnads- eller anläggningsarbete till den del projekteringen inverkar på arbetsmiljön för dem som utför arbetet.” (AFS 1999:3, 1 §)

Särskilda regler gäller för vissa slags arbeten däribland markarbeten (AFS 1999:3, 72-76 §). I riskanalysen ska hänsyn tas till att arbetet kan utföras utan att stabiliteten för marken äventyras. Det ska göras genom en grundlig kontroll av jordens egenskaper med hänsyn till ras, jordskred, bottenuppträckningar eller andra oplanerade förändringar. Kan inte risken för ras garanteras ska en stödkonstruktion användas alternativt kan flackare släntlutningar användas.

Innan schaktstart ska det också undersökas om det finns farliga ämnen eller tidigare nedlagda ledningar, kablar eller förorenad jord som kan innebära hälsofara. Schaktmassorna ska placeras på ett sådant sätt att de inte utgör en ökad risk för ras alternativt ökad belastning på stödkonstruktioner.

I AFS 1999:3, 76 § står det att schaktning inte får påbörjas utan övervakning och ledning av kompetent person.

Oftast när det gäller anläggningsprojekt är det viktigt att ha koll på AFS 1999:3, 81-86 §, då de berör passerande fordonstrafik. Enligt AFS 1999:3, 81 § ska byggnads- och anläggningsarbeten planeras så arbetet kan utföras utan att säkerheten äventyras av passerande fordonstrafik. Passerande fordonstrafik ska förebyggas genom att någon av följande åtgärder väljs efter uppställd prioriteringsordning.

”Trafiken leds om så att arbetet inte berörs.

Trafiken leds så att fordonen passerar på betryggande avstånd.

Trafiken skiljs från arbetsplatsen med trafikordningar. I den utsträckning som behövs skall det dessutom finnas skyddsanordningar som effektivt hindrar eller avleder trafiken från att komma in på arbetsplatsen.”

3.2.2 Allmänna råd

Allmän material- och arbetsbeskrivning

Allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA, är ett referensverk som ges ut av AB Svensk byggtjänst vilken innehåller beskrivningar och krav på material för vanliga arbeten i byggproduktionen. AMA är uppdelad i tekniska fackområden för att anpassas till hur branschen traditionellt är uppdelad. Genom att i förfrågningsunderlaget hänvisa till AMA kommer föreskrifterna gälla för aktuellt projekt och entreprenören ansvarar för att utföra projektet enligt beskrivningen. Det underlättar för både beställaren och för entreprenören då det finns en gemensam kravbild att utgå ifrån (Thåström, 2012). AMA finns för fem områden; Anläggning, Hus, VVS & Kyl och EL samt administrativa föreskrifter, AF. AMA:s olika delar uppdateras med jämna mellanrum för att vara aktuella och anpassas till byggbranschens ständiga förändring.

AMA är indelad enligt ett system, BSAB 96, där olika begrepp inom byggbranschen är kategoriserade. Huvudområden har en huvudkod vilka sen är uppdelade i olika byggdelar. Byggdelarna kan exempelvis vara grund, yttervägg och tak. Finns det flera sätt att utföra samma byggdell kallas det olika lösningarna för byggdelstyp. När det gäller schaktarbeten finns de beskrivna under AMA Anläggning; under huvudkategori C underkategori B, dvs. AMA Anläggning CB. Till varje rubrik finns det en extra hjälptext för hur utförande ska genomföras och hur byggherren ska beskriva de olika delmomenten. Indelningen fortsätter på samma sätt neråt i hierarkin (Figur 11) vilket innebär att ska en jordschakt kategori A för väg eller plan utföras går det att läsa under CBB.111 vilka krav som gäller

men samtidigt gäller alla krav som står under kategori C, CB, CBB, CBB.1, CBB.11 också.

▼	C TERRASSERING, PÅLNING, MARKFÖRSTÄRKNING, LAGER I MARK M M	AMA RA
▼	CB SCHAKT	AMA RA AMA-nytt
▼	CBB JORDSCHAKT	AMA RA MER Motiv
▼	CBB.1 Jordschakt för väg, plan o d samt vegetationsyta	
▼	CBB.11 Jordschakt för väg, plan o d	AMA RA
	CBB.111 Jordschakt kategori A för väg, plan o d	AMA RA AMA-nytt

Figur 11. Kategorisering AMA (ama.byggstanst.se)

Byggavtalet

För att ytterligare förbättra arbetsmiljön och undvika de risker det innebär att arbeta inom bygg- och anläggningsbranschen finns det ett arbetsmiljöavtal som ingår i det kollektivavtal mellan Sveriges byggindustrier och Svenska byggnadsarbetareförbundet. Det syftar främst till att skapa gemensamma mål mellan arbetsgivarna och byggnadsarbetarna. För att uppnå detta har ett gemensamt samarbetsorgan i arbetsmiljöfrågor upprättats byggindustrins centrala arbetsmiljöråd (BCA) vars huvuduppgift är att ta fram branschpraxis inom arbetsmiljöfrågor. Det gäller allt från att fastställa utbildningsplaner till att slå fast vilka utredningar och forskningsinsatser som ska genomföras inom arbetsmiljö (Sveriges byggindustrier och Svenska byggnadsarbetareförbundet, 2013).

De utbildningar som finns för en förbättrad arbetsmiljö idag är riktade till skyddsombud, ledamöter i skyddskommittéer och arbetsledare. Grundutbildningen genomförs vid ett antal tillfälle under en fyraårsperiod (Sveriges byggindustrier och Svenska byggnadsarbetareförbundet, 2013).

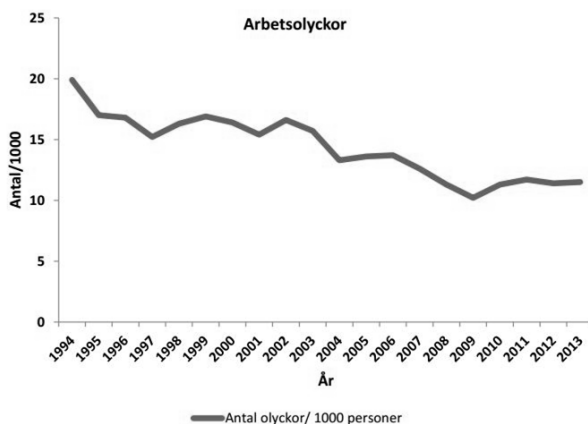
3.3 Förutsättningar för säkrare schakt

Det går alltid att förebygga risker och många av de personskador som sker beror på bristfällig planering och ouppmärksamt handlande. Det är enligt Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska institut (2003) mycket viktigt att långt innan schaktarbetet påbörjas planera hur en säker arbetsmiljö ska kunna garanteras. Genom att alla som är inblandade i projektet är väl medvetna om vilka risker som finns med arbetet kan alla efter bästa förmåga försöka förebygga dessa. Arbetsgivaren och

produktionsledningen har ett stort ansvar att informera och undersöka förhållanden innan schaktarbetet påbörjas samtidigt som samtliga yrkesverksamma har ett stort ansvar att följa givna direktiv och inte utsätta sig för onödiga risker.

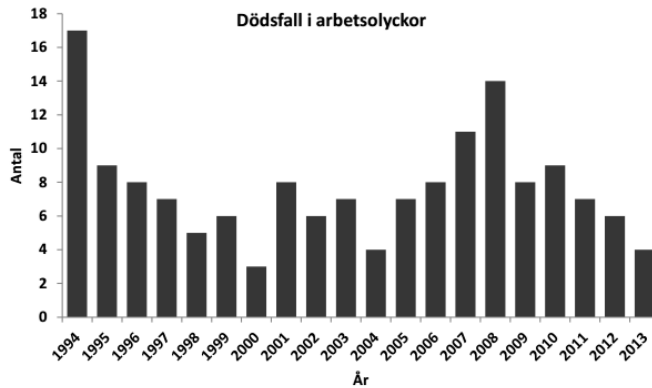
3.3.1 Risker med schaktarbete

Bygg- och anläggningsbranschen har länge varit en farlig arbetsplats där många av dem som är yrkesverksamma har varit med om en arbetsrelaterad olycka. Enligt Sjögren & Wadensjö (2010) kostar arbetsmiljöproblem samhället stora summor varje år. Det finns både pengar, tid och liv att spara genom att skapa tryggare arbetsplatser. Siffror från Arbetsmiljöverket (2014) visar att totalt 76 av samtliga 373 dödsfall i arbetsplatsolyckor inträffat inom bygg- och anläggningsbranschen (2007-2013). Det är tillsammans med tillverkningsindustrin och transportsektorn den bransch som drabbas av flest arbetsplatsolyckor år efter år. Enligt Arbetsmiljöverket (2014) stod bygg- och anläggningsbranschen för 11 % av samtliga anmälda olyckor och 15 % av olyckorna med mer än 14 dagars frånvaro 2013. Branschen har jobbat hårt på att försöka minimera antalet olyckor och arbetet fortsätter framåt. Figur 12 visar hur tendensen för arbetsolyckorna i byggbranschen har gått ner och nästintill halverats de senaste 20 åren (1994-2013) och trenden ser ut att fortsätta neråt (Samuelson, 2013).



Figur 12. Arbetsolyckor/1000 personer (1994-2013) (Samuelson, 2013).

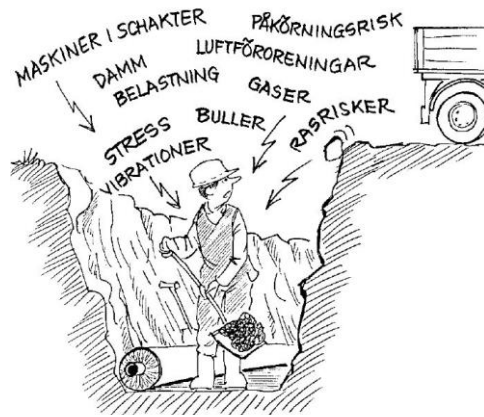
Det är svårare att se någon statistisk förändring för antalet dödsfall i bygg- och anläggningsbranschen. Det inträffade fyra dödsfall under 2013, vilket är under medel för perioden 1994-2013. Variationen i Figur 13 kan enligt Samuelson (2013) bero på slumpen då stora skillnader i antal skiljer sig från år till år. Det är också så att en dödsolycka ger stort genomslag på statistiken då det sker så få. En tendens som kan anas är att från 2008 då ett stort säkerhetsarbete genomfördes i branschen har antalet dödsolyckor minskat.



Figur 13. Dödsfall i arbetsolyckor (1993-2013) (Samuelson, 2013).

Ser man enbart till anläggningsarbeten med djupa schakter är det främst massor som rasar och maskiner i rörelse som är de stora riskerna. Det har inträffat tre dödsolyckor de senaste fem åren där yrkesarbetare har begravts under jordmassor (Entreprenörskolan, 2012). 2009 var det en person i Västervik som omkom i en VA-schakt. Raset orsakades av att släntlutningarna var för branta och i kombination med att schakten stått öppna för länge. Ytterligare ett dödsfall inträffade 2010 då en ung yrkesarbetare gick ner, efter det att arbetet i schakten var färdigt, för att hämta en spade. Under schaktarbetet hade en tillfällig rasskyddskonstruktion använts som ett alternativ till att lägga slänterna, vilken då arbetet var avslutat hade lyfts upp. Personen klev ner i en schakt med alldeles för branta slänter och blev begravd under jordmassorna. 2011 begravdes ytterligare en ung yrkesarbetare under jordmassorna. I det fallet hade inte aktuella anvisningar följts och liv riskerats för att eventuellt spara lite tid och pengar.

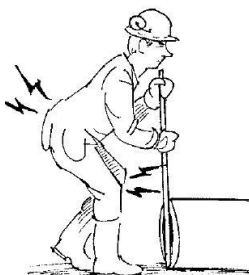
För att kunna förebygga arbetsplatsolyckor och andra skador som har med det utförda arbetet att göra är det viktigt att veta vilka som är de vanligaste orsakerna. Enligt Samuelsson (2007) är den tydligaste och mest överhängande risken i schaktarbetet rasrisken vilket bidrar till att anläggningsarbetare har en större skadefrekvens än övriga inom byggbranschen. I Figur 14 redovisas även andra risker som måste finnas med i beaktningen vid planering av en säker schakt.



Figur 14. Risker i schaktarbetet (Samuelsson, 2007).

Den vanligaste orsaken till dödsfall i anläggningsbranschen är ras av jordmassor och då enligt Samuelsson (2007) ofta i grunda schakter (2-2,5 meters djup). Samuelsson menar främst att det beror på att schakten är tillräckligt djup för att begrava och kväva en människa men inte så pass att rätt säkerhetsåtgärder används. Orsakerna till ras är oftast för branta släntlutningar, tjällossning, grundvattenströmning och vibrationer från maskiner vid schaktkanten i samband med förändringar i väderleken eller andra yttre förhållanden.

Många av de skador som har en lång återhämtningstid är ofta inte kopplade till direkta olyckor, istället till förslitningsskador. Belastningsskador bland anläggningsarbetare är vanligt förekommande då ofta tunga arbetsmoment utförs dagligen. Det är ryggen och benen som får ta de stora påfrestningarna vid till exempel rörläggning som enligt Samuelsson (2007) innebär flera tunga arbetsmoment såsom handschakt, hoptryckning och rättning av rören (Figur 15). Enligt Samuelsson (2007) är bullerskador och vibrationsskador också vanliga i anläggningsbranschen och det beror främst på de många bullrande maskiner som används i normala projektet och att mycket av den packningsutrustning som används är handmanövrerad (Figur 16).



Figur 15. Belastning på kroppen vid rörläggning (Samuelsson, 2007)



Figur 16. Bullrande packningsmaskiner i anläggningsbranschen (Samuelsson, 2007)

Ytterligare en aspekt är att säkerheten många gånger äventyras av trafik som kör igenom arbetsområdet. Det är inte bara den direkta påkörningsrisken som är ett stort problem utan även stressfaktorn som hela tiden oroar. Dessutom förhöjer buller och avgaser effekten av stress. Det innebär att avgaser och luftföroreningarna enligt Samuelsson (2007) kan bidra till en mycket ohälsosam arbetsmiljö nere i en schakt. Det finns mätningar som visat på direkt hälsovådliga nivåer i schakter inne i tätorter, vilket främst beror på att ingen omväxling av luften sker då vinden inte når ner i schakten. Det bildas då extra avgaser nere i schakten från till exempel packningsmaskiner och kapmaskiner kan luftföroreningshalten ibland långt överstiga det normala.

En annan viktig risk som hela tiden är överhängande när schaktarbetet utförs är maskiner. Det är ofta stora maskiner i rörelse och klämriskerna är stora (Figur 17). Det gäller framförallt i djupa schakter där sikten för maskinisten till botten är begränsad. Maskiner uppe på marken som svänger runt eller backar utan att all personal runtomkring är medveten är också ett riskmoment som måste tas i beaktning.



Figur 17. Klämrisk från maskin (Samuelsson, 2007)

3.3.2 Planering för säkrare schakter

Projektering

Enligt Samuelsson (2007) finns det många bra publikationer från Arbetsmiljöverket som beskriver ett säkrare schaktarbete och hur det ska planeras. Han menar att det finns alltför många exempel där projekten styrs av ekonomi och sluttiden och säkerheten eftersatt. Enligt MacCollum (1995) uppmärksammas säkerheten först då en olycka sker och kostnader och påverkan på projektet får en helt annan omfattning. Genom en identifiering av möjliga risker redan i projekteringsstadiet kan de värsta fallgroparna undvikas.

När projektering och planering av ett nytt projekt påbörjas är det viktigt att känna till:

- Finns det annan pågående aktivitet i närområdet som kan äventyra säkerheten?
- Ska arbetet utföras på eller i närheten av en väg och finns behovet av trafikordningar?
- Hur ser de geotekniska förutsättningarna ut?

- På vilken nivå ligger grundvattnet?
- Kan laster intill schakten påverka schaktens stabilitet?
- Vilka befintliga kablar och ledningar finns?

Det är viktigt att redan i projekteringsstadiet bestämma vilken schaktningsmetod som ska användas för att skapa rätt förutsättningar och Samuelsson (2007) menar att det tydligt ska framgå ur produktionsunderlaget vilka risker som finns och hur dessa ska undvikas alternativt förebyggas. Finns inte tillfredställande information angående något moment ska en mer genomarbetad undersökning genomföras för att skapa en fullständig bild över förhållanden innan produktionen startar (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). Genom att som projektör analysera delmomenten i byggprojektet och utförandet kan ofta många problem och svårigheter upptäckas innan de uppstår. Detta ska noteras i en arbetsmiljöplan som ska innehålla regler som gäller för arbetsplatsen, en beskrivning av hur arbetsmiljöarbete ska utformas samt en beskrivning av vilka separata skyddsåtgärder som vidtas under byggskedets delmoment. Delmomenten ska vara beskrivna på ett sådant sätt att kraven i arbetsmiljölagen och andra föreskrifter uppfylls. En arbetsmiljöplan ska tas fram med samtliga identifierade risker innan arbetsplatsen etableras. En arbetsmiljöplan ska enligt AFS1993:3 8 § finnas på samtliga arbetsplatser som uppfyller något av kraven i 7 §, AFS 1999:3:

”- Arbetet kommer att pågå mer än 30 arbetsdagar och det vid något tillfälle kommer att vara mer än 20 personer sysselsatta eller
- det totala antalet persondagar överstiger 500”

eller arbetet med särskild risk som finns med i 12a § andra stycket:

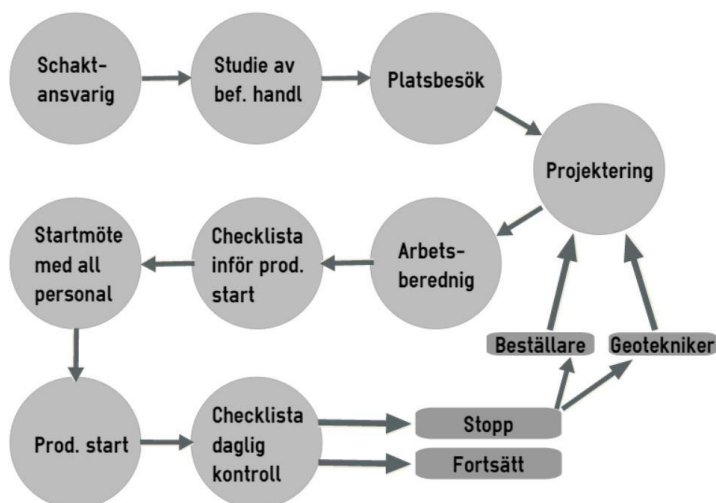
- ”1. Arbete med risk för fall till lägre nivå där nivåkillnaden är två meter eller mer.
2. Arbete som innebär risk att begravas under jordmassor eller sjunka ned i lös mark.
3. Arbete med sådana kemiska eller biologiska ämnen som medför särskild fara för hälsa och säkerhet eller som enligt Arbetarskyddsstyrelsens eller Arbetsmiljöverkets föreskrifter omfattas av krav på medicinsk kontroll.
4. Arbete där de som arbetar exponeras för joniserande strålning och för vilket kontrollerat område eller skyddat område ska inrättas enligt Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter (SSI FS 1998:3) om kategoriindelning av arbetstagare och arbetsställen vid verksamhet med joniserande strålning.
5. Arbete i närheten av högspänningsledningar.
6. Arbete som medför drunkningsrisk.
7. Arbete i brunnar och tunnlars samt anläggningsarbete under jord.
8. Arbete som utförs under vatten med dykarutrustning.
9. Arbete som utförs i kassun under förhöjt lufttryck.
10. Arbete vid vilket sprängämnen används.
11. Arbete vid vilket lansering, montering och nedmontering av tunga byggelement eller tunga formbyggnadselement ingår.
12. Arbete på plats eller område med passerande fordonstrafik.
13. Rivning av bärande konstruktioner eller hälsofarliga material eller ämnen.”

Finns inte en arbetsmiljöplan innan etablering av arbetsplatsen ska en sanktionsavgift betalas på 50 000 kr om projektets storlek uppfyller kraven i 7 § och 10 000 kr om

projektet inte uppfyller storlekskraven i 7 § men det ändå krävs en arbetsmiljöplan enligt 12 §.

Det är i första hand beställarens byggarbetsmiljösamordnare, BAS-P, som är ansvarig för att arbetsmiljöplanen upprättas. Det ska vara ett levande dokument som används och enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) uppdateras under hela byggtiden för att säkerställa en kontinuerligt hög arbetsmiljö. Arbetsmiljöplanen ska innehålla regler som gäller för arbetsplatsen, en beskrivning av hur arbetsmiljöarbetet utformas samt en beskrivning av vilka separata skyddsåtgärder som vidtas under byggskedets delmoment. Delmomenten ska vara beskrivna på ett sådant sätt att kraven i arbetsmiljölagen och andra föreskrifter uppfylls. I arbetsmiljöplanen ska också anslås vem som kommer fungera som schaktansvarig. Den schaktansvarige ska ha erfarenheter av schakt under liknande förhållande tidigare och ansvarar för planering och att utförandet genomförs på rätt sätt. Enligt 74 § i AFS 1999:3 måste schakter som utförs med stödkonstruktioner eller med släntlutningar utföras under ledning av en kompetent person. Tidigare har det varit en definitionsfråga vad det innebär att vara en kompetent person, men från och med våren 2012 har det tagits fram en utbildning. Genom ett samarbete mellan de 4 största byggbolagen i Sverige, som inriktar sig direkt till schaktansvariga (se Utbildningar för säkrare schakt). Enligt Dickson (2012) har tanken varit att skapa en branschpraxis där schaktansvariga måste genomgå denna utbildning.

Det ingår enligt Entreprenörsskolan (2012) för den schaktansvariga att planera, granska de geotekniska handlingarna och bedöma dess fullständighet, välja arbetsgång samt göra arbetsberedningar. Under schaktarbetet är schaktansvarig ansvarig för att arbetet utförs enligt utförandeplanen i arbetsberedningen och att avbryta arbetet om det finns risk för olycka, se Figur 18 för en schematisk bild över hela processen.



Figur 18. Planering av ett säkert schaktarbete (Entreprenörsskolan, 2012)

Hur en säker schakt ska planeras för att skapa rätt förutsättningar för alla.

Inför produktionsstart

Information om vilket arbete som ska utföras, hur det ska utföras och vilka risker som finns med utförandet ska komma fram innan arbetet påbörjas. I många fall underlättar det om samtliga berörda får vara med i planeringen och att en arbetsberedning tas fram gemensamt av yrkesarbetare, maskinister och arbetsledare. Det leder till större förtroende för utförandet och större engagemang hos samtliga samtidigt som alla är väl medvetna om problematiken och lösningarna. Det ger enligt Samuelsson (2007) bättre förutsättningar för ett bra och korrekt utfört arbete.

En arbetsberedning tas främst fram då arbeten med identifierade risker ska utföras. Innehållet ska vara en detaljerad beskrivning av utförandet för varje delmomenten. I beskrivningen ska faktorer som påverkar arbetsmiljön och andra risker upplysas och lämplig åtgärd redovisas. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) bestäms omfattningen på arbetsberedningen främst på vilka risker som är kopplade till arbetet och hur stor påverkan ett felaktigt utfall kan få.

En arbetsberednings syfte är att ge tillfredställande information om

- De föreskrifter som gäller tillåtna belastningar på schaktkanten
- Vilken ordningsföljd arbetet ska ske
- Under hur lång tid schakten kan stå öppna
- Vilka kontroller ska ske under arbetets gång

Det är viktigt att kraven på skydds- och varselkläder samt utbildningskraven är uppfyllda och kontrollerade innan produktionsstart.

Trafik

Det är en förutsättning för att skapa en säker arbetsmiljö för samtliga som arbetar i och omkring schakten att planera om trafiken. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) fås den högsta säkerheten då trafiken helt kan ledas bort från arbetsområdet men även i de fall det inte är möjligt går det att skapa bra lösningar. Det krävs noggrann planering för att skapa rätt förutsättningar och många gånger handlar det lika mycket om att skapa trafiklösningar som att inte störa trafikanterna för mycket utan att för den sakens skull öka riskerna för pågående arbete. Gör inte planeringen med tanke på trafikanterna finns risk för smitkörning vilket ökar risken avsevärt. I planeringen av hur trafik- och avstängningsanordningar ska se ut skapas en trafikantordningsplan (TA-plan). I denna ska samtliga trafik- och skyddsanordningar vara redovisade och ska oftast godkännas av berörd vägghållare.

Kontinuerliga kontroller under produktion

I AFS 2001:01 8 § står det

”Arbetsgivaren skall regelbundet undersöka arbetsförhållandena och bedöma riskerna för att någon kan komma att drabbas av ohälsa eller olycksfall i arbetet.”

Det innebär att regelbundna kontroller måste ske av arbetsområdet och av utförandet. En uppmärksam chef eller arbetsledare kan i det dagliga arbetet notera hur personalens arbetsförhållande ser ut. Genom att visa engagemang och omtanke kan kulturen för hur ett säkert utförande förändras. Det är viktigt att se till att samtliga följer det regler som är uppsatta för arbetsplatsen och att ingen tar egna riskfyllda initiativ. Finns krav på särskilda skyddskläder är det viktigt att samtliga på arbetsplatsen följer detta.

En annan viktig del i det kontinuerliga säkerhetsarbete är de obligatoriska skydds ronderna som genomförs på arbetsplatsen. Det är en bra och effektiv metod att hålla ordning på området och kan i många fall minska risken för olyckor och tillbud. Genom att ha duktiga och engagerade skyddsombud kan en säker arbetsmiljö oftast skapas. De risker som upptäcks ska enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) dokumenteras och en handlingsplan ska tas fram. Genom att vid schaktarbeten genomföra en daglig kontroll av slänternas utförande och jordens stabilitet kan många ras och skred förebyggas. (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).

3.3.3 Utbildningar för säkrare schakt

För att skapa rätt förutsättningar att kunna jobba säkert krävs en hel del kompetens. Mycket kan byggas upp genom egna erfarenheter men det är lika viktigt att dra lärdomar av andra. Det snabbar både på lärande processen och onödiga upprepningar av samma misstag undviks. Många byggbolag har sina egna internutbildningar och det har tagits fram gemensamma utbildningar i branschen. Det är framförallt Sveriges Byggindustrier tillsammans med de stora byggentreprenörerna som tar fram och anordnar utbildningar för hela branschen. Utbildningarna kvalitetssäkras av RBK, rådet för byggkompetens som är ett samarbetsorgan som arbetar systematiskt med att öka kompetensen inom byggbranschen. Information om Sveriges byggindustriers utbildningar finns på en webbplats som heter entreprenörsskolan, <http://eskolan.bygg.org/>. Ett urval av de som har med arbetsmiljö i byggbranschen är presenterade nedan.

Startkurs Arbetsmiljö (BAM)

För att kunna jobba mot en bättre arbetsmiljö krävs det att det finns goda kunskaper. Det är speciellt chefer och arbetsledare, som företräder arbetsgivaren, samt skyddsombuden, som företräder arbetstagarna, som måste kunna föra en bra dialog. Startkursen i arbetsmiljö behandlar det mest grundläggande regler och arbetsmiljöfrågor. Den ska genomföras snarast efter de att berörda har tillträtt i sina roller. Kursen går som en tredagarsutbildning och med en endags uppföljningskurs, Prevention I. Det finns även flertalet andra fortsättningskurser som behandlar arbetsmiljön med ingående. En av dessa är Samverkan och förändringsarbete.

Samverkan och förändringsarbete

Samverkan och förändringsarbete är en utbildning för chefer och skyddsombud som är aktiva inom byggbranschen. Målsättningen är att skapa goda kunskaper inom branschen och ständigt utveckla arbetsmiljön. Utbildningen uppmärksammar också vad som menas

med en god ledare och vad en ledare har för roll samt vilka verktyg som kan hjälpa till i lärandet. Kursen är en 2 dagars utbildning och det krävs att deltagaren genomgått BAM sedan tidigare.

Säker schakt – Schaktansvarig

Anläggningsbranschen är en bransch med många arbetsplatsolyckor. Utbildningen riktar sig till att utbilda kompetenta schaktansvariga då en olycka i samband med schaktarbeten kan få stora konsekvenser; En kubik jord väger nästan två ton. Arbetsplatsen förändras ständigt och nya förhållande innebär nya risker. Det är därför viktigt att kontroller sker regelbundet och att tillräcklig kompetens finns för att bedöma vilka konsekvenser de förändrade förhållande får för säkerheten. *Säker schakt – schaktansvarig* är en branschspecifik utbildning var syfte är att öka kompetensen att kunna bedöma vad som är en säker och vad som inte är en säker schakt. Kursen riktar sig främst till arbetsledning och produktionsledningen. Utbildningen är under en dag och det krävs att man har erfarenhet från bygg- och anläggningsbranschen sedan tidigare.

Byggarbetsmiljösamordnare BAS-P & BAS-U

För att skapa duktiga BAS P/U har det tagits fram en del utbildningar som syftar till att öka kompetensen för att kunna leda i arbetet mot en säkrare arbetsplats. Grundkursen är en endags utbildning. Det finns båden en påbyggnadsutbildning för BAS- P och BAS-U. Syftet med den är att utveckla kompetensen att styra och samordna arbetsmiljön, vilket är en BAS-P/U huvudsakliga uppgift.

En annan påbyggnadsutbildning är *Arbetsmiljö Plus* som är en del i att utveckla duktiga produktionsledare och att öka medvetenheten för dennes roll i arbetsmiljöarbetet. Utbildningen ska ge verktygen att skapa och bibehålla en sund säkerhetskultur inom företaget.

Trafikverkets utbildningar

Trafikverket har krav på att de som utför arbete där trafikverket är väghållare måste ha genomgått en utbildning som heter *Arbete på väg/Säkerhet på väg*. Utbildningarna syftar till att skapa allmän kunskap om vägarbete, samt kunskap om vilka krav som gäller för arbete på vägar. Nivå 1 kan göras som en interaktiv kurs men kan också göras i samband med nivå 2. Nivå 1 och 2 är tillsammans en endags kurs och syftet är att kursdeltagaren ska förstå vilken betydelse det egna beteendet har för säkerheten, hur fordon ska utrustas och placeras för att skapa optimal säkerhet och arbetsmiljö.

Det finns även en nivå 3 som den som är utmärkningsansvarig måste genomgå. Utbildningens syfte är att deltagaren efter utbildningen ska kunna ”utforma, utmärka och underhålla en säker vägarbetsplats”.

3.4 Hjälpmedel för säkrare schakter

För att skapa en bra arbetsmiljö vid schaktarbeten krävs att man både tänker på aktuella risker med arbetet men också på hur känslan är när man står i schakten. Det ska inte finnas några tvivel på att schaktväggarna håller och att arbetet kan utföras säkert.

3.4.1 Schakt med släntlutning

I arbetsmiljölagen AFS 1999:3:s 74 § står det

”stödkonstruktioner skall användas vid schaktning om inte risken för ras som kan orsaka ohälsa eller olycksfall bedöms som obefintlig. Alternativt får schakten utföras med släntlutning”

Det sistnämnda, med släntlutning, är den vanligaste principen och är den man normalt kallar för traditionell schaktmetod. Släntlutningarna ska utföras på ett sådant sätt att arbetet kan utföras utan risk för att ras uppstår. Det finns många variabler som påverkar hur olika jordar beter sig och således också hur schakt med släntlutningar ska ske. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) sker huvudsaken av de ras och skred på grund av skiftningar i jordlagren, dvs. där jordlagren ändrar struktur och egenskaper. För att skapa säkrare schakter är det centralt att vara uppmärksam i gränserna mellan jordlagren. Det gäller speciellt fyllnadsmassor eller tidigare grävda massor då de i regel inte har samma packningsgrad och kräver en flackare släntlutning för att inte rasa.

En annan aspekt för att skapa säkra schakter är vilka omgivande laster som påverkar schaktkanten. Generellt får inte schaktmassor ligga närmare kanten än 0,5 meter. Rekommenderade släntlutningar för olika jordmaterial baseras på att denna uppmaning följs samt att grävmaskin eller lastmaskin står strategiskt placerad, antingen minst 0,5 m från schaktkant eller vid rörschakt på kortsidan av schakten. I *schakta säkert – om säkerhet vid schaktning* av Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) finns rekommendationer för släntlutningar vid olika förhållanden för de vanligaste jordarterna i Sverige. För schakt i lera kan Tabell 1 användas för att utforma en säker schakt med hänsyn till risken för skred. Råder andra förhållanden måste beräkningar genomföras av kompetent person för att bestämma släntlutningar och maximalt djup menar Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003).

I Tabell 1 har en totalsäkerhetsfaktor på 1,3 använts för att beräkna släntlutningar och schaktdjup. Enligt *schaktansvarig – säker schakt* (Entreprenörskolan, 2012) kan vald säkerhetsfaktor vara för låg för att kunna säga att tabellen alltid går att använda. Kontroll med geotekniker bör göras om det finns några osäkerheter kring hur schakten ska utföras.

Tabell 1. Maximalt schaktdjup i kohesionsjord (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).

Olika släntlutningar, skjuvhållfasthet och överlast (q)

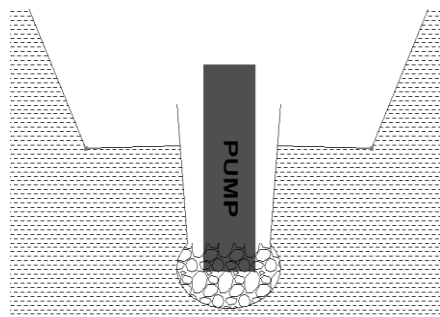
Släntlutning	Maximalt schaktdjup i meter					
	Skjuvhållfasthet $\tau_{fu} = 7 \text{ kPa}$		Skjuvhållfasthet $\tau_{fu} = 12 \text{ kPa}$		Skjuvhållfasthet $\tau_{fu} = 20 \text{ kPa}$	
	$q = 0 \text{ kPa}$	$q = 7 \text{ kPa}$	$q = 0 \text{ kPa}$	$q = 12 \text{ kPa}$	$q = 0 \text{ kPa}$	$q = 20 \text{ kPa}$
2:1	1,7	1,3	2,8	2,1	4,4	3,3
1:1	1,9	1,4	3,1	2,4	4,9	3,7

I *Schakta säkert – om säkerhet vid schaktning i jord* (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003) redovisas några ”att tänka på” punkter vid utformning av en säker schakt. I lera kan skjuvbrott som leder till skred få förödande konsekvenser och det är att föredra en bredare schakt då det finns möjlighet för en person i schakten att kasta sig åt sidan och undvika jordmassorna. Det är viktigt att observera marken runt schakten då det innan schakten rasar ofta går att upptäcka längsgående sprickor. Kontrollera också belastningarna på schaktkanterna då dessa adderas till jordmassornas egenvikt och ökar risken för skred.

Vid längsgående schakter är det att föredra korta schaktetapper då kortsidan stabiliserar slänterna. Det gör också att tiden som schakten står öppen minskar vilket ytterligare ökar säkerheten. En kortare tid öppen schakt gör att slänterna står bättre då skjuvhållfastheten minskar med tiden.

I siltiga jordarter kan det vara svårt att på förhand bestämma en lämplig släntlutning, då det är så många parametrar som spelar in. Tiden och väderleken påverkar jordmassorna och det är därför oftast den lokala kännedomen som är den centrala aspekten när släntlutningarna utformas. Finns inte tillräcklig kunskap om markförhållanden kan en provgrop (se 3.1.2) användas för att undersöka vilken släntlutning som är bruklig.

Schakt under grundvattenytan kan ge stora problem i siltiga jordar. Det finns två alternativ för hur en sådan schakt ska utföras. Dels kan läns-pumpar i pumpgropar (Figur 19) vara ett alternativ där schaktbotten täcks med grus eller makadam och ev. geotextil i botten. Det andra alternativet är att etablera en WellPoint innan schaktarbetet startar. Det är också en typ av pump men med flera sugspetsar som skapar ett undertryck i jordens porer. När schaktarbete påbörjas är silten helt torr och schaktarbetet blir då mycket lättare att utföra (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).



Figur 19. Principskiss för pumpgrop

Vid schakt i sand och grus kan släntlutningar som är brantare än materialets rasvinkel under kortare tid användas. Det beror på den falska kohesionen som uppstår när materialet är jordfuktigt. Enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) är det viktigt att komma ihåg att effekten av den falska kohesionen försvinner om materialet torkar alternativt vattenfylls. Det innebär att kan ske utan risk vid korta tidsfrister men ska schakten stå öppna under en längre tid bör slänterna flackas ut (Tabell 2) för släntlutningar i sand och grus.

Tabell 2. Släntlutningar i sand och grus (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).

	Släntlutning	
Torr sand och grus	1:1,5	30 - 40°
Jordfuktig sand och grus (små djup)	2:1 - 4:1	65 - 75°
Jordfuktig sand och grus	1:1,5 - 1:1	35 - 40°
Vattenmättad sand och grus	1:1,5	30 - 40°

På samma sätt som silten kan det uppstå problem vid schaktning under grundvattenytan i sand och grus. Länsnpump i pumpgrop eller WellPoint är möjliga alternativ även i sand och grus. En annan möjlig lösning som redovisas i *schakta säkert – om säkerhet vid schaktning i jord* av Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) är satt slå ner en tät spont för att öka vattnet transportväg genom materialet.

Då släntlutningarna i de flesta material påverkas av tiden schakten står öppen är det inte bara under schaktarbetet som säkerheten måste uppmärksammas utan även kontinuerliga kontroller måste ske under hela tiden schakten står öppen. Det kan vara av intresse att både mäta grundvattennivån och släntrörelser för kontroll av jordens egenskaper. I vattengenomsläppliga jordar kan grundvattennivån mätas i ett nedstucket prefererat rör. Vattennivån i röret motsvara grundvattennivån. I jordar med sämre vattengenomträngning kan porvattentrycket mätas med portrycksmätare.

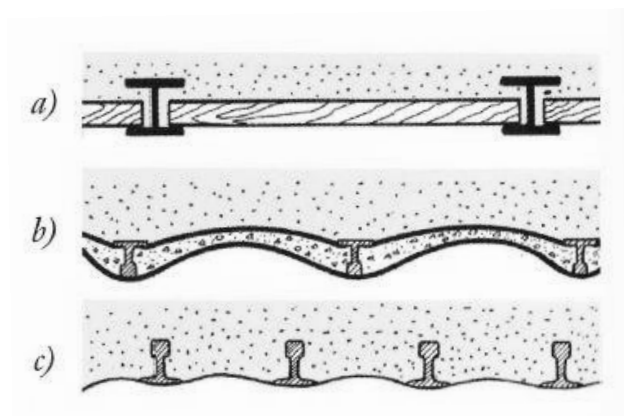
Ett första tecken på släntrörelser är ofta sprickor längs med schaktkanten. Då detta observeras stabiliseras slänterna genom att det flackas ut alternativt fylls schakten med vatten eller jord.

3.4.2 Schakt med stödkonstruktion

En stödkonstruktions främsta fördelar är möjligheten att uppnå samma säkerhet under svårare förutsättningarna. Dels skyddas personalen som arbetar i schakten men en ökad säkerhet mot ras, skred och sättningar. Den ger också bättre förutsättningar för förbipasserande, närliggande byggnader och konstruktioner. I stadsmiljö man det framförallt vara platsbrist som är den största faktorn till att krävd säkerhet kan vara svår att uppnå. Många gånger ska schaktarbete utföras samtidigt som framkomligheten inte får begränsas allt för mycket (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). För att välja rätt typ av stödkonstruktion ska det tas i beaktningen hur schakten,

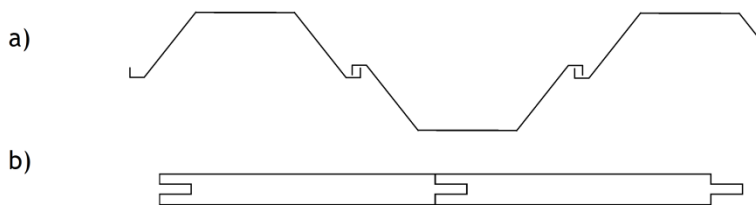
stödskonstruktionens och omgivningens stabilitet kan försäkras samt hur uppsatta gränsvärden för t.ex. vibrationer och sättningar kan undvikas. Olika typer av stödskonstruktioner passar olika miljöer. Det finns dels mer permanenta typer som används då arbete ska pågå under en något längre tid i schakten och de modeller som flyttas med schakten där arbetet sker.

En vanlig stödskonstruktion är olika former av konsolspont som används då schaktdjupet är litet. Konsolsponten belastas av jordtrycket bakom sponten och hålls emot av jorden innanför sponten under schaktbotten och kan utföras som glesspont eller tätspont.



Figur 20. Principskiss för glessponttyper (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003).
a) Glesspont med brädfodring, b) Glesspont med sprutbetong och c) Glesspont med jordens valvverkan

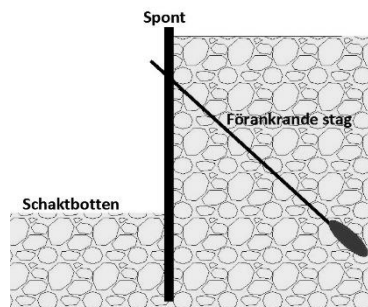
Glessponten kan enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) främst användas där grundvattenytan ligger djupt och jorden inte är vattenförande. Sponten består ofta av stålprofiler som trycks ner med ett mellanrum där jordens förmåga att bygga valv för över krafterna från bakomliggande jord till stålprofilerna (Figur 20c). I de fall jorden är av sådan beskaffenhet att jordens valvförmåga inte kan tillgodoräknas används brädor (Figur 20a) alternativt sprutbetong (Figur 20b) för att föra över jordtrycket från mellanrummet till stålprofilerna. En tätspont är en spont där spontplanken slagits kant i kant eller med lås i varandra. Det är möjligt att använda en tätspont under grundvattenytan och i vattengenomsläppliga material för att skapa en barriär mot vattnet. Det normala är att använda stålprofiler som hakar i varandra men på små djup går det även att använda träplank med not och fjäder.



Figur 21. Principskiss för tätspont

a) Tätspont i stålprofil, b) Tätspont av träplankor

En konsolspont ger en bra stabilitet och ofta en hög säkerhet men jordrörelserna kan bli stora både vid slagning och vid vibrationer intill sponten vilket kan leda till skador på omgivningen. Det finns alternativet att borra ner sponten då kravet på reducerade vibrationer eller omgivningspåverkan är stort (Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003). För att klara större schaktdjup där mothållande jord under schaktbotten inte kan ta upp det pådrivande jordtrycket måste sponten antingen utföras med stämp till motstående sida eller genom bakåtförankring. Stämp är oftast bara möjlig i relativt smala schakter där båda sidor ska spantas, t.ex. vid ledningsarbeten annars används bakåtförankring vilket innebär att stag borras alternativt slås bort från schakten och förankras i bakkant (Figur 22).



Figur 22. Principskiss för bakåtförankring

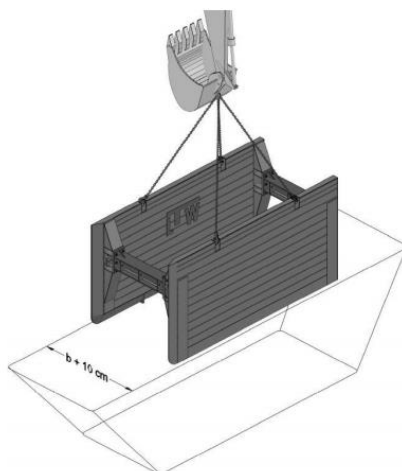
3.4.3 Schaktsläde

Ett mer flexibelt alternativ som kan användas vid ledningsschakter är en schaktsläde. Principen kan liknas vid en tillfällig spont som fungerar som skydd precis där arbetet utförs. Det är en färdig konstruktion som består av två väggar med mellanliggande stål balkar. Den stora fördelen mot en slagen eller borrad spont är att vid ledningsschakt vill oftast en konstruktion med så stor flexibilitet som möjligt användas. Arbetet pågår under kortare tidsperioder och normalt ligger återfyllningen tätt efter schaktningen vilket gör att schaktsläden kan vara ett alternativ. Den viktigaste funktionen är att schakt kan ske utan hänsyn till att slänterna måste kunna stå någon längre tid. Det räcker att släntlutningen är

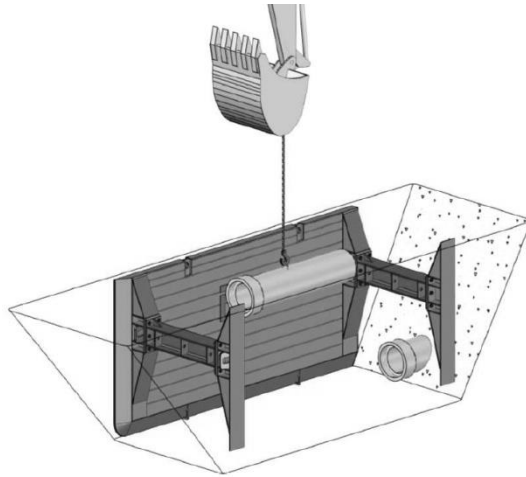
så pass att slänten kan stå till dess att släden är på plats. Allt arbete kommer ske i skydd av schaktsläden vilket betyder att risken för ras eller skred minimeras. Det finns liknande konstruktioner, ett exempel enligt Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut (2003) är en spontkassett. Den liknar schaktsläden i många avseende då den också är en förkonstruerad konstruktion som sänks ner i schakten. Fördelen med en spontkassett är att flera enheter kan placeras sammansatta efter varandra och bilda en lång schakt. Den typen av lösningar är bra då mycket arbeten ska ske flera gånger på en längre sträcka. Schaktslädens stora fördel är att den dras med nere i schakten och plockas inte upp förrän arbetet är färdigt. Det går då att säkerställa skyddet precis där man arbetet utförs.

Användningsanvisningar schaktsläde

Schaktsläden monteras intill schakten och sänks ner i en schakt som ska vara ca 10 cm bredare än schaktslädens totala bredd (Figur 23). Schaktsläden används främst i jordmassor med en relativt bra stabilitet under kortare tidsfrister och där inte påverkan från omgivande byggnader och konstruktioner är för stort. Schaktsläden fungerar som ett skydd mot släntinstabilitet när rörlägningsarbetet pågår innanför väggarna (Figur 24).

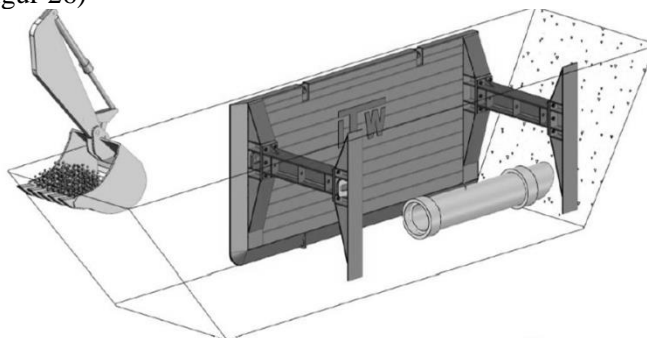


Figur 23. Schaktsläde sänks ner i schakt (LTW VERBAU, 2012)

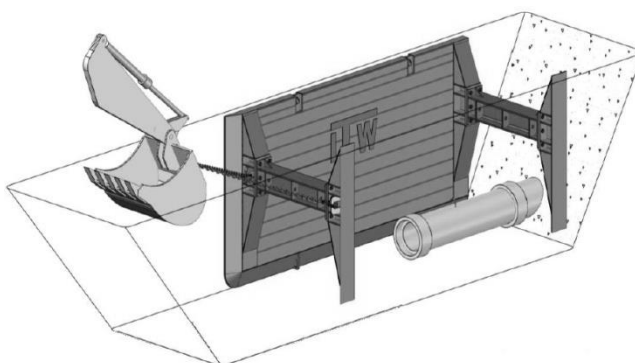


Figur 24. Princip för arbete med schaktsläde (LTW VERBAU, 2012)

Grävmaskin schaktar framför schaktsläden (Figur 25) och drar konstruktionen med länkar framåt (Figur 26)

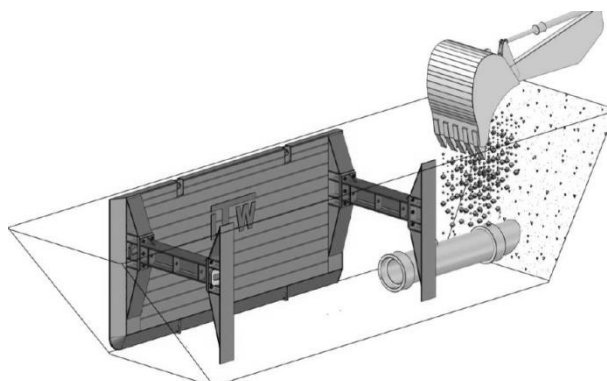


Figur 25. Princip för arbete med schaktsläde (LTW VERBAU, 2012)



Figur 26. Princip för arbete med schaktsläde (LTW VERBAU, 2012)

Det går sedan att återfylla med resterande fyll när schaktsläden är placerad i nästa arbetsläge (Figur 27).



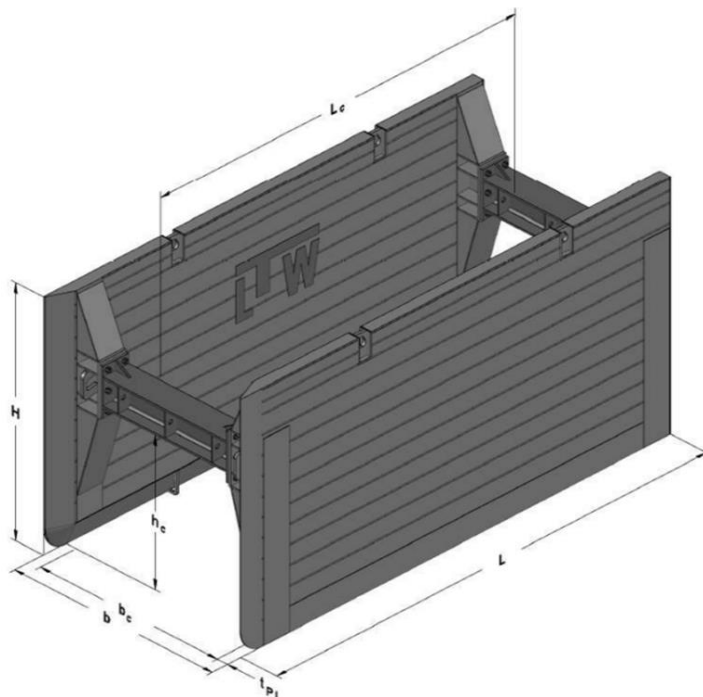
Figur 27. Princip för arbete med schaktsläde (LTW VERBAU, 2012)

Tekniska specifikationer för schaktsläde

Schaktsläden som studeras i rapporten är tillverkad av LTW Verbau och är tillverkad i stål. Den har två väggar som hålls samman av två tvärgående balkar, en i framkant och en i bakkant (Figur 28). Mått för aktuell schaktsläde är redovisade i Tabell 3. Ett par olika balkar finns att tillgå vilket gör att bredden på schaktsläden kan varieras enligt Tabell 4.

Tabell 3. Tekniska specifikationer Schaktslåda (LTW VERBAU, 2012).

	Beskrivning (Eng)	Beskrivning (Sve)	Mått [mm]
L	Plate length	Schaktslädens längd	6490
H	Plate height	Schaktslädens höjd	2000
T_{Pl}	Plate thickness	Vägg tjocklek	120
h_c	Pipe culvert height	Rörgravshöjd	1500
L_c	Pipe culvert length	Rörgravslängd	5610
G_E	Box weight	Schaktslädens vikt	4690 [kg]
G_{PL}	Plate weight	Plattornas vikt	2340 [kg]



Figur 28. Utformning av schaktslåda (LTW VERBAU, 2012).

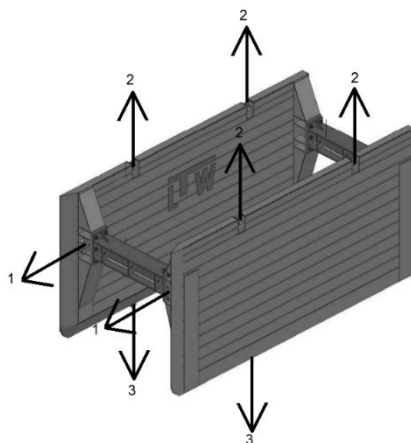
Tabell 4. Tekniska specifikationer distansbalkar (LTW VERBAU, 2012).

<i>Distansbalkens längd [mm]</i>	<i>Arbetsutrymmets bredd [mm]</i>	<i>Schaktlådans bredd [mm]</i>	<i>Vikt [kg]</i>
-	580	820	-
1000	1580	1820	209
1420	2000	2240	259
1000+1420	3000	3240	468



Figur 29. Utformning distansbalkar (LTW VERBAU, 2012).

Schaktsläden har lyft- och dragkrokar monterade med en maximal tillåten dragkraft. Det redovisas i Tabell 5.



Figur 30. Fästpunkter för lyftredskap på schaktsläde.

Tabell 5. Max tillåten dragkraft (LTW VERBAU, 2012).

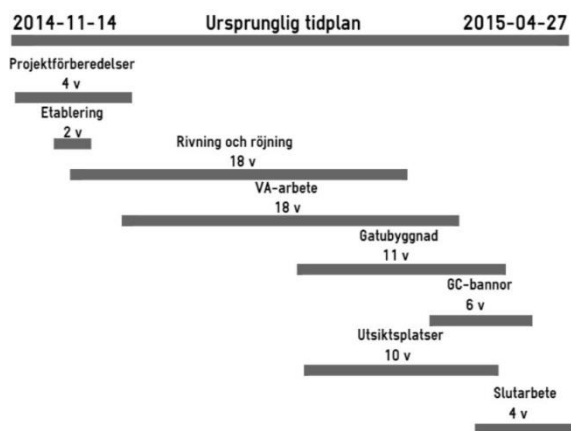
	<i>Dragkraft</i>
1. <i>Dragöglor</i>	$R_d = 344 \text{ kN}$
2. <i>Lyftöglor i överkant</i>	$R_d = 344 \text{ kN}$
3. <i>Lyftöglor i nederkant</i>	$R_d = 109 \text{ kN}$

4 Empiri

4.1 Beskrivning av studerat projekt

Projektet där valda studier kommer genomföras är ett anläggningsprojekt i Helsingborg. Det utförs av Skanska Sverige AB på uppdrag av Helsingborgs Stad och Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB.

Projektet benämns som Strandpromenaden Et. 5 och är både ett VA-projekt, som ingår i en storsatsning för att separera spill- och dagvattenledningar i Helsingborg, samt en fortsättning på Helsingborgs Stad satsning på att bygga ut och fräscha upp stråket längs med stranden. Arbetsområdet sträcker sig från Pålsjö Matbar i söder till Tinkarpsbaken i norr. I entreprenaden ingår att byta spill-, dag- och vattenledningar på en sträcka av ungefär 600 m samt att bredda gång- och cykelvägen samtidigt som vägbanan smalnas av. I norra delen av arbetsområdet kommer befintlig vattenledning bytas ut mot en ny och befintlig spilledning relinas. I projektet ingår också att bygga fem stycken utsiktsplatser längst stranden med bänkar, solstolar och trapp ner på stranden. Då projektet ligger intill stranden är det kritiskt för kommunen att tidplanen hålls och att projektet är färdigställt innan den sista maj. Den ursprungliga tidplanen redovisas i Figur 31.



Figur 31. Ursprunglig tidplan

Projektet har valts då huvuddelen av den stora VA-schakten ska bedrivas med hjälp av rasskyddssystem i form av en nyinköpt schaktsläde. Utrymmet är en av dem största

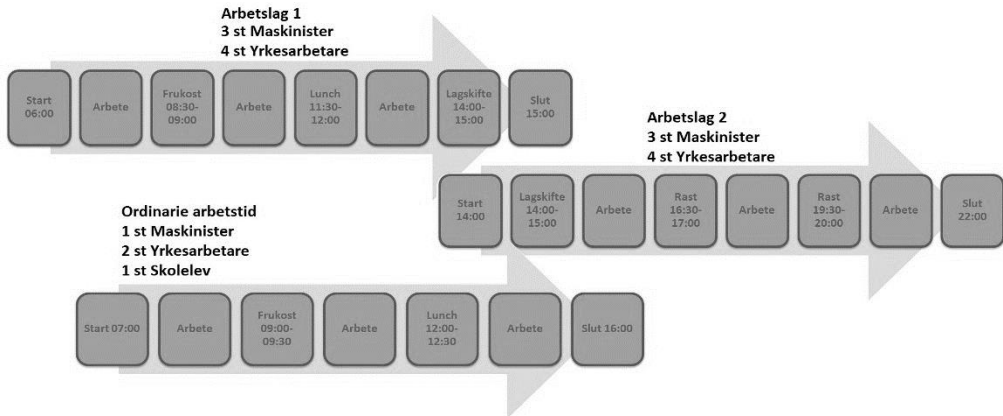
utmaningarna när det gäller större VA-ombyggnader inne i städer. Det är viktigt att skapa bra och säkra förutsättningar för yrkesarbetarna som ska utföra arbetet samtidigt som hänsyn måste tas till de som brukar fastigheterna. Genom att både studera hur planeringsarbetet som lett fram till hur VA-arbetet ska gå till, observationer av utförandet samt intervjuer med Skanskas personal med erfarenheter att arbeta både med traditionell schaktning och med schaktsläde förväntas rapportens frågeställningar kunna besvaras.

4.1.1 Arbetsplatsens organisation

Då arbetet försenats på grund av brister i förfrågningsunderlaget måste den stora VA-schakten forceras redan från start. Det innebär att två arbetslag arbetar överlappande med den stora VA-läggningen samtidigt som ett annat arbetslag utför arbeten under ordinarie arbetstider med vattenledningen i norr. Det innebär att den totala personalstyrkan på arbetsplatsen är:

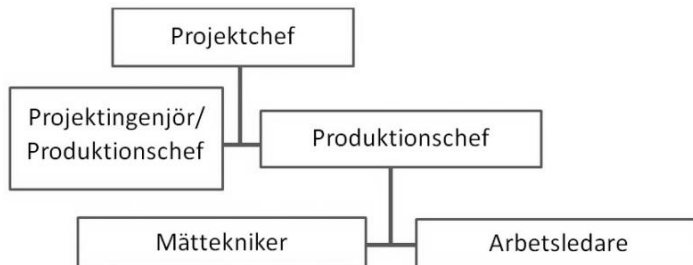
- 7 st. tjänstemän
- 10 st. yrkesarbetare
- 7 st. maskinister
- 1 st. skolelev

Arbetet med VA-stammen kommer att pågå från 06:00-22:00 under hela forceringstiden och de olika lagen jobbar varannan vecka morgonpass och varannan kvällspass. För att särskilja de olika arbetslagen kommer de i rapporten få en siffra, där 1 markera det arbetslag som arbetar morgonpasset och 2 dem som arbetar kvällspasset jämna veckor. Morgonpasset börjar klockan 06:00 och slutar 15:00, med raster 09:00-09:30 och 12:00-12:30. Mellan 14:00 och 15:00 kommer skiftbyte ske där de olika lagen får möjlighet att prata ihop sig om vilka problem som uppstått och vad som gäller för kvällspasset. Det innebär att kvällspasset börjar klockan 14:00 och slutar 22:00 alla dagar utom fredagar då det slutar 20:00. Raster på kvällspasset är 16:30-17:00 och 19:30-20:00. De som jobbar ordinarie arbetstider mellan 07:00-16:00 har ingen siffra. Arbetstiderna för en arbetsdag i projektet redovisas schematiskt i Figur 32.



Figur 32. Schematisk skiss över arbetstiderna på arbetsplatsen.

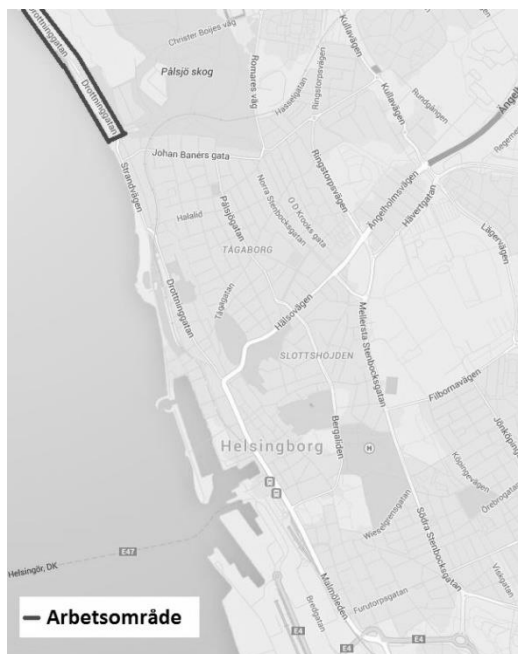
Tjänstemännens arbetstider är inte redovisade i arbetsschemat då det är mer flytande. Det ska hela tiden finnas en arbetsledare alternativt en produktionschef samt en mättekniker på arbetsplatsen men överenskommelser mellan dem sker från vecka till vecka. De sju tjänstemännen som finns på arbetsplatsen är uppdelade enligt 1 st. projektchef, 1 st. projektingenjör/produktionschef, 1 st. produktionschefer, 2 st. arbetsledare och 2 st. mättekniker. Produktionsledningens hierarkiska uppbyggnad redovisas i Figur 33.



Figur 33. Hierarkisk uppbyggnad produktionsledningen på arbetsplatsen.

4.1.2 Arbetsområde

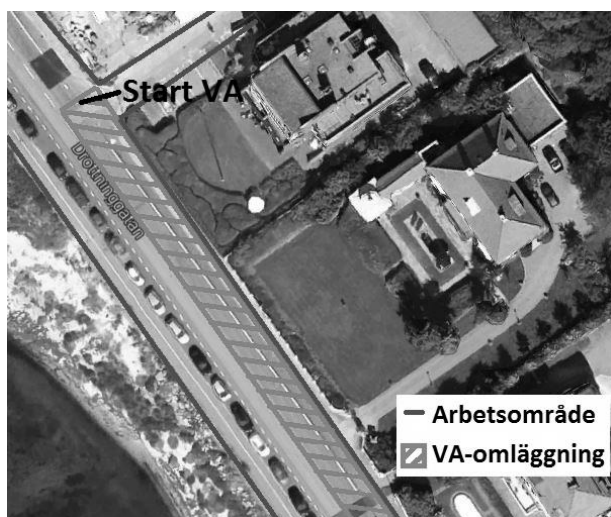
Arbetsområdet är den norra delen av Drottninggatan och den södra delen av Sofierovägen i Helsingborg (Figur 34). Det finns både villor och flerbostadshus längs arbetsområdet och de boende måste under hela byggtiden ha tillgång till sina fastigheter vilket innebär att tredjeman utgör en påtaglig risk under hela projektiden. Stråket längs stranden norrut från centrum mot Sofiero är ett mycket populärt gång- och cykelstråk vilket innebär att under vissa tider på dygnet är det mycket folk i rörelse inom arbetsområdet.



Figur 34. Arbetsområde i norra delen av Helsingborg (maps.google.se)

Under byggtiden stängs genomfartstrafiken igenom arbetsområdet men det innebär inte att all trafik försvinner. Bussarna stängs bara av under ca 7 veckor då den stora VA-omläggningen pågår i de smalare partierna. I övrigt ska de ha fri farbar väg genom arbetsområdet. Även om skyltningen visar förbjuden genomfart finns ett stort problem med smittrafik då alternativ väg från norra delarna av Helsingborg till centrum är ca en mil längre. Polis samt trafik vakter finns på platsen från och till för att förhindra detta.

Under observationsmätningarna pågick arbete i starten av den stora VA-omläggningen, från Henrik Mårtenssonsgata och söderut mot Pålsgårdsgatan (Figur 35). Observationerna sker under två veckor och den observerade sträckan beror på arbetets framdrift.



Figur 35. Arbetsområde under mätveckorna (maps.google.se).

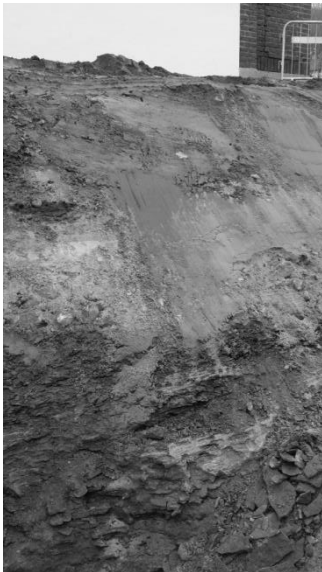
4.1.3 Geotekniska förutsättningar

Innan projektstart har det genomförts en markteknisk undersökning och utifrån det skapas ett dokument som kallas MUR (marktekniska undersökningsrapport). Den ska innehålla tillräckligt underlag för att projektören ska kunna bedöma vilka geotekniska förutsättningar som finns och kunna utforma arbetsmetoder med den som grund.

MUR:en beskriver arbetsområdet som relativt plant med en nivåskillnad från +3,0 m till +3,7 m. Området avgränsas av befintlig strand, stödmurar och byggnader och består av befintlig väg samt gång- och cykelväg. I samband med att MUR:en upprättats har man genomfört en CPT-sondering och tagit 10 stycken jordartsprover genom skruvprovtagning ner till ett djup på 2,3 - 3,2 m under markytan. En grundvattenmätning har också gjorts i ett grundvattenrör och den ligger ca 2,2 meter under markytan i aktuellt område.

Resultatet från provtagningen visar att jordprofilen huvudsakligen består av grusig sand, ställvis stenig sand som underlagras av sand och sandig morän. Hallen (berget) ligger på 2-3 meters djup från markytan och består av sedimentär berggrund.

Beskrivna jordarter i den marktekniska undersökningsrapporten stämmer relativt bra överens med de förutsättningar som syns när schaktningen påbörjats. Jorden består främst av grusig sand med inslag av större stenar (Figur 37). Det finns partier med sandig morän som är något tätare än övrig sand. Trots den övervägande mängden sand är grundvatten tillströmningen låg och inget grundvatten finns i gropen. Schaktslänterna står bra med en släntlutning på ca 1:1 ner till det sedimentära berget som ligger på ca 2 meters djup (Figur 36).



Figur 36. Hall med överlagrad sand



Figur 37. Sand överlagrad av grusig sand

4.2 Planeringsprocessen

En förutsättning för ett väl genomfört projekt är en bra planering och projektering. Mycket av den tid som läggs i början på planering kan betala sig flera gånger om senare i projektet. Projekt strandpromenaden är en generalentreprenad vilket innebär att Skanska har fått arbetshandlingar från projektören och ska bygga utifrån dem. Den största delen av planeringen och projekteringen har alltså skett innan förfrågningsunderlaget har gått ut till entreprenörerna.

4.2.1 Planering – riskidentifiering

I samband med att planeringen av produktionen i anbudsskedet inleds förberedelserna för att skapa en säker arbetsmetod. I det aktuella projektet står det angivet att det ska finnas en slagen spont längs med den östra sidan av VA-schakten. På grund av att hallen ligger så högt som den gör och att sträckan där sponten ska slås var full med kablar valdes spontkonstruktionen bort. Det innebar att en annan mer flexibel lösning behövdes för att säkra arbetsmiljön och det var redan här som förslaget med schaktsläden dök upp. Efter det att anbudet var antaget av beställaren och kontraktet skrivet utsågs Skanskas produktionsledning och produktionschefen tog över ansvaret för arbetsmiljön som BAS-U. Skanska etablerade redan tidigt sina bodar och flyttade ner produktionsledningen på arbetsplatsen för att få en närhet till området och kunna gå ut och titta i planeringsstadiet.

Produktionschefen utsågs också i samband med tilldelning av uppgifter till schaktansvarig.

I samband med produktionsförberedelserna identifierades två stora risker som inte fanns med i överlämnandet från BAS-P till BAS-U. Det var dels att kommunen ville ha dubbelriktad busstrafik igenom arbetsområdet och dels att två stycken 130 kV kablar som går över till Danmark fanns inom arbetsområdet. Det innebar att produktionsstarten sköts upp och en utredning inleddes för att se vilka konsekvenser det skulle få för fortsatt arbete. Danmarksablarna var märkta på ritningarna med högspänning men inga ytterligare anvisningar fanns. Det ligger inte i det området där den stora VA-omläggningen ska ske utan är främst ett problem för den nya vattenledningen som ska ner i norra delen av arbetsområdet.

Arbetsmiljöplan

Då den totala byggtiden beräknas ligga någonstans runt sex månader krävs det enligt AFS 1999:3 7§ en arbetsmiljöplan. I arbetsmiljöplanen som övertogs från beställares BAS-P saknades flera av de risker som Skanska identifierat och en uppdatering av den gjordes i samband med etableringen av arbetsplatsen. I praktiken upprättades i princip en helt ny arbetsmiljöplan och överlämnades av Skanska till beställaren daterad 2014-11-25. De risker som är identifierade och hanterade i arbetsmiljöplanen redovisas i Figur 38.

2. Riskinventering

	Arbeten med särskild risk som kommer att förekomma	Nej	Ja
"Arbeten med särskild risk" (enligt 12 § i AFS 1999:3)	1. Arbeta med risk för fall från högre höjd än två meter.		X
	2. Arbeta som innebär risk att begravas under jordmassor eller sjunka ner i lös mark.		X
	3. Arbeta som kan medföra exponering för kemiska och biologiska ämnen.	X	
	4. Arbeta som kan medföra exponering för joniserande strålning.	X	
	5. Arbeta i närheten av högspänningsledning (samt övriga ledningar i mark).		X
	6. Arbeta med risk för drunkning.		X
	7. Arbeta i brunnar eller tunnlar samt anläggningsarbete under jord.		X
	8. Undervattensarbete med dykarutrustning.	X	
	9. Arbeta i kassun under förhöjt lufttryck.	X	
	10. Arbeta vid vilket sprängämnen används.	X	
	11. Arbeta vid vilket lansering, montering och nedmontering av tunga byggelement eller tunga formbyggnadselement ingår.		X
	12. Arbeta på plats eller område med passerande fordonstrafik.		X
	13. Rivning av bärande konstruktioner eller hälsofarliga material eller ämnen	X	
Övriga arbetsmoment med risker som måste beaktas	14. Rörelse av maskiner och fordon		X
	15. Arbetsmaskiner (inkl utrustning)		X
	16. Arbeta med risk för kläm-, såg- och skärskador		X
	17. Arbeta med temporära konstruktioner		X
	18. Arbeta med VA-system, FJV etc.		X
	19. Heta arbeten och brandskydd		X
	20. Risker för fall till samma nivå		X
	21. Arbeta med knackning av skut	X	
	22. Arbeta med ergonomiska risker		X
	23. Arbeta med exponering för buller		X
	24. Arbeta med exponering för vibrationer		X
	25. Arbeta i dammande miljö		X
	26. Risker för tredje man i anslutning till arbetsplatsen		X
	27. Elektriska arbeten	X	

Figur 38. Riksinventering i arbetsmiljöplanen.

De första 13 punkterna är de punkter som arbetsmiljöverket har med i AFS 1999:03 12§ andra stycket som arbeten med särskild risk. Punkterna 14-27 är övriga identifierade risker som hanteras normalt i Skanska Väg och Anläggning Syd.

Arbetsmiljöplanen ska vara ett levande dokument och ska uppdateras i samband med att nya risker upptäcks. Inom Skanska finns en centralgrupp som arbetar med arbetsmiljöfrågor och om det skulle inträffa något som rör Väg och Anläggning går det ut ett säkerhetsmeddelande med eventuella uppdateringar i arbetsmiljöplanerna. Det är för att samtliga inom organisationen ska få reda på identifierade risker. Även på arbetsplatsen identifierade risker ska skrivas in i arbetsmiljöplanen om det har en sådan dignitet att

samma risk kan uppstå igen. I Tabell 6 redovisas vilka nya risker som identifierats under produktionstiden och som har lett till en uppdatering av arbetsmiljöplanen.

Tabell 6. Revideringar i arbetsmiljöplanen.

<i>Revidering</i>	<i>Datum</i>	<i>Orsak till rev.</i>	<i>Beskrivning</i>
1	2015-01-26	UE – Avloppsfallarna	Arbete med risk för drunkning
2	2015-01-30	Förändring Bas-U och uppd. temporära konstruktioner	Principer för säkert utförande
3	2015-02-05	Risker med kvällsarbete samt 130kV kablar	Principer för säkert utförande

Delmomenten i arbetsmiljöplanen är uppdelade i underkategorier; *Kompetenskrav, undersökningar, metodval och förutsättningar, principer för säkert utförande och kontroller* (se Figur 39 för exempel på arbete med schaktsläden).

17 Arbete med temporära konstruktioner			
Tillämpningsområde			
17.1 Schaktsläde			
Åtgärder		Hanteras i ArbB	Referens
Bemanning, kompetenskrav och inköp			
17.1.1	Arbete med temporära konstruktioner ska ledas av en Samordnare för temporära konstruktioner, med kompetens för uppgiften. Samordnare ska vara angiven i projektplan.		Säker arbetsmetod Temporära konstruktioner
Undersökningar			
Metodval och förutsättningar			
17.1.2	Alla framtagna handlingar för temporära konstruktioner ska granskas och signeras av två personer, för kontroll av att informationen är korrekt.		Säker arbetsmetod Temporära konstruktioner
17.1.3	Samtliga delmoment i arbetet med temporära konstruktioner ska noteras och signeras i projektets Verifieringsdokument. https://vsaa.skanska.se/projekt-vag-o-anlaggning/produktionsforberedelser/forebyggande-avgarder-kvalitet-miljo-arbetsmiljo/temporara-konstruktioner		Säker arbetsmetod Temporära konstruktioner
Övriga säkerhetskrav följer av Verifikationsdokumentets olika steg.			
Principer för säkert utförande			
17.1.4	Ingen får befinna sig i schakten då schaktsläden förflyttas		
17.1.5	Arbete med VA får enbart ske i schaktsläde		
Kontroller			
17.1.6	Daglig kontroll av bogserstorp ska ske innan användning		
17.1.7	Daglig kontroll ska ske av samtliga bultar och balkar		

Figur 39. Exempel på uppdelning i arbetsmiljöplan.

Arbetsberedningar

Produktionschefen tillsammans med en arbetsledare skapade många av de arbetsberedningarna som skulle fram innan produktionsstart. Vid tre tillfällen var ett av skyddsombuden på arbetsplatsen innan produktionsstart och diskuterade sina synpunkter för att säkra upp schakten. De arbetsberedningar som är gjorda för VA-schakten är en för VA-schakten och en separat som hanterar arbetet med schaktsläden.

VA-schaktens arbetsberedning följer Skanska mall för hur arbetsberedningar skrivs internt. Den inleds med en beskrivning av vilka resurser som krävs för att utföra berört moment och vad som är slutläget, dvs. hur delmomentet ska se ut för att nästkommande aktivitet ska kunna utföras. Nästa delkapitel i beredningen är hur arbetsgången är tänkt och vilka metoder som valts för utförandet. En detaljerad beskrivning finns främst kring utförandet av schaktarbetet och kringfyll runt ledningarna. Avslutningsvis finns en punktlista med identifierade störningsrisker och åtgärder (se Figur 40).

5. Kapacitet och störningar			
Lista delmomenten och identifiera störningsrisker för varje delmoment. Arbeta fram åtgärder för att begränsa störningen. Om lämpligt ange kapacitet. Arbeta med second opinion.			
Delmoment	Störningsrisk	Åtgärd för att eliminera störningen	Kapacitet*
VA-schakt	Väder	Se till att ha utlopp till ledningarna så detta elimineras.	
VA-schakt	Trafik/bussar	Bra TA plan så inte säkerheten äventyras. Comradio så man kan enkelt nå varandra.	
VA-schakt	Dåliga massor	Körs bort så inte terrasseringen blir kass	
VA-schakt	Kablar	Utsättning, gräv med försiktighet. Skyffla!	
VA-schakt	Ekonomi	Uppföljning kapacitet.	
VA-schakt	Grundvatten	Installeras pumppropar	
Förläggning VA	Dåliga fall	Kontrollera med jämna mellan rum höjdläget.	
Schaktmassor	Ras	Schaktsläde. VIKTIGT att man håller sig i schaktsläden	

Figur 40. Störningsrisker VA-schakt

Arbetsberedningen i sig innehåller inga direkta arbetsmiljöbeskrivningar. Regler och rekommendationer kommer istället in i vad Skanska kallar för säkerhetsgenomgångar. Det är en bilaga till arbetsberedningen där samtliga punkter som finns i arbetsmiljöplanen kontrollerats och de punkter som rör delmomentet antecknas. Punkterna i arbetsmiljöplanen används sedan för att säkerställa en säker arbetsmetod och att se till så att inga förebyggande åtgärder glöms bort.

Arbetsberedningen för schaktsläden är uppbyggd på samma sätt med en inledande beskrivning av resursåtgång och slutläge. På samma sätt är det den produktionstekniska delen som är beskriven under arbetsgången med en bilaga med principer för säkert utförande. Avslutningsvis finns en punktlista med identifierade störningsmoment i utförandet (Figur 41).

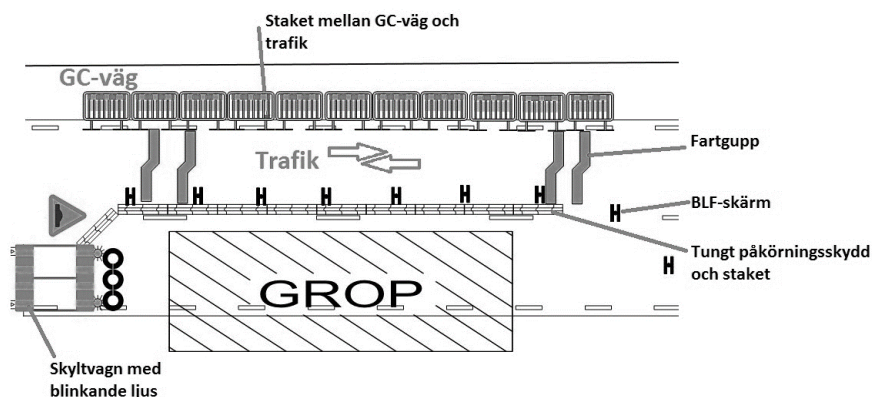
5. Kapacitet och störningar			
Lista delmomenten och identifiera störningsrisker för varje delmoment. Arbeta fram åtgärder för att begränsa störningen. Om lämpligt ange kapacitet. Arbeta med second opinion.			
Delmoment	Störningsrisk	Åtgärd för att eliminera störningen	Kapacitet*
Korsande ledningar	Schaktslädan är för hög	Gräva ränna för att dra släden i (figur 3 ovan)	
Flytt av schaktsläde	Bogserstrop går av	Ingen ska befinna sig inom riskområde, samt använda bogserstrop som "dör" när den går av	
Flytt av schaktsläde	Massor rasar	Återfylla på utsidan till motsvarande nivå som på insida. Ingen ska befinna sig inom riskområde	

Figur 41. Identifierade störningsmoment för arbete med schaktsläde.

Trafikanordningsplan

Drottninggatan är en mycket trafikerad gata i normalfallet då det är den snabbaste vägen från norra delarna av Helsingborg och Laröd in mot de centrala delarna. I förfrågningsunderlaget stod inget annat än att genomfartstrafiken kunde stoppas helt och att det bara skulle finnas tillgång för det boende. I själva verket var det så att genomgående stadsbusslinje hade missats och kommunens inställning var att busstrafiken skulle kunna passera obehindrat större delen av byggtiden. Det innebar stora förändringar i TA-arbetet och en ny TA-plan fick tas fram för att både bussar och boende skulle ha tillgång till sina fastigheter. Både tid och sakkännedomen saknades hos produktionsledningen anlätades en person på Skanska Asphalt som dagligen arbetar med att göra TA-planer. I starten av projektet stängdes genomfartstrafiken för allmänheten och bara bussar och boende fick köra in på arbetsområdet. Informationsskyltar om att Drottninggatan var avstängd sattes upp ca 1 km innan avstängningen på båda sidorna för att trafikanterna skulle ha möjligheten att välja en annan väg. I början fanns stora problem med smittrafik vilket innebar onödigt stor risk för arbetet och polisen gjorde några kontroller som ett försök att stoppa det. Då polisen inte kunde finnas på platsen under hela arbetsdagarna fick istället trafikvakter sättas vid varje ände av arbetsområdet och kontrollera samtliga som körde in på arbetsplatsen. Några veckor in i projektet förändrades TA-planen då VA-schakten kom in i ett smalare parti och busstrafiken fick ledas om runt arbetsområdet. All genomfartstrafik stoppades och de boende på sträckan fick instruktioner att de som bor norr om VA-schakten kan köra in norrifrån och de som bodde söder om kör in från söder.

VA-schakten spärras av med 2 m högt byggstaket och tungt påkörningsskydd i form av betongbalkar längs hela kanten. Båda ändarna av arbetsområdet markeras med skyltvagnar med blinkande ljus. TA-planen förbi schaktgropen finns redovisad i Figur 42. Gång och cykeltrafikanterna skiljs av från trafik med kravallstaket, mellan schakten och gatan finns tungt påkörningsskydd samt 2 meter högt byggstaket. Det läggs också ut fartgupp på vägbanan för att ytterligare sänka hastigheten förbi schakten. I de smalaste partierna försvinner körfältet och bara gång- och cykelvägen finns kvar.



Figur 42. TA-plan förbi schaktgrop.

4.2.2 Förändringar under produktionstiden

Då jordförhållanden visade sig vara bättre än vad som kunde bedömas ur förfrågningsunderlaget. I sandiggrus krävs det ofta att slänterna läggs flackare än i aktuellt projekt och då tillströmningen av grundvatten helt saknas försvinner risken med att slänterna urlakas. De nya förutsättningarna innebar att den stora VA-schakten utfördes på traditionellt sätt utan schaktsläde. Istället används traditionella slänlutningar på större delen av sträckan och en ny arbetsberedning togs fram för att säkerställa att lika hög säkerhet hålls för de som jobbar i schakten då ett rasskyddssystem inte används.

En ny arbetsberedning togs fram för schaktning utan schaktsläde. I den står det att slänter med slänlutning på 1:1 ska användas, samtidigt som det är viktigt att långsgående kablar avlastas och större stenar i schaktväggen tas bort för att undvika att de rasar ner. Finns det risk för ras eller om förhållanden förändras slås larm till produktionsledningen och arbetet avbryts.

4.2.3 Kontroller

En bra planering är till för att skapa rätt förutsättningar för en säker arbetsplats men det är ännu viktigare att arbetet utförs på rätt sätt och så som man har planerat. Det är därför viktigt att det genomförs regelbundna kontroller av utförandet. Den viktigaste kontrollen är den dagliga driften och att inga onödiga störningsmoment får finnas som stressar arbetet. Arbetsledarnas roll i projektet är att få allt att flyta och kontrollera så att inga onödiga risker tas i projektet samtidigt som tidsplaneringen hålls.

Torsdagar varannan vecka går man skyddsronder där hela arbetsområdet synas. Det finns en intern mall inom Skanska som används inom väg och anläggning syd och den är uppdelad i 36 underrubriker (Figur 43). Minst en arbetsledare och ett skyddsombud ska närvara vid skyddsronden.

Belägenhet / byggdel		
1 Bodelabering	2 Tillfälligt vatten	3 Vattenledning norr
4 Va-schakt	5	6

Genomgång uppdateringar i Arbetsmiljöplan	Uppdateringar finns	<input checked="" type="checkbox"/>	Uppdateringar finns inte	<input type="checkbox"/>							
Nya risker och/eller åtgärder: Busstrafik genom arbetsområdet											
	Med anm	Utan anm	Ej akt.		Med anm	Utan anm	Ej akt.		Med anm	Utan anm	Ej akt.
1. Föregående protokoll	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Arbetsmiljöplan	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Allmän ordning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Avstängningsanordningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Belysning	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Brandskydd	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Buller och vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Byggelement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Damm	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ergonomiska hjälpmedel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Fallskydd	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
12. Kemikalier	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
13. Brandfarliga varor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Figur 43. Exempel på skydds- och miljörondsprotokoll.

Egenkontroll

I projektet utförs egenkontroller både för Skanskas egen säkerhet men också för att säkerställa att det man lämnar ifrån sig håller den förväntade kvalitén. Den främsta egenkontrollen som utförs sker i samband med uppföljningar på arbetsberedningarna. Arbetsledarna noterar om arbetet är utfört så som planeringen säger och vilka förändringar som skett. Det finns även en tekniklista där samtliga förändringar förs in i samband med teknik-/byggmöte. Då schaktsläden används ska kontroller ske på bogser stropp och bultar innan varje flytt.

För att säkerställa schakten i övrigt kontrolleras angivna släntlutningar regelbundet av produktionsledningen samtidigt som en kontroll av schakten i övrigt görs. Kontrollen punkter med allt från att geotekniken stämmer till hur tillträde från och till schakten ser ut.

4.3 Observationer

4.3.1 Utformning av observationer

Observationerna på arbetsplatsen har genomförts för att se hur tidsåtgången på de olika delmomenten ser ut för schaktning med schaktsläde samt att se vilka släntlutningar som kan användas och hur de skiljer sig från schaktning på traditionellt sätt. Samtidigt som tidsåtgången mäts har också arbetssättet noterats för att kontrollera om det sätt som är beskrivet i arbetsberedningen är det sätt som används i verkligheten. Även de vanligaste problemen som uppstår med metoden kommer att noteras för en rättvis sammanställning.

Avsikten har varit att tidsåtgången för delmomenten och arbetssättet observeras två gånger per vecka i två veckor, dvs. fyra gånger totalt. Kapaciteten skulle mätas varje dag under en två veckors period och kapaciteten mäts i antal meter rör lagda per arbetspass (8 timmars arbetstid). På grund av de förändrade förutsättningarna i jordförhållanden har bara schaktsläden använts under fem arbetspass med två lanseringar. Det innebär att monterings tiden i schakten endast har kunnat mätas vid två tillfällen och kapaciteten vid 5 arbetspass.

4.3.2 Resultat från observationer

Montering av schaktsläde

Det är viktigt att i tidsplaneringen lägga in tid för montering av schaktsläden. Montering inleddes av att en väggsektion läggs på marken och medföljande balkar bultas fast. Bultarna ska dras med momentnyckel till rätt moment för garanterad säkerhet. När båda tvärbalkarna är fast lyfts den andra väggsektionen på plats och bultas fast. En grävmaskin används för att hålla väggsektionen på plats till dess att samtliga bultar är på plats (Figur 44). Släden lyfts till stående läge innan den kan lyftas ner i schakten.



Figur 44. Montering av Schaktsläden

Tidsåtgången för de olika arbetsmomenten vid monteringen är redovisade i Tabell 7.

Tabell 7. Tidsåtgång för montering av schaktsläden (genomsnittstider för två mätningar).

<i>Arbetsmoment</i>	<i>Tid</i>	<i>Kommentar</i>
<i>Framkörning av material</i>	10 min	Beroende av var materialet finns och hur stor arbetsplatsen är.
<i>Montering av bultar på balk nederkant</i>	10 min	12 bultar passas in i hål och spänns.
<i>Koppling övre väggsektion</i>	4 min	Väggsektion kopplas med schaklar och länk vid grävmaskin.
<i>Lyft och placering av övre väggsektion</i>	30 min	Lite problem att få bulthålen i balken och i väggsektionen att passa.
<i>Montering av bultar på balk överkant</i>	15 min	12 bultar passas in i hål och spänns.
<i>Lyft av schaktsläde till stående läge</i>	10 min	Schaktsläden lyfts från liggande till stående läge.
	79 min	

Användning av schaktsläden

De delmoment som schaktningen med schaktsläde innebär är beskrivna i 3.4.3 och tidsåtgången för att placera schaktsläden i schaktgropen är redovisad i Tabell 8. Kablar och befintliga ledningar måste kontrolleras innan schaktstart.

Tabell 8. Montering av schaktsläde i grop (genomsnittstider för två mätningar).

<i>Arbetsmoment</i>	<i>Tid</i>	<i>Kommentar</i>
<i>Schakt av grop för nedsänkning av schaktsläde</i>	2 timmar	Grop schaktas som är schaktslädens bredd +10 cm och schaktslädens längd + erforderliga släntlutningar i fram- och bakkant.
<i>Framkörning av schaktsläde</i>	10 min	Från monteringsplats till schaktgrop.
<i>Koppling av schaktsläde med lyftlänk</i>	8 min	Schaktsläden kopplas med lyftlänk i grävmaskin
<i>Lyft ner i schakt</i>	15 min	Lyft av schaktsläden och placering i gropen
<i>Bortkoppling av lyftlänk</i>	4 min	Koppla bort lyftlänk från släde och grävmaskin
	2 timmar och 37 min	

När schaktsläden är på plats i gropen kan VA-arbetet påbörjas i skydd av släden. På samma sätt som tidigare observationer har arbetet delats upp i delmoment och tidsåtgången för varje delmoment bestämts under fyra mättillfällen. Vid samtliga mättillfällen har två ledningar (en spill- och en dagvattenledning) lagts parallellt i schaktsläden. Ledningsarbetet genomförs i etapper om två rör vilket motsvarar fyra meter, vilket innebär att schaktsläden flyttas ca fyra meter vid varje flytt.

Tabell 9. Tidsåtgång framdrift rörläggning med schaktsläde (genomsnittstider för fyra mätningar).

<i>Arbetsmoment</i>	<i>Tid</i>	<i>Kommentar</i>
<i>Schakt för schaktbotten i schaktsläde</i>	13 min	Upprensning av massor som rasar ner vid flytt.
<i>Rörläggning (ledning 1)</i>	37 min	Ledningsbädd görs. Ledning 1 läggs. Fall och riktning kotrolleras. Packning av stödpackzon.
<i>Kringfyll och återfyll (ledning 1)</i>	16 min	Kringfyll och resterande fyll upp till nivå för nästa ledning.
<i>Rörläggning (ledning 2)</i>	36 min	Ledningsbädd görs. Ledning 2 läggs. Fall och riktning kotrolleras. Packning av stödpackzon.
<i>Kringfyll och återfyll (ledning 2)</i>	12 min	Kringfyll och resterande fyll upp till motsvarande nivå som är fyllt på utsidan.
<i>Schakt för flytt av schaktsläde</i>	41 min	Schakt ca fyra meter för flytt av schaktsläde.
<i>Flytt av schaktsläde</i>	23 min	Schaktsläden dras framåt av grävmaskin i stropp.
<i>Återfyll på utsidan av schaktsläden</i>	8 min	Massor läggs mellan schaktslädens vägg och slänten för att förhindra ras vid nästa flytt.
3 timmar och 6 min		



Figur 45. Översiktspild schakt med schaktsläde.

Samtidigt som tidsåtgången av delmomenten kontrollerats har också släntlutningarna uppskattats till ca 5:1 vid användning av schaktsläde.

Kapacitetsmätningar

Skanska genomför normalt en kapacitetsuppföljning där verklig kapacitet jämförs mot kalkylerad kapacitet. I kalkylen är de olika arbetsmomenten kategoriserade och en uppskattad kostnad redovisad. Kostnaden är kopplad till ett visst antal resurser som krävs för att utföra arbetet under en viss tid. Det kan vara svårt i verkligheten att dela upp olika moment efter den kategoriseringen som finns i kalkylen. Det innebär att i praktiken räknas en totalkostnad och totaltid ut och då antalet meter ledning är känt kan en kapacitet bestämmas i antal meter lagd ledning per arbetspass.

Kapaciteten för schakt med schaktsläde är uppmätt under 3 arbetsdagar där morgonpasset dag 1 inte använde släden direkt från morgonen. Det innebär att kapacitetsmätningarna bygger på mätningar utförda under 5 arbetspass och redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. Kapacitetsmätningar

<i>Veckodag</i>	<i>Kapacitet</i>	<i>Kapacitet</i>	<i>Kommentar</i>
<i>Vecka 1</i>	<i>(Arbetslag 1)</i>	<i>(Arbetslag 2)</i>	
<i>Mättdag 1</i>	Inget arbete med schaktsläde	6 m	Pass ett använde inte schaktsläden men ställde den på plats innan eftermiddagspasset påbörjades.
<i>Mättdag 2</i>	4 m	8 m	Lanseringstid på förmiddagen,
<i>Mättdag 3</i>	6 m	4 m	

Jämförelse projekt

Huvuddelen av VA-schakten schaktades utan användning av schaktsläden vilket innebär att kapaciteten för schakt med och utan släden kan jämföras. Förutsättningarna är likartade med samma jordmaterial, djup och ledningstyp. Kapacitetsmätningarna på dessa delsträckor är hämtade från Skanskas egen kapacitetsuppföljning. På samma sätt som utfört arbete med schaktsläden kontrolleras kapaciteten under två mätveckor med dubbla arbetspass, dvs. 20 arbetspass totalt (Tabell 11). Släntlutningen som använts när schakt utan schaktsläden är 1:1.

Tabell 11. Kapacitetsmätning utan schaktsläde.

		MÅNDAG	TISDAG	ONSDAG	TORSDAG	FREDAG
<i>Vecka 1</i>	Arbetslag 1	12 m	8 m	12 m	12 m	4 m
	Arbetslag 2	10 m	12 m	9 m	10 m	8 m
<i>Vecka 2</i>	Arbetslag 1	6 m	12 m	10 m	9 m	10 m
	Arbetslag 2	8 m	10 m	8 m	7 m	6 m

4.4 Intervjuer

För att förstå hur arbetet med schaktsläden uppfattas har ett antal intervjuer gjorts med platsledningen (produktionschef och arbetsledare), två skyddsombud och två utanför projektet med stor erfarenhet att jobba med en schaktsläde. Det är centralt för resultatet av undersökningen att inte bara få svar på hur arbetet med schaktsläden går rent produktionsmässigt utan också kunna utvärdera hur känslan att arbeta med den är. Intervjuerna är utformade som strukturerade intervjuer med ett styrt intervjuschema att följa för att få jämförbara svar. Det är samtidigt viktigt att kunna använda fördjupningsfrågor för att på så sätt kunna förstå innebörden av respondentens svar. Samtliga intervjuer har spelats in för att säkerställa att respondenternas svar inte tolkas felaktigt i minnesanteckningarna.

4.4.1 Förändring av urvalsprocessen för intervjuerna

Då jämförelser mellan hur arbetet uppfattas med en schaktsläde och traditionell schaktning ska undersökas och på grund av de förändringarna i projektet som skett kommer enbart intervjuer genomföras med de som tidigare arbetat med båda schaktmetoderna. I projektgruppen är det en produktionschef, en arbetsledare och två skyddsombud som tidigare arbetar med en schaktsläde. För att öka bredden och tillförlitligheten i intervjuvaren har det även utförts två andra intervjuer med personer utanför projektet. En är leverantör av rasskyddssystem och den andra är projektchef inom Skanska med stora erfarenheter av schakter med schaktslädar.

4.4.2 Frågeformulering

Som nämnt i metod kapitlet är frågeställningen den centrala delen för att skapa en bra intervju med ett gott resultat. Genom ett samarbete med erfarna personer inom Skanska har frågeställningen tagits fram för att skapa ett resultat som är tolkningsbart och utan ledande frågor. Samma frågor har använts i samtliga intervjuer och de är:

1. Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?
2. Uppfattas schaktsläden som en kapacitetsökande eller minskande åtgärd?
3. Hur upplevs arbetet i schaktsläden i förhållande till traditionell schaktning?
4. Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?
5. Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?
6. Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

4.4.3 Resultat

Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Platsledningen (produktionschef och arbetsledare) på projekt strandpromenaden tycker absolut att det är en arbetsmiljömässig förbättring, speciellt om slänterna är rasbenägna. Det är mycket säkrare att gå och jobba i en schaktsläde då rasrisken försvinner. Arbetsledaren menar dock att det inte är så att första valet alltid måste vara att använda en schaktsläde utan det är viktigt att komma ihåg att användandet innebär flera extra moment som kan bli frustrerande om inte yrkesarbetarna ser ett behov. Frustrationen kan leda till att fokus läggs på fel saker och olyckor sker. Båda skyddsombuden menar på att det är en förbättring vad det gäller ras, och att det kan vara ett bra alternativ till traditionell spont vid VA-arbeten. Skyddsombudet i arbetslag 2 tycker att det finns en del problematiska moment vid användandet. Ett är att den tvärgående balken försämrar maskinistens synfält något och kan utgöra en risk, det andra är när man ska ta sig ur släden. Då måste man gå bakåt vilket gör att man går utanför säkerheten i släden och risk för ras förekommer. Han menar dock att fördelarna överväger arbetsmiljömässigt.

Projektchefen håller med om att det en arbetsmiljömässig förbättring och att det absolut säkrar upp för yrkesarbetarna. Återförsäljaren av schaktslädar menar på att säkerheten ökar markant vid schakt med schaktsläde och att fokus kan ligga på att utföra rätt arbete med kvalitet och slippa oroa sig för risken att skadas av ett jordras.

Uppfattas schaktsläden som en kapacitetsökande eller minskande åtgärd?

På arbetsplatsen är både produktions- och arbetsledningen överens med skyddsombuden att kapaciteten sänks vid användning av schaktsläden, framförallt i början. Produktionschefen vill tillägga att han inte tror att det behöver vara det om man blir duktig på det utan man kan komma upp i samma kapaciteter som utan släden.

Skyddsombuden menar att det framförallt innebär många fler moment i framdriften att även om resterande fyll kan gå lite snabbare tjänar man inte in på det. Normalt packar man upp en bit över rören innan man går vidare och lägger nästa rör men det är inte möjligt vid användning av schaktsläden. Det beror på att när släden dras framåt luckras materialet kring rören upp och måste packas en gång till. Arbetsledaren vill dock påpeka att det är en mycket billigare lösning än en tätspont och i princip samma säkerhet kan uppnås.

Projektchefen menar att det beror på hur man ser på kapaciteten. Jämför man med traditionellschaktning under bra förutsättningar är det en kapacitetsminskning men det är inte där släden är tänkt. Jämför man istället i sämre massor och jämför med en traditionell spont är det både mycket billigare och det går att hålla en högre framdrift.

Återförsäljaren av spontsystem har en lite annan uppfattning och menar att ofta kan framförallt logistiken och framkomligheten på arbetsplatsen bli bättre. Vilket leder till att det går att köra med fullastade schaktbilar längs schaktkanten. Det finns problem inne i städer där det är mycket korsande kablar och ledningar men han menar att i det fallet kan handla om ett nollsummespel men där säkerheten bibehålls.

Hur upplevs arbetet i schaktsläden i förhållande till traditionell schaktning?

Upplevelsen skiljer sig lite ibland arbetsplatsens personal. Arbetsledaren och ett av skyddsombuden tycker man känner sig lite instängda i schaktsläden och skyddsombudet från arbetslag ett tycker att man framförallt slipper oron för ras. Det finns dock andra risker som blir påtagligt större. Skyddsombudet från arbetslag ett menar att risken att maskinen ska slå i släden och klämma någon ökar markant då dels synfältet delvis är skymt och att de tvärgående balkarna är i vägen för skopans normala rörelsemönster.

Både projektchefen och produktionschefen håller med om att oron för ras försvinner när man utför arbete i schaktsläden. Samtidigt är de båda inne på samma spår att man kan känna sig lite instängd. Produktionschefen har varit med om ett tillbud där en grävmaskinist var nära att klämma en yrkesarbetare mellan schaktslädens vägg och skopan. I ett sådant scenario menar han att det inte är lika lätt att komma undan.

Återförsäljaren menar att känslan är otvivelaktigt god. Det går att fokusera på det arbetet som ska utföras och man behöver inte så och snegla på schaktslänterna. Han menar ytterligare att rädslan för att massorna ska rasa av vibrationerna från packningsmaskiner i återfyllsarbetet. Det går då att göra arbetet mer ordentligt utan att man stressar igenom det vilket leder till en högre kvalitet.

Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

När det gäller förbättringspotential har samtliga respondenter svårt att komma på någon direkt lösning. Skyddsombudet i arbetslag två menar att det skulle vara bra om det fanns någon form av evakueringsstrappa eller steg. Projektchefen menar att schaktsläden är en färdig konstruktion så den är svår att förändra men att det är viktigt att allt arbete sker i skydd av släden.

Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det första som kommer upp från samtlig personal på arbetsplatsen är att det krävs mer vana. I dagsläget ses den mest som ett hinder och speciellt i de förhållanden som det har varit på strandpromenaden. Skyddsombudet i arbetslag två anser att det hade varit bra om någon som är van att jobba med släden funnits på plats, i alla fall i början. Han menar att det är som att uppfinna hjulet på nytt och det tar tid innan en bra kapacitet uppnås. Produktionschefen tror att branschen mer och mer kommer gå mot att kräva olika typer av rasskyddssystem och kan man då ligga steget före och vara duktig på det finns det all möjligheter att se det som en konkurrens fördel.

Projektchefen som har stor vana vid att jobba med schaktsläden menar att det viktigaste att komma ihåg att man måste anpassa arbetssättet efter vilka förutsättningar som finns. Det bästa sättet att arbeta är om man kan schakta fram hela längden innan man drar fram släden då man slipper schakta i släden men det är inta alltid det går.

Återförsäljaren av rasskyddssystem tycker att det är viktigt att tänka på att skapa en balanserad arbetsplats. Att man noga tänker igenom antalet maskiner, antalet schaktbilar och bemanningen på arbetsplatsen. Han menar att med en schaktsläde kan man ha

upprävt material närmare kanten om förhållandena tillåter det och på så sätt få en bättre ekonomi på arbetsplatsen.

Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Bland arbetsplatsens personal är svaret inte entydigt, det är det traditionella schaktningssättet som är det populäraste men produktionschefen tror att blir man duktig kan schaktsläden bli ett alternativ i framtiden. Samtidigt poängterar samtliga att går inte säkerheten att garanteras med släntlutningar finns det inga diskussioner, då ska schaktsläden användas.

Projektchefen menar att det helt och hållet beror på marken. Är massorna bra så finns det ingen anledning att använda släden men om det är sämre förhållanden är det ett mycket bättre alternativ än traditionell spont. Han menar att det egentligen är fel att jämföra schaktsläden med traditionell schaktning. En schaktsläde ska användas i de fall det inte går att schakta med slänter och att man istället borde jämföra det med att sponta.

Återförsäljaren av schaktslädar säger att schaktsläden är det bästa valet. Ända gången som han tycker att schaktning utan stödskonstruktion kan vara ett alternativ är när långa överföringsledningar med stumsvetsad PE-ledning skall läggas på landsbygd i åker/jordbrukslandskap på grundare djup och möjlighet finns att lägga slänterna efter anvisningar.

5 Analys och diskussion

Genom att utföra en bra planering från start ges alla förutsättningar för ett lyckat projekt. Det gäller att samtliga som är inblandade i projektets olika delar har en tydlig bild av vilken typ av produkt som ska skapas och hur den ska fungera när den tas i bruk. I anläggningsbranschen och i synnerhet vid generalentreprenader gäller det att beställaren och dess ombud är medvetna om de krav som ställs ute på arbetsplatserna och vad som är fysiskt möjligt. I praktiken är det så att det inte finns perfekta bygghandlingar och det kommer troligtvis aldrig att göra det. Det viktiga är att inställningen att skapa bästa möjliga förutsättningar redan från start och att tidigt i projektets igångsättningsfas ta upp frågor som berör arbetsmiljön både för produktionen och projektets framtida drift.

5.1 Planeringsprocessen

I projekt Strandpromenaden Et.5 finns tydliga exempel på delar varav några troligtvis skulle behöva diskuteras ett varv till innan förfrågningsunderlaget publicerades. I projektet är jordmassornas beskaffenhet beskrivna i den marktekniska undersökningsrapporten (MUR). I MUR: en beskrivs massorna som sandiga eller sandig grus med en grundvattennivå på ca 2 meter under marknivån och föreskriva slänter på 1:2. Ute i schaktgropen har det visat sig att det inte finns något grundvatten och släntlutning på 1:1 används utan risk för ras. Beställarens projektör förklarar det med att förhållanden varit osäkra och i det läget tagit det säkraste alternativet. Det innebär en extra kostnad för beställaren då schakterna regleras efter den tänkta schakten.

I projekteringsstadiet är det framförallt två större missar som lett till att projektet stod helt still i ca 10 veckor. Det är busstrafiken genom arbetsområdet och de två högspänningskablarna som går över till Danmark. Då det gäller busstrafiken fick en stor extra insats sättas in från Skanskas sida med att försöka samordna möten och komma fram till ett beslut om hur busstrafiken skulle bedrivas under projektet. Det innebar extra arbeten med både TA-planeringen och att försöka hitta en alternativ farbar väg för bussarna under den tiden som de inte kunde gå igenom arbetsområdet. Arbetet med TA-planen och avstängningar gjordes enligt 81 § i AFS 1999:03 där man i första läget skilde på arbetsområdet och trafikanter med trafikanordningar (Figur 42) samt sänkte hastigheten genom hela arbetsområdet. Då VA-schakten gick in i det smalaste partiet och det inte fanns en praktisk möjlighet för genomfart gjordes en ny TA-plan där all trafik leds om från arbetsområdet och endast boende skulle ha tillgång till sina fastigheter. Stor

del av den processen hade kunnat vara färdigplanerad långt innan produktionsstarten och ett par veckors förseningar hade kunna hindras.

Den andra stora missen i projekteringen är två högspänningskablar som går över till Danmark. Då Skanska etablerat sig på arbetsplatsen och stod i startgroparna för att dra igång produktionen upptäcktes två stycken 130 kV kablar som gick över till Danmark. Hela produktionen stoppades för att inleda en utredning på hur arbetet skulle bedrivas. I handlingarna var kablarna märkta med högspänning men inga ytterligare restriktioner och i grundutförandet av skulle en ny vattenledning läggas mitt i mellan de två kablarna med korsningar vid varje servis. Kabelägarna meddelade att säkerhetszonen på kablarna var minst 2 meter, och vid schakter närmare än så skulle det finnas en bevakare från dem. Dessutom är kablarna från 60-talet och är omslutna med olja under 8 bars tryck. Skulle en sådan kabel spricka eller grävas av skulle det kunna innebära att ett par tusen liter olja släpps ut i naturen. Enligt ledningsägaren är det också oerhört svårt att laga en sådan kabel och dem menar på att det skulle kosta upp mot en miljon kr.

Kablarna i sig störde inte den stora VA-omläggningen så det vanliga produktionsstartförberedelserna pågick parallellt med arbetet kring kablarna och bussar. Det krävdes en stor insats tidigt för att vara väl förberedd och på projekt strandpromenaden har Skanska följt den planeringsprocess som finns i Figur 18 från Entreprenörsskolan (2012) mycket väl. Schaktansvarig utsågs tidigt och mycket av planeringsarbetet och de arbetsberedningar som skulle fram var utförda innan produktionsstart. En uppdaterad arbetsmiljöplan fanns tillgänglig innan arbetsplatsen etablerades och har uppdaterats kontinuerligt med de risker som finns. När metoden ändrades från schakt med schaktsläde till schakt på traditionellt sätt uppdaterades inte arbetsmiljöplanen då riskerna redan fanns med men en ny arbetsberedning togs fram. Arbetsmiljöplanen anpassas centralt inom Skanska för att uppfylla arbetsmiljöverkets regler och lagar.

I samtliga arbetsberedningar finns en detaljerad beskrivning av arbetsmomenten och utförandet. Till dem finns en bilaga med en riskinventering och hänvisningar till arbetsmiljöplanen och de principer för säkert utförande som är identifierade där. Varannan vecka går skydds- och miljöronder för att se till så att samtliga följer det regler och anvisningar som finns men också för att se till att inget missas i det vardagliga arbetet, vilket följer arbetsmiljöverkets riktlinjer.

Det finns ett moment som Skanska skulle kunna bli bättre på och det är att följa upp arbetsberedningarna med dem som har utfört arbetet. I dagsläget är det främst arbetsledarna och produktionscheferna som ser till så att arbetet är utfört på rätt sätt. En erfarenhetsåterföring efter ett utfört moment skulle gynna samtliga i längden.

5.2 Observationer

5.2.1 Produktivitet

I ett anläggningsprojekt är produktiviteten ofta mycket svår att mäta. Förhållanden kan skilja jättemycket från dag till dag och resultatet kan lika mycket bero på förändrade omständigheter som på kapaciteten i sig. Markbeskaffenhet och väderlek är två faktorer som påverkar framdriften oerhört mycket och att lägga 10 meter VA/arbetspass kan inne i stadsmiljö vara jättebra men ute på en åker vara undermåligt. Det innebär att för att mäta en verklig kapacitet för användandet av schaktsläden och som är jämförbar med kapaciteterna vid traditionell schaktning måste en mycket större studie genomföras. Då många av de fördelar som finns med schaktsläden inte kommer fram i framdriften utan mycket av förtjänsten med att använda den finns i återställningsarbete och logistiken måste ett helhetsperspektiv vägas in.

En ansats har gjorts för att mäta produktiviteten under de fem arbetspassen som schaktsläden används i projektet. Tabell 10 visar antalet meter VA/arbetspass vilket resulterade i ett snitt på 5,6 m/arbetspass. Att dra några slutsatser utifrån det är svårt, dels på grund av att inga jämförbara kapaciteter finns för arbete med en schaktsläde under liknande förhållande och dels då mätningarna bara kunde utföras under fem arbetspass.

Den enda egentliga jämförbara kapaciteten är den som redovisas i Tabell 11. Vid schaktning på traditionellt sätt med släntlutningar på 1:1 går det att utläsa att kapaciteterna har ökat. Under de två mätveckorna har snittkapaciteten uppmätts till 9,7 m/arbetspass vecka ett och 8,6 m/arbetspass vecka två. Den totala längden ledning är ca 600 meter vilket innebär det att vid användning av schaktsläde skulle VA-läggningen ta

Med schaktsläde:

$$\begin{aligned} \text{total längd/snitt (m/arbetspass)} &= \text{antalet arbetspass} \\ 600/5,6 &= 107 \text{ arbetspass} \end{aligned}$$

Utan schaktsläde:

$$\begin{aligned} \text{total längd/snitt (m/arbetspass)} &= \text{antalet arbetspass} \\ 600/9,15 &= 65,5 \text{ arbetspass} \end{aligned}$$

Vilket motsvarar (vid 8 timmarsarbetstid) 8,3 veckors extratid, dvs. en tidsökning på 63 %. Det är viktigt att vara medveten om att samtliga på arbetsplatsen har stor erfarenhet att schakta med släntlutningar och att arbetet med en schaktsläde skulle kräva en längre invänjningstid än vad som getts i det här projektet. Då placering av schaktsläden i schakten tar drygt 2,5 timmar ger det ett stort utslag på kapacitetsmätningarna som bara pågått under fem arbetspass.

Under observationsdagarna observerades vissa moment som tydligt stack ut som kapacitetsminskande vid användning av schaktsläden. Den svårighet som var påtagligast var då arbetet med att sätta brunnar skulle genomföras. Då fick släden lyftas bort vid ett

par tillfälle för att en tillräcklig packningsinsats skulle kunna genomföras. Ett annat problem som man stötte på under utförandet var vid korsning av befintliga kablar och ledningar. Då släden ska vara så hög som möjligt för att den ska skydda yrkesarbetarna på bästa sätt, blev problemet att när befintliga kablar skulle korsas blev man tvungen att gräva ner schaktsläden djupare för att kunna tunnla under. Den tredje nackdelen med utförande metoden var att då någon av ledningarna låg för trångt in mot schaktslädens vägg luckrades kringfyllnadsmaterialet upp när släden drogs framåt. Det innebar i praktiken att man fick gå tillbaka och packa kringfyllnaden en gång till och tappade då syftet med släden eftersom efterarbetet sker utan rasskydd.

5.2.2 Kostnad

En förlängd arbetstid leder framförallt till ökade maskinkostnader och löner. Det innebär också ökade övriga kostnader så som hyra på små maskiner och manskapsbodar. Räknat på arbetsstyrkan som jobbar i varje arbetspass med VA-schakten motsvarar en extra arbetsdag 25 000 kr. Det skulle innebära en extra kostnad för VA-schakten på 1 037 500 kr vid schakt med schaktsläde.

Schakten blir således dyrare en del kan återhämtas i minskat återställningsarbete. Smalare schakt innebär mindre återställning. Schakten med schaktsläden kunde i projektet utföras med släntlutningar på 5:1 istället för motsvarande 1:1 vid traditionell schaktning. Med en schakt på ca 2 meters djup innebär det att resterande fyll går snabbare, packningsytan blir mindre och det går åt mindre förstärkning, bärlager och beläggning i återställningen (Tabell 12).

Tabell 12. Skillnader i återställningsarbetet för schakt med schaktsläde och traditionell schaktning (förtydligande i Bilaga 3 – Kostnadsbesparingar).

	TRADITIONELL SCHAKTNING 1:1	SCHAKT MED SCHAKTSLÄDE 5:1	DIFFERENS
<i>Överskott av massor</i>	4,41 m ³ /m	2,56 m ³ /m	1,85 m ³ /m
<i>Resterande fyll</i>	5,59 m ³ /m	4,24 m ³ /m	1,35 m ³ /m
<i>Packningsyta</i>	23,6 m ² /m	18,44 m ² /m	5,16 m ² /m
<i>Förstärkningslager</i>	2,98 m ³ /m	1,9 m ³ /m	1,08 m ³ /m
<i>Bärlager</i>	7 m ² /m	3,8 m ² /m	3,2 m ² /m
<i>Beläggningssyta</i>	7 m ² /m	3,8 m ² /m	3,2 m ² /m

En mindre schakt innebär också att mindre jordmassor måste hanteras. Det krävs oftast minst en flytt inom arbetsplatsen samt lassning och borttransport av överskottsmassor. I återfylltet är det framförallt packningstiden som är det som är det som är mest

tidskrävande. Under sandiga och grusiga förhållanden ska återfyllt ske i etapper om 30 cm med 6 överfarer om packning sker med 400 kg vibratorplatta (AMA 10 tabell CE/4). Det innebär att de 5,16 m²/m som är redovisade i Tabell 12 i praktiken är 30,96 m²/m som ska packas vilket ingår i prissättningen för resterande fyll.

En överslagsräkning på den totala kostnadsbesparingen vid användning av schaktsläden redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Kostnadsbesparing i återställningen vid användning av schaktsläde (förtydligande i Bilaga 3 – Kostnadsbesparingar).

	DIFFERENS	KOSTNADSBESPARING
<i>Överskott av massor</i>	1,85 m ³ /m	182,5 kr/m, schakt
<i>Resterande fyll</i>	1,35 m ³ /m	52,9 kr/m, schakt
<i>Förstärkningslager</i>	1,08 m ³ /m	81 kr/m, schakt
<i>Bärlager</i>	3,2 m ² /m	208 kr/m, schakt
<i>Beläggningsyta</i>	3,2 m ² /m	432 kr/m, schakt
		956,4 kr/m, schakt

I aktuellt projekt skulle det motsvara en kostnadsbesparing på $600\text{ m} * 956,4\text{ kr/m} = 573\ 824\text{ kr}$. Det skulle betyda att extra kostnaden för schaktsläden uppgår till $1\ 037\ 500\text{ kr} - 573\ 824\text{ kr} = 463\ 676\text{ kr}$ under rådande omständigheter. Snabb överslagsräkning visar att schakt med schaktsläden skulle kosta ca 770 kr extra/meter. Det som måste tas med i beräkningen är att under sämre förutsättningar blir schakterna mycket större och schaktsläden kan krävas för att skapa tillfredställande säkerhet mot ras.

Det skulle i praktiken innebära att en del kapacitetssänkning kan tillåtas vid användning av schaktsläden och framförallt om slänterna är ännu mer rasbenägna än i det här fallet. Ett kapacitetstapp på 26 % motsvarar de kostnadsbesparingar som göras senare i projektet, vilket i aktuell studie innebär en kapacitet på 6,8 m/arbetspass. I räkneexemplet i Tabell 13 är endast hanteringen av överskottsmassor medräknat. I trånga miljöer finns det ofta ingen möjlighet till mellanlagring på schaktkanten om man inte använder rasskyddskonstruktion. Det skulle kunna betyda att pengarna för att ta hand om massor som ska tillbaka som resterande fyll i vissa projekt blir mycket hög.

Viktigt också att tänka på när en säker schakt ska planeras är att om inte säkerheten kan garanteras finns det inget som kan försvara att spara 770 kr/meter schakt. Det kan mycket väl vara så att i framtiden kommer rasskyddssystem typ schaktsläden att krävas av beställare och arbetsmiljöverket. I AFS 1999:03 Byggnads- och anläggningsarbete står det i 74 §

”Stödkonstruktioner skall användas vid schaktning om inte risken för ras som kan orsaka ohälsa eller olycksfall bedöms som obefintlig. Alternativt får schakten utföras med släntlutning.”

Det vill säga att första alternativet enligt arbetsmiljöverket är att en stödkonstruktion ska användas då det i praktiken näst intill är omöjligt att garantera att jordmassor inte rasar då schakt med släntlutningar utförs.

5.2.3 Teoretiska släntberäkningar

Kostnadsberäkningen är som tidigare nämnt uppskattad utifrån de kapaciteter som uppmätts vid endast fem arbetspass. Det finns alltid en viss inlärningstid när en ny metod ska användas och det kan mycket väl vara så att då arbetet pågått under några veckor med en schaktsläde kan en högre kapacitet nås. Ytterligare en sak som påverkar beräkningarna är att vid traditionell schaktning kunde släntlutningar på 1:1 användas. Hade jordmassorna varit som föreskrivet i handlingarna skulle slänter på 1:2 använts. Det skulle innebära att vinsten med både mindre överskott av massor och återställningen skulle bli större vid användning av schaktsläden. 1:2 slänter i aktuellt projekt skulle också innebära att hela den befintliga gatans bredd skulle behöva tas i anspråk och ingen trafik skulle kunna passera. 1:2 slänter och ett djup på bara två meter kan det ge dagöppningar på upp till 11 meter. Med schaktsläden kan samma säkerhet uppnås med en schakt som är 3,8 meter istället. Den teoretiskt skillnaden i uppschaktade massor mellan användning av schaktsläde och traditionell schaktning med olika släntlutningar redovisas i Tabell 14 och Figur 46. Den extra teoretiska mängden måste inte bara schaktas upp, det krävs ofta också någon form av mellanlagring och hantering uppe på marken innan de åter ska ner i schakten igen. Det innebär mycket onödiga extra kostnader och onödig miljöpåverkan. Många gånger då schakter utförs inne i städer kan inte materialet mellanlagras på platsen utan måste transporteras med lastbil fram och tillbaka till arbetsplatsen. Ytterligare en arbetsmiljöfördel är att med mindre massor att hantera kan maskinrörelserna på arbetsplatsen minskas vilket för med sig en lägre risk för skador som har med påkörning/påbackning att göra.

Tabell 14. Schakt med släntlutning i jämförelse med schakt med schaktsläde

<i>Släntlutning</i>	<i>Dagöppning [meter]</i>	<i>Schaktmassor [m³/m]</i>
<i>Schakt med schaktsläde (5:1)</i>	3,8	6,8
<i>2:1</i>	5	8
<i>1:1</i>	7	10
<i>1:2</i>	11	14



Figur 46. Schakt med släntlutning i jämförelse med schakt med schaktsläde

5.3 Intervjuer

En absolut samstämmighet finns bland samtliga respondenter, finns risk för ras så ska rasskyddskonstruktioner användas. Det finns en tydlig fördel att oron för ras försvinner helt vid användandet och mer fokus kan läggas på att utföra arbetet på rätt sätt. Skanskapersonalen menar dock att det är mycket viktigt att rätt tillfällen väljs för när schaktsläden ska användas och att det ska finnas tillräckligt med argument för att använda den. Att utföra en VA-schakt med schaktsläde tar både längre tid och det innebär fler arbetsmoment vilket kan leda till en frustration om den inte används på rätt sätt.

Personalen på arbetsplatsen poängterar flera moment där nya risker dyker upp vid användandet av schaktsläden och återförsäljaren tenderar att lägga större vikt vid de positiva fördelarna. En påtaglig risk är den som ett av skyddsombuden påpekar att inte maskinisten har fullständig översyn över schakten vilket mycket väl kan innebära en direkt fara för yrkesarbetarna i gropen.

Delade meningar finns vad det gäller kapaciteten vid användning av schaktsläden. Det projekt som släden främst är tänkt till är ofta inne i städer i trånga miljöer och med mycket korsande kablar och ledningar. Det innebär extra tid vid varje passering vilket kan bli frustrerande. Det samma gäller problemet med att det färdigpackade materialet runt rören luckras upp och packningen får utföras på nytt vilket både tar extra tid samtidigt som kvaliteten inte kan säkerställas. Återförsäljaren menar att mycket av den extra tiden kan tjänas igenom på att arbetsplatsens logistik blir bättre och att masshanteringstiden blir mindre samtidigt som han medger att det finns problem inne i städer.

Det finns också en delad uppfattning om hur känslan att stå i schaktsläden är. Mycket av känslan att man känner sig instängd beror troligtvis på att det inte finns någon klar utrymningsväg. Schaktsläden består av minst två meter vertikala väggar och det krävs en stor kraftansamling för många att ta sig upp för dem. Den tänkta utrymningsvägen är bakåt i schakten men då går man ut i det som är den osäkra zonen. Speciellt om schaktsläden använts och schaktslänterna står nästintill vertikalt. Samtliga håller med om att oron för att slänterna ska rasa försvinner och att med mer vana kan man säkert känna sig mer säker.

Även om samtliga respondenter på arbetsplatsen använt schaktslädar vid tidigare projekt, menar alla på arbetsplatsen att det krävs mer vana innan någon komplett utvärdering kan

göras. Det krävs att man jobbat i olika projekt med olika förutsättningar för att skapa sig en fullständig bild av arbetet och då den traditionella schaktningen fortfarande är den vanligaste schaktningsmetoden som Skanska använder sig av kommer det nog dröja ett tag till innan dem är riktigt varma i kläderna.

Projektchefen som har stor vana vid att använda schaktslädar menar att det viktigaste är att komma ihåg att den inte ska användas i projekt där den inte behövs. Han menar att kapaciteten minskar om man jämför med vanlig traditionell schakt men att det både är en billigare och bättre lösning än spont. Enligt projektchefen skulle hela studien baserats på en frågeställning som behandlade skillnader mellan traditionell spont och en schaktsläde. Jämförelsen blir lite haltande av att en schaktsläde ska jämföras enbart rent kapacitetsmässigt. I den aktuella studien har inga siffror för vare sig kapaciteter eller kostnader vid traditionell spontning tagits fram.

Återförsäljaren är den som har den största erfarenheten av schaktsläden och är kanske den som sett många av de positiva fördelarna med den. Det är dock viktigt att komma ihåg att han är just återförsäljare och att det går att misstänka lite partiskhet. Avslutningsvis poängterar samtliga att finns det risk för ras så ska rasskyddssystem användas oavsett kapacitetsreducering eller ej. Går inte säkerheten att garantera på annat sätt finns inga alternativ.

6 Slutsats

Arbetsmiljön i bygg- och anläggningsbranschen har länge varit ett diskussionsämne. Inställningen har tidigare varit att det är en farlig bransch och att arbetsplatsolyckor är något som tillhört yrket. De senaste åren har krafttag tagits för att en gång för alla vända trenden. De stora byggtreprenörerna tillsammans med svensk byggindustri och arbetsmiljöverket jobbar hårt för att säkerställa säkrare arbetsplatser. Det krävs ett stort arbete och att alla strävar mot samma mål för ett förändrat synsätt.

6.1 Planeringsprocessen

För att svara på frågan *Hur planeras och genomförs ett säkert schaktarbete?* har en teoretisk genomgång av utbildningsmaterial och planeringsmaterial genomförts. På projekt Strandpromenaden Et.5 har de handlingar som hanterar arbetsmiljöfrågor vid vatten- och avloppsschakt analyserats (arbetsmiljöplan, arbetsberedningar, TA-plan). Slutsatsen är att redan tidigt i projekten måste fokus i projekteringen utgå ifrån arbetsmiljömässiga frågeställningar för att skapa säkra arbetsplatser. I uppstarten av projektet genomfördes inga arbeten de första 10 veckorna, på grund av en bristfällig projektering. Med en kritisk färdigställande tid har det inneburit att större delen av produktionen skett som skiftarbeten med arbetstid mellan 06.00-22.00 (06.00-15.00 och 14.00-22.00). Vikten av att samtliga förutsättningar finns tillhands och att en ordentlig riskidentifiering är genomförd i samband med projektering fick påtagliga konsekvenser. Det gäller att ett arbetsmiljötänk finns med både i planerandet av utförandet men också i den fortsatta driften. Den personliga säkerheten måste sättas i första rummet och med rätt underlag kan produktionen planeras för att samtliga risker ska identifieras. Det gäller allt ifrån jordens beskaffenheter och egenskaper, grundvattennivån till mer momentspecifika egenskaper.

I samband med riskidentifieringen ska en bra arbetsmiljöplan skapas som är utformad för att användas i det fortsatta planeringsarbetet. I planeringsfasen är det viktigt att samtliga identifierade risker finns med och den ska uppdateras kontinuerligt med nya iakttagelser. För den riskmedvetne gäller det att alltid ligga steget före och hela tiden planer sitt arbete och tänka på vilka eventuella risker det kan medföra. Genom att göra arbetsberedningar, där de delmoment som är mest kritiska finns beskrivna i detalj, kan ofta rätt förutsättningar skapas från början. I samband med arbetsberedningen kontrolleras samtliga åtgärder för att kunna utföra arbetet säkert och att de finns på plats innan arbetet inleds. Skanska har länge arbetat med att ta fram en modell för att både säkerställa en bra kapacitet och en

säker arbetsmiljö. De har därför valt att dela på produktiviteten och arbetsmiljön och göra en separat riskidentifiering och då utnyttja arbetsmiljöplanen för att garantera att samtliga risker är behandlade. Då det gäller schaktarbeten krävs det enligt svensk lag att det ska finnas en schaktansvarig. De stora byggtreprenörerna tillsammans med Sveriges byggindustrier har tagit fram en utbildning var syfte är att öka kompetensen hos de schaktansvariga. Grundprincipen ska vara att tillräckliga kunskaper ska finnas för att säkerställa att schaktarbetets risker inte förringas.

För att garantera schaktslänternas stabilitet och förhindra ras finns många olika principer. Samtliga syftar till skydda de yrkesverksamma i gropen. Den absolut vanligaste metoden är schakta med släntlutningar. Det innebär för den schaktansvariga att en fullständig kontroll över hur jordens egenskaper är och hur de varierar vid förändrad väderlek måste finnas. Ska släntlutningar användas är det många parametrar som spelar in och en kontinuerlig kontroll av schaktslänterna måste ske för att inte riskera olyckor. I kohesionsjordar används normalt 2:1 eller 1:1 slänter ner till ca 2,5-3 meters djup medan i friktionsjordar kan normalt slänter på 1:1 – 1:2 användas.

Det finns många anledningar till varför en stödkonstruktion används vid schaktarbete. Det vanligaste skälet är att säkerheten mot ras inte kan garanteras eller att utrymmet för flacka slänter inte finns. Många gånger finns möjligheten att bibehålla säkerheten för yrkesverksamma samtidigt som utrymmet för förbipasserande uppe på schaktkanten ökar markant i stadsmiljöer. Stödkonstruktionerna delas normalt upp i klassisk spont och mer flexibla rasskyddssystem. Den klassiska sponten kan antingen slåss eller borrar ner och vilken metod som väljs beror främst på underlaget och gränsvärden för buller och vibrationer. Klassisk spont finns främst i två olika utförande, tätsponten eller glessponten. Tätsponten har ytterligare en fördel då den kan användas för att förhindra vattengenomsläppligheten.

De flexibla rasskyddssystem finns i flera utförande och den konstruktion som undersökts i aktuell studie är en schaktsläde. Konstruktionen bygger på två väggar med mellanliggande balkar. Den monteras uppe på marken och sänks ner i schakten med en grävmaskin, väl på plats kan sedan arbete ske i skydd av stålväggarna och släden dras framåt med grävmaskinen samtidigt som arbetet fortskrider. Skyddet finns hela tiden där arbetet utförs och flexibiliteten ökar avsevärt mot en vanlig spont.

6.2 Observationer och intervjuer

För att besvara frågan *Hur genomförs arbetet med schaktsläden?* har observationer och intervjuer genomförts på Skanskas projekt Strandpromenaden Et.5. Intervjuerna har visat att schaktsläden främst ska vara ett hjälpmedel där traditionell schaktning inte är möjlig. Förhoppningar hos platsledningen är att det ska bli en konkurrensfördel om man blir riktigt duktig på schakter med schaktsläden. Arbetsprocessen är beskriven i kapitel 3.4.3 under *Användningsanvisningar schaktsläde*. Då förutsättningarna i projektet förändrades under resans gång kan observationsstudiens validitet och reliabilitet ifrågasättas. Enligt

de kapacitetsmätningar som gjorts går det i alla fall att se att monteringen av släden i schaktgropen tar ca 2,5 timme då tiden för schakt av gropen för nedsänkning också tas med i ekvationen. Totaltid för ett flytt á 4 meter tar ca 3 timmar att utför med rörläggning och kringfyllnad. De uppmätta kapaciteterna är baserade på 5 arbetspass (motsvarande arbetsdagar) och visar att vid arbete med schaktsläden läggs 5,6 m/arbetspass. Motsvarande mätningar utan schaktsläden har genomförts och den uppmätta snittkapaciteten för 20 arbetspass är 9,15 m/arbetspass. En kapacitetsminskning på 38 % skulle innebära att sluttiden på projektet försköts med drygt 8 veckor. Det innebär att schakt med schaktsläden jämfört med traditionell schaktning skulle ta 63 % längre tid.

En del av tidsförlusten kan tas igen på att det krävs mindre återställning då schakter med schaktsläden ofta innebär mindre dagöppningar. Studien visar att det vinster som kan göras i masshantering och återställningsarbetet skulle motsvara en kapacitetsminskning på 26 % vilket då skulle kunna vara ekonomiskt försvarbart. Jämförs kostnadsbilden med traditionell schaktning visar de teoretiska beräkningarna att under förutsättningarna i projektet skulle kosta ca 770 kr extra per meter schakt att använda schaktsläden. Det är viktigt att komma ihåg att den uppmätta kapaciteten enbart är gjord på 5 arbetspass och tillfrågade på arbetsplatsen menar att en större vana är den största nyckeln till en ökad kapacitet. Intervjuerna stärker tesen om att inne i städer med mycket korsande kablar och ledningar finns det vissa problem med användandet av schaktsläden vilket kan leda till en lägre kapacitet.

Utifrån studien är det svårt att besvara frågan *Under vilka förutsättningar kan det vara intressant att använda en schaktsläde? Jordmån och omkringliggande miljö?* Den slutsatsen som kan dras är att vid förutsättningar liknande dem i projekt Strandpromenaden Et.5 finns inget behov av en schaktsläde. Respondenterna menade att schaktsläden främst ska användas då jordegenskaperna är av sådan sort att det finns risk för ras samt i de projekt där platsbristen gör att inte slänterna kan läggas tillräckligt, till exempel inne i städer. Schaktsläden ska användas framförallt där traditionell schaktning inte är möjlig och något form av rasskydd behövs. Det skulle behöva mer undersökningar framförallt där schaktsläden jämförs med olika typer av spontsystem och utifrån dem dra slutsatser om när schaktsläden ska användas. Schaktsläden är en flexibel och relativt billig lösningen för att kunna hålla en hög kapacitet samtidigt som yrkesverksamma i schaktgropen förskonas från raskrisken.

Ur observationerna kan inga slutsatser kring det de arbetsmiljömässiga fördelarna att schakta med schaktsläden dras. Det är främst den erfarenhetsåterföring som intervjusituationerna inneburit som de främsta fördelarna kan konstateras. Samtliga respondenter menar att den främsta fördelen absolut är att raskrisken försvinner. Att arbeta med schaktsläden kräver en viss inlärningstid och en del nya risker måste tas med i beaktningen i utförandet. Trots det är arbetsmiljöverket och samtliga respondenter i intervjun överens, finns det risk för ras måste ett rasskyddssystem användas. Då är det inte kapacitetsminskningen eller den ökade kostnadsbilden som är det väsentliga. I det läget finns bara ett alternativ och det är att samtliga yrkesverksamma ska vara säkra på att de kommer hem från jobbet varje dag.

6.3 Metodkritik

Förutsättningarna för att besvara den uppställda frågeställningen fanns absolut i den valda metoden. För att få inblick i hur hela planerings och projekteringen gått till på projekt Strandpromenaden Et.5 skulle det varit bra att granska hela processen från det att projekteringen inleds. Känslan i efterhand är att dokumentstudien kräver lite mer grund att stå på för att en egentlig slutsats ska kunna dras kring hur arbetsmiljöarbetet genomförs på ett anläggningsprojekt. Studien visar på hur planeringsarbetet skett i ett projekt, där det dessutom gavs lite extra tid då produktionsstarten sköts framåt. Det ska dock inte förringa det arbetet som gjorts på projektet där planeringen följer Figur 18 i princip till punkt och pricka.

Observationerna som genomfördes var icke- deltagande och icke experimentella. Det innebär att observatören inte ska agera på något sätt för att förändra resultatet. Det kan dock vara så att arbetet sker på lite olika sätt då det är någon som står och kontrollerar varje rörelse. I den aktuella studien skulle det absolut behövs fler observationstillfällen för att kunna dra slutsatser kring användandet av schaktsläden. Mycket av den erfarenhet som fått har istället kommit ifrån de intervjuer som genomförts. Monterings och lanseringstiden av schaktsläden kunde som tidigare nämnt bara observeras två gånger och skulle det vara något som tar längre tid än normalt ger det ett stort utslag på så få mätningar.

Intervjuernas utformning var relativt självklar, frågorna formades efter studiens syfte och genom att ha en strukturerad intervju kunde resultatet lätt tolkas och analyseras. Samtliga intervjuer spelades in för att säkerställa att anteckningshastigheten inte skulle utgöra ett hinder. För att skapa ett mer tillförlitligt resultat skulle intervjuerna kunna ske med fler respondenter och som mer ostrukturerad för att på ett bättre sätt tillskansa sig varje individs olika erfarenheter. Respondenterna hade lite olika inställning till hur schaktsläden ska användas och i vilka projekt men samtliga är överens om att kan inte säkerheten garanteras med traditionella slänter ska någon form av rasskyddssystem användas.

En av intervjuerna ledde till att frågeställningen ifrågasattes. Kan det vara så att kapacitetsmätningarna är jämförda med fel typ av schaktmetod. Intervjuerna skulle kunna genomförts något tidigare i projektet för att utifrån resultatet av dem undersöka de nya frågor som dök upp i efterhand. Det är en avvägning då tillräcklig kunskap måste finnas tillhands för att kunna genomföra bra intervjuer. Intervjusituationerna skulle också kunna innehålla frågor kring hur arbetsmiljöplaneringen uppfattas. Det skulle vara intressant att få en inblick i respondenternas syn på både branschens och Skanskas arbete.

6.4 Förslag på fortsatta studier

Studien har riktats mot att försöka beskriva planeringsarbetet för att skapa säkra förhållanden vid schaktarbeten. Kapacitetsmätningarna som är gjorda på dels arbetet med schaktsläden och dels på arbetet med traditionell schakt kan ses mer som en fingervisning av verkligheten. Det skulle vara intressant att i ytterligare studier:

- Undersöka kapaciteterna under ett längre tidsintervall.
- Se hur kapaciteterna förändras vid olika förutsättningar, både jordegenskaper men också ledningsdimensioner och maskintyper.
- Se de förändringar som kan ske på hela produktionen, kan masshanteringstiden förändras och vilka kostnadsbesparingar skulle det leda till.
- Jämföra kostnadsbild och kapacitet för schaktsläden mot olika typer av spontkonstruktioner.

De fortsatta studierna är svåra att genomföra i dagsläget då utbredning av projekt där schaktsläden används är liten men som tidigare nämnt kan olika typer av rassyddsystem absolut vara en mycket vanligare syn i framtida schaktgrovar.

7 Referenser

- Arbetsmiljöverket/ Statens geotekniska institut, 2003. Schakta säkert - om säkerhet vid schaktning i jord. 3 red. Samanställd av Tegsten, B et. al. Stockholm
- Bell, J., 2006. Introduktion till Forskningsmetodik. 4:e red. Lund: Studentlitteratur.
- Dickson, B., 2012. Nu ska det bli slut på schaktolyckorna. Byggindustrin 02
- Entreprenörskolan, 2012. Schaktansvarig - Säker schakt: Sveriges Byggindustrier.
- Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn (1997). Forskningsmetodik: om kvalitativa och kvantitativa metoder. 2 uppl. Lund: Studentlitteratur
- Larsson, R., 2008. Information 1 - Jords egenskaper. Linköping : Statens geotekniska institut.
- Lindskog, G. & Rengmark, F., 1980. Geoteknik. Stockholm: Esselte studium.
- LTW VERBAU, 2012. Assembly And Operating Manual - Ltw Drag Box, Hückelhoven-Brachelen: LTW VERBAU.
- MacCollum, D. V., 1995. Construction safety planning. New York, NY: John Wiley & sons, Inc.
- Magnusson, O. & Orre, B., 85. Schaktbarhet: Klassificeringssystem -85. Stockholm: Statensråd för byggnadsforskning.
- Merriam, S. B., 1994. Fallstudien som forskningsmetod. Svenska utgåvan red. Lund: Studentlitteratur.
- Olsson, H. & Sörensen, S., 1999. Forskningsprocessen - kvalitativa och kvantitativa perspektiv. 2:a red. Stockholm: Liber.
- Samuelson, B., 2013. Arbets skador inom byggindustrin, Luleå: Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd.
- Samuelsson, B., 2007. Byggbranchens arbetsmiljö - Schakt och gropar, Stockholm : Sveriges byggindustrier.
- Sjögren, G. & Wadensjö, E., 2010. Samhällsekonomiska kostnader för arbetsmiljöproblem , Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Sveriges byggindustrier och Svenska byggnadsarbetareförbundet, 2013. Byggavtalet - Riksavtalet 2010 med supplement 2013. Sveriges byggindustrier och Svenska byggnadsarbetareförbundet.

Sveriges byggindustrier, 2013. Arbetsmiljööregler. Stockholm : Sveriges byggindustrier.

Thåström, O., 2012. Beskrivningshandboken. Upprätta och läsa teknisk beskrivning i anslutning till AMA. 3 red. Svensk Byggtjänst.

Webbsidor

Fahlbeck, R., 2013. NE.se - Ramlag. [Online]

Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/ramlag>
[Använd 30 12 2014].

Statens geotekniska institut, 2014. Jordarter. [Online]

Tillgänglig:

http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____3282.aspx?epslanguage=SV#
[Använd 04 12 2014].

8 Bilagor

Bilaga 1 – Intervjuresultat

Intervju med återförsäljare av rasskyddssystem

1. Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Det tycker jag absolut. Det första jag tänker på är att säkerheten ökar markant, man kan koncentrera sig på att utföra sitt arbete väl och med kvalitet istället för att önska att man står uppe på kanten där risken är mindre för att bli skadad eller dödas av jordras.

2. Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

I dem allra flesta fall förbättras logistiken och framkomligheten på arbetsplatsen med schaktsläden, det går till exempel att köra fullastade schaktbilar mycket närmare schaktkanten utan att risker personerna i gropen. I städer med mycket korsande ledningar och kablar så kan det i sällsynta fall bli ett nollsummespel men säkerheten bibehålls dock på en hög nivå.

3. Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

Det är en bra känsla! Man behöver inte stå och snegla upp på kanterna som kan rasa mot en. Det finns många schakter som är väldigt osäkra. Tack vara minskad masshantering så kan schakten och rörläggningen drivas fram snabbare med mer fokus på kvalitet (utan någon stress). I återfyllningsarbetet i släden behöver man inte heller oro sig för att vibrationerna från packningsmaskinerna ska göra att det rasar, vilket också leder till en högre kvalitet.

4. Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Inget jag kan komma på.

5. Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det man ska tänka på är att skapa en rationell och harmonisk arbetsplats. Att man tänker på storleken, typ och antalet grävmaskiner, antalet schaktbilar och tänker igenom personalbehovet. Med schaktsläden kan man ha uppgrävt material närmare schaktkanten om förhållandena tillåter det och på såvis få bättre ekonomi på arbetsplatsen.

6. Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Schaktsläden är det bästa valet. Ända gången jag tycker att schaktning utan stödkonstruktioner kan vara ett alternativ är när långa överföringsledningar med stumsvetsad PE skall läggas på landsbygd i åker/jordbrukslandskap på grundare djup och det finns möjlighet att lägga slänterna enligt anvisningar.

Intervju med projektchef med stor erfarenhet av att jobba med schaktslädar

1. Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Ja, för vi säkrar upp för gubbarna. Det blir ett svar ja då. Det är också en motivation där det behövs. Man kan kräva att dem ska gå i en säker arbetsmiljö.

2. Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

Både ja och nej, det tar längre tid att schakta med en schaktlåda men om det däremot krävs ur givna förhållanden så ökar både kapaciteten och det är billigare än traditionell spont.

3. Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

Du känner ju dig säkrare för det första, man tar ju bort rasrisken. Däremot kan man känna sig instängd när man står där i. Men dem flesta känner sig säkrare, då ett ras aldrig kan inträffa och det tar mycket längre tid innan man skulle tryckas ihop.

4. Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Du får bort eller man säkrar upp så att gubben går säker i schakten. Men själva lådan är ju besiktigad och en färdig konstruktion så där går det inte att förbättra något. Men för gubbens skull får det inte hända något.

5. Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det är viktigt att komma ihåg att arbetssättet efter de förhållanden som finns. Om det går att schakta hela längden innan man drar fram boxen kan man öka kapaciteten. Det beror på vad det är för mark och var man står.

6. Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Det beror på marken och på vilket djup. Jag anser att detta är för att säkra upp för gubbarna och är det osäkert är det ett bättre alternativ än vanlig traditionell spont.

Intervju med produktionschef på arbetsplatsen

1. Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Ja det tycker jag att det gör. På grund av att det är mycket mer säkert att gå i den. Sen tror jag att vi kommer använda den mer och mer i stadsmiljö på grund av platsbristen att lägga slänterna. Blir vi vassa på det har vi en fördel för jag tror att branschen kommer att komma dit och då har vi en konkurrens fördel. Man kan tjäna igen på återställningsarbetet.

2. Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

Jag lever i tron att den inte är något av det. Man ska kunna hålla samma kapacitet som utan men det är ett visst motstånd från killarna och till att börja med kommer det vara en kapacitetssänkning innan man lär sig hur man ska jobba. Men jag lever i tron att man inte ska behöva vara en kapacitetsminskning. Jag tror att dem allra flesta tror att det ger en kapacitetsminskning men vi behöver inte komma dit.

3. Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

Jag har knappt stått i schaktsläden själv men spontant skulle jag tro att man känner sig säkrare på grund utav att man inte har slänterna och man är skyddad. Sen har vi ett annat fenomen där vi hade ett tillbud på ett tidigare projekt. Maskinisten hade inte möjligheten att öppna framrutan på maskinen och fick luta sig ut igenom sidofönstret. Han fastnade då med jackan i en spak och skopan slängde in i schaktslädens vägg. Det var nära att en av våra yrkesarbetare blev alvarligt klämd men det handlar mer om en kommunikationsgrej. Idag använder vi komradio för att undvika sådana saker. Det är ju den biten att du kommer ju inte undan på samma sätt om det händer något men står du i honom så är du ju skyddad mot ras.

4. Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Går man djupt så är det ju att man verkligen håller sig i släden. Det hela bygger ju på att man har osäkra slänter utanför. Går man ur och står utanför då är man fel på det. Man måste ju vara skyddad av släden hela tiden när man arbetar. Sen kan man, beroende på djup och vad man ska göra, kringfylla och restfylla upp till ett mer bekvämt djup där man kan använda lite flackare slänter på den översta 1-1,5 meterna så där man går ur släden har man flacka slänter. Så har man säkert område bakom dig.

5. Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Ja det är klart det gör, man kan alltid bli bättre. Som jag sa innan tror jag att det till en början kan vara en kapacitetssänkning. Men blir man duktig på det ska det inte behöva vara det. Och blir man j*****t vass så kan man förmodligen höja kapaciteten då man schaktar betydligt mycket mindre. Vilket rent spontat i teorin borde vara en fördel.

6. Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Det beror helt på miljö och vart man är. Är man på ett öppet fält där man kan lägga slänter så fine och det är nog det vi är mest bekväma i. Men och andra sidan blir du vass på släden sparar man en massa återställning. Vid släntlutningar kan det lätt gå upp mot en 15-18 m³ och vid schakt med schaktsläde kanske kring 8 m³. Men i stadsmiljö och om vi blir duktiga på det finns det mycket potential. Då skulle jag föredra schaktsläden.

Intervju med arbetsledare på arbetsplatsen

1. Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Det är absolut en arbetsmiljömässig förbättring om det är farliga slänter. Är det rasrisk är det inget snack då ska schaktsläden ner, men man ska komma ihåg att den inte ska användas om den inte behövs för blir bara frustrerande vilket kan leda till flerolyckor. Det är därför jag varit motståndare till att använda den här på. Strandpromenaden då massorna varit så bra att det skapar bara mer problem och frustration.

2. Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

Nej absolut inte. Det blir lite mindre återfyll men är ett mycket bökgigare arbetsätt. Det är en mycket billigare lösning än vanlig traditionell slagen eller borras spont men man kan fortfarande uppnå samma säkerhet vilket är bra.

3. Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

När man står i släden tycker jag att man känner sig lite instängd. Man slipper absolut att tänka på släntras men istället blir det mycket bökgigare vid varje flytt.

4. Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det är absolut säkrare vid farliga slänter men kan inte komma på någon direkt förbättringspotential.

5. Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Mer vana kanske.

6. Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Jag föredrar den traditionella, men det är viktigt att komma ihåg att man aldrig ska ta några risker. Finns det risk för ras måste något form av skydd användas.

Intervju med skyddsombud i arbetslag 1

1 Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Är det djupt och trångt så är det absolut en arbetsmiljömässig förbättring. Det är ett bra alternativ till spont vid VA-arbeten. Men det beror mycket på jordmaterial och plats.

2 Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

En schaktsläde drar absolut ner kapaciteten i framdriften. Det går inte heller att återfylla lika mycket i första läget. Ett annat problem är vid arbetet med serviser då det inte går att ansluta dem direkt i framdriften. På ett annat projekt när vi använde schaktsläden kunde vi gräva under väggen och ansluta serviserna men det går inte i detta projekt.

3 Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

Att stå i släden känns säkrare mot släntras men istället behöver man oroa sig för att maskinisten ska slå i dem tvärgående balkarna.

- 4 Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Kan inte komma på något såhär på rak arm.

- 5 Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det krävs mycket mer vana att arbeta med schaktsläden innan vi kan få någon riktig kapacitet. Just nu ser jag den mest som ett hinder.

- 6 Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Absolut traditionell schaktning om möjligheten finns.

Intervju med skyddsombud i arbetslag 2

- 1 Uppfattas schaktsläden som en arbetsmiljömässig förbättring?

Både ja och nej. Den är absolut säkrare mot ras men man måste springa upp och ner flera gånger. Varje gång man ska gräva måste alla lämna lådan vilket innebär att när man ska gå ur den måste man gå bakåt och där är slänterna branta och man är helt oskyddad mot ras. Men jag tycker ändå att fördelarna arbetsmiljömässigt överväger. Det är också så att den tvärgående balken täcker en del av maskinistens synfält vilket absolut kan utgöra en fara.

- 2 Uppfattas schaktsläden som en kapacitets ökande eller minskande åtgärd?

Schaktsläden sänker absolut kapaciteten. Det blir flera extra moment som måste göras vid varje framflyttning. Det går inte heller att återfylla lika mycket i första läget för när släden flyttas luckras massorna upp igen och man måste packa en gång till. Det är också svårare att veta vad som är riktigt packat för när man flyttar fram släden rasar massor in från sidorna och täcker det som luckrats upp. Jag tror man gör knappt hälften så många meter om dagen med släden jämfört med att inte använda den.

- 3 Hur upplevs arbete i schaktsläden i förhållande till vid traditionell schaktning?

Jag tycker man känner sig instängd i släden. Föredrar klart att stå i en grop med riktiga slänter.

- 4 Finns det förbättringspotential vad det gäller arbetsmiljö vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det är svårt att evakuera ut ur släden om det mot förmodan skulle hända något.

- 5 Finns det förbättringspotential vad det gäller kapacitet vid användning av schaktsläden? I så fall vilken?

Det är lite från fall till fall, här på strandpromenaden ville vi köra den på hallen men det är svårt att göra exakt jämna hyllor på båda sidorna av rören. Det skulle också vara bra att

ha med någon som har arbetet mer med släden. Jag har bara använt en schaktsläde vid ett projekt tidigare och det känns lite som man ska uppfinna hjulet på nytt.

6 Vilken arbetsmetod föredrar du, schaktsläde eller traditionell schaktning?

Traditionell! Men släden ska absolut användas där den verkligen behövs.

Bilaga 2 – Observationsmätningar

Arbetsmoment		Mätomgång			
Montering av schaktsläden		1			
Arbetsplats		Sträcka	Avdelning		
Strandpromenaden Et.2		-	Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Framkörning av material	1 Hjullastare		min	9
2	Montering av bultar nere	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	11
3	Koppling väggsektion	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	4
4	Lyft och placering väggsektion	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	27
5	Montering av bultar övre	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	16
6	Lyft av schaktsläde	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	14
7					
8					
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	81
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-16			

Arbetsmoment		Mätomgång			
Montering av schaktsläden		2			
Arbetsplats		Sträcka	Avdelning		
Strandpromenaden Et.2		-	Väg & Anläggning		
Moment	Resurs	Mängd	Enhet	Tid	
1	Framkörning av material	1 Hjullastare		min	11
2	Montering av bultar nere	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	9
3	Koppling väggsektion	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	4
4	Lyft och placering väggsektion	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	33
5	Montering av bultar övre	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	14
6	Lyft av schaktsläde	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	6
7					
8					
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	77
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-24			

Arbetsmoment Montering av schaktsläden i grop		Mätomgång 1			
Arbetsplats Strandpromenaden Et.2		Sträcka -	Avdelning Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt av grop för schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	96
2	Framkörning av schaktsläde	1 Hjullastare		min	6
3	Koppling av schaktsläde med lyftlänk	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	9
4	Lyft ner i schakt	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	14
5	Bortkoppling av lyftlänk	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	4
6					
7					
8					
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	129
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-16			

Arbetsmoment Montering av schaktsläden i grop		Mätomgång 2			
Arbetsplats Strandpromenaden Et.2		Sträcka -	Avdelning Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt av grop för schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	144
2	Framkörning av schaktsläde	1 Hjullastare		min	14
3	Koppling av schaktsläde med lyftlänk	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	7
4	Lyft ner i schakt	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	16
5	Bortkoppling av lyftlänk	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	4
6					
7					
8					
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	185
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-25			

Arbetsmoment		Mätomgång			
Tidsåtgång framdrift VA med släde		1			
Arbetsplats		Sträcka	Avdelning		
Strandpromenaden Et.2		-	Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt för schaktbotten i schaktsläde	1 Grävmaskin		min	15
2	Rörläggning (ledning 1)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	35
3	Kringfyll och återfyll (ledning 1)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	17
4	Rörläggning (ledning 2)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	33
5	Kringfyll och återfyll (ledning 2)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	14
6	Schakt för flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	42
7	Flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin		min	19
8	Återfyll på utsidan av schaktsläden	1 Grävmaskin		min	7
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	182
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-16			

Arbetsmoment Tidsåtgång framdrift VA med släde		Mätomgång 2			
Arbetsplats Strandpromenaden Et.2		Sträcka -	Avdelning Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt för schaktbotten i schaktsläde	1 Grävmaskin		min	11
2	Rörläggning (ledning 1)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	32
3	Kringfyll och återfyll (ledning 1)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	13
4	Rörläggning (ledning 2)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	34
5	Kringfyll och återfyll (ledning 2)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	8
6	Schakt för flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	37
7	Flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin		min	20
8	Återfyll på utsidan av schaktsläden	1 Grävmaskin		min	6
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	161
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-25 Eftermiddag			

Arbetsmoment Tidsåtgång framdrift VA med släde		Mätomgång 3			
Arbetsplats Strandpromenaden Et.2		Sträcka -	Avdelning Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt för schaktbotten i schaktsläde	1 Grävmaskin		min	12
2	Rörläggning (ledning 1)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	38
3	Kringfyll och återfyll (ledning 1)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	16
4	Rörläggning (ledning 2)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	38
5	Kringfyll och återfyll (ledning 2)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	10
6	Schakt för flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	35
7	Flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin		min	26
8	Återfyll på utsidan av schaktsläden	1 Grävmaskin		min	9
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	184
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-26 Förmiddag			

Arbetsmoment Tidsåtgång framdrift VA med släde		Mätomgång 4			
Arbetsplats Strandpromenaden Et.2		Sträcka -	Avdelning Väg & Anläggning		
Moment		Resurs	Mängd	Enhet	Tid
1	Schakt för schaktbotten i schaktsläde	1 Grävmaskin		min	14
2	Rörläggning (ledning 1)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	42
3	Kringfyll och återfyll (ledning 1)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	18
4	Rörläggning (ledning 2)	1 Grävmaskin, 2 Yrkesarbetare		min	37
5	Kringfyll och återfyll (ledning 2)	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	16
6	Schakt för flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin, 1 Yrkesarbetare		min	51
7	Flytt av schaktsläde	1 Grävmaskin		min	26
8	Återfyll på utsidan av schaktsläden	1 Grävmaskin		min	9
12					
13					
14					
15					
16					
				Total tid (min)	213
Namn		Datum och tid			
Hampus Wahlgren		2015-02-26 Eftermiddag			

Bilaga 3 – Kostnadsbesparingar

Beräkning av kostnader bygger på följande egenskaper för schakten:

Tabell 1. Förutsättningar kostnadsberäkningar.

<i>Schaktbottensbredd</i>	3 m
<i>Schaktens djup</i>	2 m
<i>Överbyggnad</i>	0,7 m
<i>Förstärkningslagrets tjocklek</i>	0,49
<i>Släntlutning med schaktsläde (figur 1)</i>	5:1
<i>Släntlutning utan schaktsläde (figur 2)</i>	1:1

Överskottet är de massor som inte kommer fyllas tillbaka i schaktgropen, dvs

$$\text{Överskott} = \text{Total schakt} - \text{Återfyll}$$

där,

$$\text{Återfyll} = \text{Total schakt} - \text{Överbyggnaden}$$

(Ytterligare massor försvinner i verkligheten då rörens volym och kringfyllet ska räknas bort). Överbyggnaden består av förstärkning, bärlager och beläggning. Både beläggningen och bärlagret benämns ofta i m² och så även i det här fallet. Det innebär att beräknas dagöppningen och ett pris per meter ska bestämmas ger det

$$\text{Dagöppning} * 1 = \text{Areal/m}$$

$$\text{Dagöppning} = \text{schaktbottensbredd} + 2 * (\text{schaktdjup/släntlutning})$$

$$\text{Dagöppning (1:1)} = 7 \text{ m}^2$$

$$\text{Dagöppning (5:1)} = 3,8 \text{ m}^2$$

Förstärkningslagret är de massor som ligger under bärlagret och beräknas i m³. I aktuell studie har de beräknats enligt:

$$\text{Förstärkningslager (1:1)} = 2,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Förstärkningslager (5:1)} = 1,9 \text{ m}^3$$

Återfyllet har beräknats till:

$$\begin{aligned} \text{Återfyll} &= \text{Total schakt} - \text{Överbyggnaden} \\ &= \text{total schakt upp till 1,3 m från botten} \end{aligned}$$

$$\text{Återfyll (1:1)} = 5,59 \text{ m}^3$$

$$\text{Återfyll (5:1)} = 4,24 \text{ m}^3$$

Totalschakten beräknas till

$$\text{Total schkat} = \text{schaktens djup} * \text{schaktbottens bredd} \\ + \text{schaktbottens bredd/slänthlutning}$$

$$\text{Total schakt (1:1)} = 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Total schakt (5:1)} = 6,8 \text{ m}^3$$

Vilket innebär att överskottsmassorna är

$$\text{Överskott (1:1)} = 4,41 \text{ m}^3$$

$$\text{Överskott (5:1)} = 2,56 \text{ m}^3$$

För kostnadsberäkningar har följande siffror i tabell 2 använts.

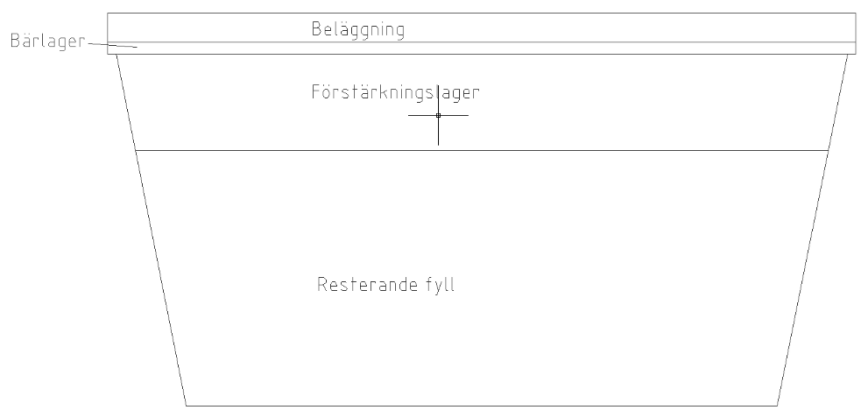
Tabell 2. Kostnadsställe.

	<i>Kr/enhet</i>	
<i>Hantering av överskott</i>	99 kr/m ³	Hjullastare, transport och tippavgift
<i>Resterande fyll</i>	39 kr/m ³	Fyll och packning
<i>Förstärkning</i>	75 kr/m ³	Fyll och packning
<i>Bärlager</i>	65 kr/m ²	Utläggning och packning
<i>Beläggning</i>	135 kr/m ²	Utläggning och packning

Den totala kostnadsbesparingen per meter schakt redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Kostnadsbesparing per meter schakt.

	<i>1:1</i>	<i>5:1</i>	<i>Diff.</i>	<i>Kr/enhet</i>	<i>Totalt/m</i>
<i>Överskott</i>	4,41	2,56	1,85	99	182,5
<i>Resterande fyll</i>	5,59	4,24	1,35	39	52,9
<i>Förstärkning</i>	2,98	1,9	1,08	75	81
<i>Bärlager</i>	7	3,8	3,2	65	208
<i>Beläggning</i>	7	3,8	3,2	135	432
<i>Summa</i>					956,4 kr/m, schakt



Figur 1. Slänter 5:1



Figur 2. Slänter 1:1