

Optimalt grävmaskinsval vid VA-arbeten

Långgrävare kontra traditionell grävmaskin



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Trafik och Väg

Examensarbetare:
Viktor Bengtsson

© Copyright Viktor Bengtsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2016

Sammanfattning

Under de senaste tio åren har den rekommenderade utformningen av VA-schakter förändrats till att bli bredare och säkrare. De metoder som tidigare använts ifrågasätts i denna studie då de alternativt är utdaterade.

Syftet med arbetet har varit att undersöka vilken maskintrupp som är bäst vid de nya förutsättningarna. De maskintrupper som har analyserats skiljer sig åt genom att en långgrävare ersätter de två vanliga grävmaskinerna som används i det traditionella arbetssättet.

Studien är uppdelad i två delar. En litteraturstudie som förklarar hur byggproduktion generellt genomförs och en genomgång av de nya schaktdirektiv som kommit med införandet av skriften *Schakta säkert*. För att sedan få fram resultat gällande vilken maskintrupp som är bäst har en intervjustudie genomförts, där produktionschefer på Skanska har gett sin syn på vilket arbetssätt som bör användas och varför.

Att använda en långgrävartrupp har visat sig vara bättre än att använda en traditionell grävmaskinstrupp. Det som gör att långgrävaren är bättre är att den kan utföra mer än en arbetsuppgift i en och samma rörelse. Långgrävaren gör också att arbetsplatsen blir säkrare för samtliga medverkande.

Nyckelord: Långgrävare, Schakta säkert, VA

Abstract

The recommended designing when digging sewage have changed throughout the last 10 years, to become wider and safer. The previously used methods are questioned in this study as they may be outdated.

The purpose of this rapport has been to examine which excavator troupe is the best for these new conditions. The machine troops analysed differ in that that a long reach excavator replaces the two standard excavators used in the traditional approach.

A literature study has been conducted that explains how construction production generally is implemented, alongside with a review of the new excavation directives that were introduced in "Schakta säkert". In order to get results concerning which machine troupe is the best, several interviews were conducted with production managers at Skanska, who gave their views on the matter.

Using a long reach excavator troupe has been proven to produce better results than a traditional excavator troupe. What makes long reach excavator better is that it can perform more than one task in one single motion. Long reach excavators also make the workplaces safer for all participants.

Keywords: Long reach excavator, Dig safely, Sewage

Förord

Denna rapport utgör ett examensarbete på 22,5 högskolepoäng och är slutet på en tre år lång högskoleingenjörsutbildning med inriktning Bygg, Väg och Trafikteknik vid Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.

Examensarbetet har genomförts på avdelningen Trafik och Väg i samarbete med Skanska, Väg och Anläggning Syd under våren 2016.

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare Petra Andersson(Skanska) och Sven Agardh (Lunds Tekniska Högskola) som har stöttat mig genom arbetet och hjälpt mig med de frågor som jag själv har haft svårt att besvara.

Jag vill också tacka alla som medverkat i intervjustudien för utan dem hade det inte varit möjligt att komma fram till de resultat som jag nu har kommit fram till.

Avslutningsvis vill jag tacka Ingela Jondell som gett sin tillåtelse till att jag använder de illustrationer som hon gjort i skriften Schakta säkert och Thomas Lundgren på Svensk byggtjänst för de sidor som jag tillåtits skanna in ifrån AMA Anläggning 07, 10 och 13.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och problemfrågeställning	2
1.3 Avgränsningar	3
1.3.1 Arbetssätt	3
1.3.2 Kostnad för långgrävare kontra traditionell grävmaskin	4
1.3.3 Förutsättningar för material i mark	4
1.4 Terminologi	5
1.5 Disposition	7
2 Metod	8
2.1 Studiens upplägg	8
2.1.1 Projektidé	8
2.1.2 Problemformulering	8
2.1.3 Avgränsningar	9
2.1.4 Undersökningsform	9
2.1.5 Litteraturstudie	9
2.1.6 Intervjustudie	10
2.1.7 Resultat	10
2.1.8 Slutsats	10
3 Teori	11
3.1 Utförande av byggprojekt	11
3.1.1 Utredning	11
3.1.2 Projektering	11
3.1.3 Produktionsfasen	11
3.2 Val av arbetsorganisation	12
3.2.1 Val av schaktansvarig	12
3.2.2 Lean	12
3.2.2.1 <i>Lean- Skapa värde</i>	13
3.3 Planering	15
3.4 Aktuellt material i mark	16
3.4.1 Lera och Lermorän	16
3.5 Schakta säkert	17
3.5.1 Olycksrisker	17
3.5.2 Anledning till olyckor	17
3.5.2.1 <i>Innan schakt</i>	17
3.5.2.2 <i>Förändrade förutsättningar</i>	18
3.5.2.3 <i>För branta slänter</i>	18
3.5.2.4 <i>För stor schakt</i>	18
3.5.2.5 <i>Hög vikt på schaktkrön</i>	18
3.5.2.6 <i>Vibrationer</i>	19
3.5.3 Utförande av schakt	19

4 Resultat	20
4.1 Sammansättning av arbetsstyrka	22
4.2 Schaktdjup	23
4.2.1 Djupare schakter	23
4.2.2 Grundare schakter	23
4.3 Större schaktgropar	24
4.4 Säkraste maskinen	25
4.5 Tillbakahållande faktorer i produktionen	26
4.6 Regelverkets påverkan	27
4.7 Servisledningar	27
4.8 Utförande av schakt	28
4.8.1 Illustration av maskinernas räckvidd.....	28
4.8.2 Utförande av schakt med traditionell grävmaskinstrupp	28
4.8.3 Utförande av schakt med långgrävartrupp.....	29
5 Diskussion	30
5.1 Metod	30
5.1.1 Intervjustudien.....	30
5.1.2 Litteraturstudien	30
5.1.3 Alternativa angreppssätt	30
5.2 För och nackdelar med de olika maskintrupperna	31
5.2.1 Brister med en traditionell grävmaskinstrupp.....	31
5.2.2 Fördelar med en traditionell grävmaskinstrupp.....	31
5.2.3 Brister med en långgrävartrupp.....	32
5.2.4 Fördelar med en långgrävartrupp	32
5.3 Framtiden- en säkrare byggbransch	32
6 Slutsats	33
6.1 Förslag på vidare studier	33
7 Referenslista	34
8 Bilagor	36
8.1 Bilaga ett – AMA anläggning 07 s.582	36
8.2 Bilaga två - AMA Anläggning 10 s. 608	37
8.3 Bilaga tre - AMA Anläggning 13 s.644	38
8.4 Bilaga fyra- BNP per capita I OECD	39

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Arbetsmiljön i byggbranschen har under de senaste åren genomgått en stor förändring. Byggföretag tävlar om att vara ledande i att ta fram trygga och säkra arbetssätt som samtidigt är tids- och kostnadseffektiva.

Anledningen till att denna studie genomförs är införandet av skriften *Schakta säkert* och de förändringar som har skett i skriften *AMA Anläggning* gällande tillåten lutning på schaktslänter.

Sedan år 2007 har svensk byggtjänst gett ut tre stycken AMA Anläggning-böcker med varierande uppgifter om rekommenderad lutning på schaktslänt. AMA Anläggning 07 förespråkar släntlutningen 4:1, se bilaga 1 (Svensk Byggtjänst, 2008), AMA Anläggning 10 förespråkar släntlutningen 2:1, se bilaga två37 (Svensk Byggtjänst, 2011) och AMA Anläggning 13 förespråkar släntlutningen 1:1, om inte geotekniker säger annat, se bilaga tre (Svensk byggtjänst, 2014).



Figur 1: Schakta Säkert (Lundström et al, 2015)



Figur 2: AMA Anläggning 13 (Svensk byggtjänst, 2014)

Förändringarna i AMA innebär att problemen med rasolyckor kommer att minska avsevärt förutsatt att rekommendationerna följs (Samuelsson, 2007). Det finns en risk att det slarvas med de grunda schakter som har ett djup på ungefär 2-2,5 meter. Om en schakt med det djupet inkluderande schaktslänter på 4:1 skulle rasa ihop samtidigt som en person befinner sig vid slänthöften så är risken stor att personen kvävs när massorna rasar ner. En stor del av de dödsolyckor som har skett i anläggningsbranschen har uppkommit under just dessa förutsättningar (Samuelsson, 2007).

För att få bukt med olyckorna så har de stora byggföretagen gått samman och skapat en endagarskurs på Sveriges buggindustriers entreprenörsskola. Under kursen får deltagarna ut verktyg för hur de ska lära sig att läsa av massorna och när det är aktuellt att använda sig av en geotekniker (Entreprenörsskolan, 2016).

1.2 Syfte och problemfrågeställning

Till följd av de förändringar som har skett gällande rekommenderad lutning på schaktslänt så måste också arbetssätten som används ses över. Denna studie behandlar frågan om det fortfarande är aktuellt att använda de arbetssätt som används idag eller om det bör ske en förändring till grävmaskiner utrustade med lång bom och långt skaft.

I huvudfrågan så finns det också mindre frågor som leder till en samlad bedömning i hur huvudfrågan ska besvaras och de är följande:

- Vilken grävmaskinstrupp är optimal vid VA-schakter?
- Hur skiljer sig förutsättningarna åt för olika maskintrupper?
- Vad begränsar truppen? är det skopvolym, antal rörlägningsarbetare eller något annat.
- Vilket resultat eftersöks i slutändan? Är det säkerheten, ekonomin eller någon annan faktor som ska avgöra vilken maskin som är bäst.

1.3 Avgränsningar

Endast två typer av grävmaskiner kommer att analyseras. En traditionell och en så kallad långgrävare. Den traditionella maskintypen används i detta arbete som både framfartsmaskin och återfyllnadsmaskin även om det i verkligheten kanske hade använts en lite större maskin i framdriften än i återfyllnadsarbetet.

Att använda en schaktsläde eller spont är något som denna studie helt bortser ifrån.

1.3.1 Arbetssätt

De maskiner som representerar det traditionella arbetssättet är två fullutrustade Volvo EC220EL inkluderande:

- Bom 5,7 meter
 - Skaft 2,9 meter
 - Motvikt 4200 kg
 - Skopvolym 1000 Liter
- (Volvo, 2015a) (Karac, 2016)



Figur 3: Volvo EC220EL (Ytimg, 2016)

Den maskin som representerar det alternativa arbetssättet är en fullutrustad EC300E inkluderande:

- Bom 10,2 meter
- Skaft 7,9 meter
- Motvikt 6800 kg
- Skopvolym 677 liter

(Volvo, 2015b)



Figur 4: Volvo EC300E (Fotograf: Viktor Bengtsson)

1.3.2 Kostnad för långgrävare kontra traditionell grävmaskin

För att ha möjlighet att ställa dessa maskiner mot varandra ekonomiskt antas att en traditionell grävmaskin kostar 1 enhet per dag och att en långgrävare kostar 1,7 enheter per dag samt att båda trupper kompletteras med tre stycken yrkesarbetare. Om två identiska jobb skulle genomföras parallellt skulle det då kosta 2 enheter att driva de traditionella grävmaskinerna och 1,7 enheter att driva långgrävaren.

1.3.3 Förutsättningar för material i mark

Materialet i marken kan variera beroende på var i världen som ett arbete ska äga rum. Det är till exempel stor skillnad på att schakta i berg jämfört med att schakta i en finkornig massa. I denna studie kommer stora delar att negligeras och fokus kommer endast att ligga på schakt i lermorän och lera.

1.4 Terminologi

AMA Anläggning	En bok som används vid upprättande av beskrivningar och utförande av anläggningsarbeten
Bom	Den delen av grävmaskinsarmen som är närmast maskinen
BAM	Bättre Arbetsmiljö
Dagvatten	Regn-, Smält- och Spolvatten som rinner ner i ledning från hårdgjorda ytor
Enheter	Ordet enheter används för att inte delge hemliga maskinpriser
Fall A-massor	Användbara massor som ska lämnas kvar inom arbetsområdet
Fall B-massor	Massor som ska avlägsnas från arbetsplatsen
Framfartsmaskin	Den maskin som förflyttar massor ifrån schaktgrop så att rör och dylikt kan läggas ner
Ler	Organiskt material som är mindre än 0,002 mm
Långgrävare	Grävmaskin med längre grävmaskinsarm än normalt
PC	Produktionschef

Ras	Rörelse i block, sten, grus och sand
Schakta säkert	Skrift som tydliggör hur en schakt ska bedrivas
Skred	Sammanhängande jordmassa bestående av ler eller silt som kommer i rörelse
Sticka	Den del av grävmaskinsarmen som är längst ifrån grävmaskinen
Spillvatten	Förorenat vatten från toaletter, industrier och dylikt
Tredje man	Person som berörs av produktionen men som inte ingår i den
Tryckvatten	Vatten som ska in i byggnader, till vask, toalett och dylikt
VA	Vatten och Avlopp
Verkningsgrad	Visar procentuellt hur mycket någonting är aktivt under den totala arbetstiden
YA	Yrkesarbetare
Återfyllnadsmaskin	Maskin som fyller schakt med massor efter att rör och dylikt har lagts ner

1.5 Disposition

Rapporten delas in följande delar:

Inledning- En inledande del där bakgrunden till rapporten förklaras följt av vad den ämnar undersöka och svara på. Den fortsätter sedan med vilka avgränsningar som har gjorts i arbetet och avslutas med en förklaring av ett antal svårförstådda ord i rapporten.

Metod- Förklarar vilka tillvägagångssätt som har använts och varför just de arbetsätten har valts.

Teori- Teorin förklarar inledningsvis hur byggprojekt generellt genomförs. Det fortsätter sedan med hur aktuella material ser ut och hur klassificering kan göras. Avslutningsvis sker en genomgång av *schakta säkert* som är den skrift som rapporten till stor del bygger på.

Resultat- Resultaten ifrån intervjuerna sammanställs samt att det sker en gestaltning av hur de olika maskintypernas räckvidd ser ut.

Diskussion- En diskussionsdel där resultaten analyseras och de sista faktorerna nämns för att det ska vara möjligt att komma fram till en slutsats. Även de sätt som har använts för att komma fram till resultatet diskuteras

Slutsats- Här nämns vad som har kunnat bevisas i rapporten och vad som behöver analyseras ytterligare.

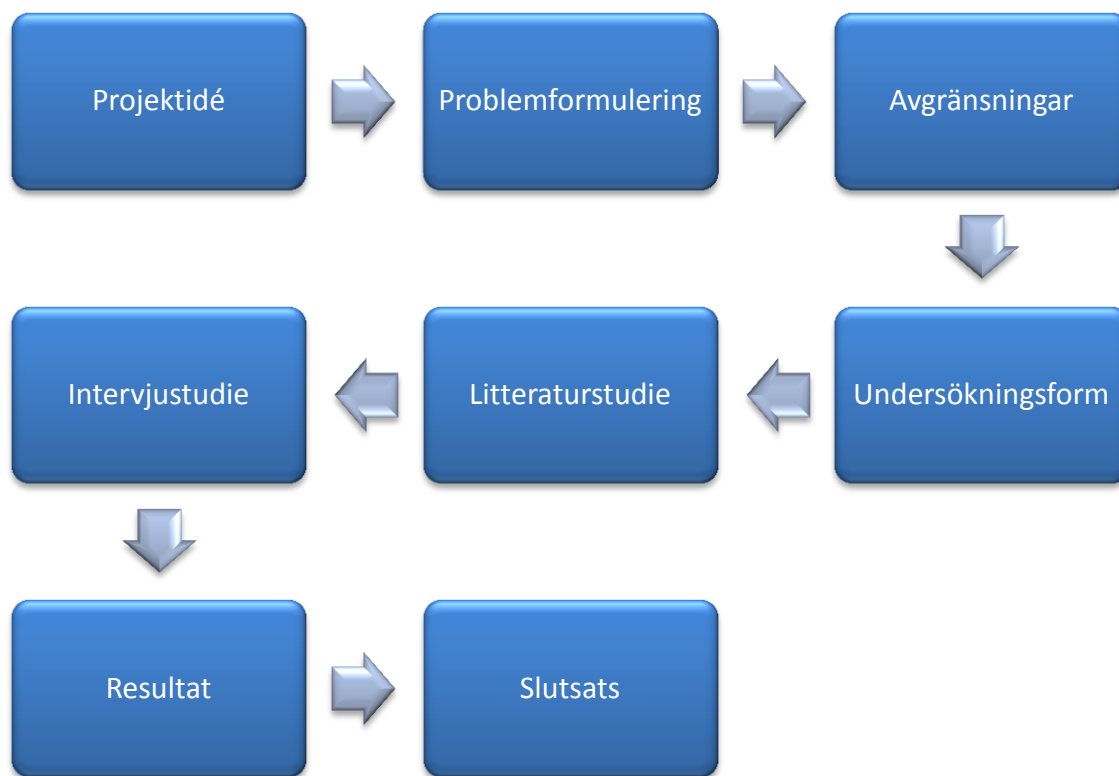
Litteraturförteckning- Samtliga källor som har använts i rapporten nämns under denna del.

Bilagor- De bilagor som hör till studien avslutar rapporten.

2 Metod

2.1 Studiens upplägg

Denna studie har vuxit fram enligt figuren nedan och samtliga delar kommer att förklaras under resterande del av metodkapitlet.



Figur 5: Studiens upplägg

2.1.1 Projektidé

Studien genomförs våren 2016 men idén gällande vad det ska komma att handla om kommer på tal redan under en sommarpraktik år 2015. Det är i samarbete med företaget där sommarpraktiken genomfördes som studien sedan skrevs.

2.1.2 Problemformulering

Idén utvecklades till en problemformulering i samarbete med en handledare ifrån företaget. Denna problemformulering presenteras sedan i form av ett måldokument för en handledare på universitetet som utan några större anmärkningar ger sitt godkännande.

Huvudfrågan i studien behandlar vilken grävmaskin som är mest optimal vid VA-schakter. Det som gör frågan intressant är de förändringar som skett under de senaste 10 åren gällande rekommenderad schaktsläntslutning.

2.1.3 Avgränsningar

Studiens storlek är på 22,5 högskolepoäng och utifrån det avgränsas den till en rimlig arbetsbörda.

När en VA-schakt ska genomföras finns det flera kända arbetsätt att tillgå. I detta arbete analyseras endast två typer av maskiner, traditionella grävmaskiner och så kallade långgrävare.

Alternativa arbetsätt som finns är spont eller schaktsläde, det är dock något som detta arbete helt bortser ifrån. Om det finns en önskan att läsa om VA-schakter med schaktsläde hänvisas läsare till studien ”*Hjälpmedel för säkrare schakter*” av Hampus Wahlgren. (Wahlgren, 2014)

Detta arbete skrivs på Lunds tekniska högskola och inriktar sig på de typer av massor som förekommer i närområdet, det vill säga olika typer av lera.

2.1.4 Undersökningsform

Det finns flertalet olika sätt som ett arbete kan läggas upp på även om målet är bestämt. I detta arbete användes en litteraturstudie samt en halvstrukturerad intervjustudie. Samtliga intervjuer som genomfördes spelades in för att i ett senare skede skrivas ihop. Genom att använda den tekniken går ingen värdefull information förlorad. Det är en tidskrävande process men det ger en ett bättre och mer tillförlitligt resultat i slutändan (Höst et al, 2006).

2.1.5 Litteraturstudie

En av grundbultarna inom vetenskaplig metodik är att använda sig av en litteraturstudie. Om den är väl gjord ökar den förståelsen för arbetet handlar om.

Det är viktigt att det som skrivs är sant och att läsaren med hjälp av källhänvisningen kan se varifrån informationen är hämtad (Höst et al, 2006).

För den här rapporten har det varit viktigt att försöka använda så trovärdiga och välansedda källor som möjligt.

En stor del av litteraturstudien bygger på *Schakta säkert* som är ett styrande dokument utgivet av svensk byggtjänst. I övrigt används välkända källor som frekvent har använts i flera publicerade rapporter.

2.1.6 Intervjustudie

För att få in synpunkter på ett problem så kan det vara bra att använda en halvstrukturerad intervjustudie (Höst et al, 2006).

Till grund för resultaten i denna rapport så har de medverkande i intervjun fått frågor som till viss del har att göra med deras erfarenheter och till viss del deras inställning till vilket arbetssätt som är mest optimalt vid VA-schakter. De som medverkat i intervjun har alla valts ut specifikt. I en sådan här studie kan frågorna inte ställas till vem som helst då en grundförståelse måste finnas. De som intervjuats är därför alla utvalda produktionschefer som har erfarenheter av antingen VA-schakter eller långgrävare. Vissa har till och med testat på att gräva VA-schakter med långgrävare.

Anledningen till att intervjuerna är halvstrukturerade är att möjligheten är stor för de tillfrågade att utveckla sig samtidigt som svaren går att sammanställa svart på vitt.

I det initiala skedet av intervjuerna fick de deltagande reda på vilka förutsättningar som gällde så de hade något att förhålla sig till när de sedan svarade på frågorna.

2.1.7 Resultat

Resultatet har sammanställts utifrån vad de som medverkat haft för åsikter. Utgående ifrån vad de säger på de olika frågorna så har de klassats in i de olika kategorierna:

- För långgrävartrupp
- Osäker på vilken maskintrupp som är bäst
- För traditionell grävmaskinstrupp.

2.1.8 Slutsats

Utifrån resultatet har slutsatsen dragits, inte då bara sett till statistik utan även relaterat till vissa särskilda uttalanden som värderas som viktiga i sammanhanget.

3 Teori

3.1 Utförande av byggprojekt

I begreppet byggprojekt innefattar tillverkning eller ombyggnad av byggnad eller anläggning (kan till exempel vara broar och tunnlar (Revai, 2012)).

Byggprojekt initieras med en idé eller ett beslutsfattande om att ett projekt ska genomföras. Byggprojekt brukar sedan vara uppdelat i tre delar.

3.1.1 Utredning

Den inledande delen är en utredning där olika alternativs för och nackdelar analyseras. Om det visar sig att något eller några alternativ är ekonomiskt genomförbara fortsätter utredningen och leder fram till ett projektmål (Revai, 2012).

3.1.2 Projektering

Då målet är fastställt inleds projekteringsdelen där färdigställande sker av utseendet på konstruktioner och detaljer. Under denna fas är ofta flera aktörer aktiva för att skapa så goda förutsättningar som möjligt i projektet. Exempel på vanligt förekommande aktörer är arkitekter och specialinriktade konstruktörer (Revai, 2012).

3.1.3 Produktionsfasen

Den tredje och sista fasen är produktionsfasen, det är under den fasen som själva byggandet genomförs. När all byggnation är klar genomförs en slutbesiktning. Därefter överlämnas byggobjektet och entreprenören lämnar platsen. Dock så har entreprenören fortfarande ett ansvar fram till det att garantitiden har gått ut (Revai, 2012).

3.2 Val av arbetsorganisation

Det är flera saker som spelar in då en projektorganisation ska sättas samman. När ett byggföretags anbud på ett jobb har blivit accepterat så ska någon typ av ledare utses. Ofta har byggföretagen en organisationsstruktur likt en pyramid med olika grenar där ledaren som väljs har en medföljande organisation till sitt förfogande. Beroende av dimensionen på arbetet som hen ska bedriva så kan ledarens underliggande organisation se olika ut. För mindre arbeten kan det räcka med att använda en projektorganisation som endast har en ledare och några få arbetare. Om projektet däremot kräver en större arbetsstyrka om mer än sex till åtta personer rekommenderas det att använda delprojektledare (Tonnquist, 2014).

När ledaren formar organisationen så tänker hen efter hur det har gjorts under tidigare liknande arbeten och väljer en organisation som då har fungerat bra. Nackdelen med det är att nya arbetsätt inte utvecklas och bryter igenom. Då inte nya idéerna bryter igenom minskar utvecklingen och det lämnar en utebliven förbättring inom byggbranschen (Blücher et al, 2005).

3.2.1 Val av schaktansvarig

Att utföra en schakt innebär en stor risk och för att det ska ske på ett så säkert sätt som möjligt så bör en schaktansvarig utses. Ofta väljs en produktionschef som har erfarenhet ifrån tidigare schaktarbeten. Den schaktansvarige bör också ha genomgått kurser som säker schakt och BAM.

Det är den schaktansvariges uppgift att planera och leda arbetet framåt. (Lundström et al, 2015).

3.2.2 Lean

Lean är ett sätt att driva ett företag inkluderande allt från metoder och verktyg till värderingar och filosofier. Begreppet innebär att verksamheten arbetar mer som ett lag än som individer och delger de delar som är framåtsträvande.

Det ska kommas ihåg att bara en mindre förbättring i arbetssätten kan göra stora skillnader. Istället för att lägga ett anbud något högre än konkurrenterna så kan företag istället få jobben. Genom att samarbeta kan även onödiga utgifter hållas nere och smarta lösningar upptäcks vilket i sin tur leder till nöjda kunder (Blücher et al, 2005).

I denna studie är det val av utrustning som är intressant, det står för en stor del av kostnaderna i ett projekt och en förändring av maskintyp kan göra utslag på hur arbeten kommer att bedrivas i framtiden. Förutsatt att det visar sig att långgrävorna är vinstgivande och att delgivning sker av informationen.

Nästa fråga är sen hur långt ut informationen ska komma om en förbättring av arbetssätt. Är det viktigt att hålla det inom företaget eller ska hela landet få reda på de innovativa lösningarna. Kanske till och med hela jordklotet om det är gynnsamma lösningar för miljön.

Blücher, D. et al (2005) menar på att smarta lösningar i alla fall bör delges inom landet och pekar på Sveriges negativa trend gentemot andra OECD-länder gällande BNP per capita (se bilaga fyra) (sida 39).

Med Lean-konceptet väljs en väg där framtiden står i fokus och den har fått en del kritik från en del användare då de vill se resultat direkt och därför har blivit besvikna på utvecklingen i det initiala skedet bestående av utbildningar och dylikt (Blücher et al, 2005).

3.2.2.1 Lean- Skapa värde

En av grundprinciperna inom Lean är att dela upp tid och resurser i en värdeskapande del och en icke-värdeskapande del. Då de icke värdeskapande delmomenten är identifierade bör arbetet gå vidare med att se om de går att ta bort helt eller om de kan ersättas med värdeskapande moment. Även de värdeskapande momenten bör ses över för att se om det finns någon typ av förbättringsmöjlighet.

I lean-konceptet har det valts att lägga fokus på åtta punkter som är återkommande.

- *Medarbetarnas outnyttjade kreativitet*
- *Transporter*
- *Överarbete*
- *Omarbete*
- *Rörelse*
- *Lager*
- *Väntan*
- *Överproduktion*

Att *utnyttja sina medarbetares kreativitet* kan leda till smarta lösningar då det inte alltid är gruppens ledare som har de bästa idéerna.

Genom att minska *transporterna* i form av till exempel samkörning av material så sparar projektet in på bränslekostnaderna och hyran för den typ av maskin som ska framföras.

Utförande av *överarbete* bör i största mån undvikas då det i övervägande fall genererar en förlust snarare än en vinst.

Att korrigera för saker som har gått fel och då göra *om arbetet* genererar inga pengar då betalning redan har utgått den första gången som arbetet gjordes. Finns det en osäkerhet är det alltså bättre att tänka efter en sista gång innan arbetet sätts igång.

Onödiga *rörelseförflyttningar* gör att andra kan tvingas släppa fokus från sitt pågående arbete till exempel då någon ska passera precis bakom dem.

Ett för stort *lager* kan innebära en kostnad då det kan ligga i vägen för ett arbete som ska genomföras. De bitar som blir över efter ett projekt ska sedan flyttas vilket också innebär en kostnad. Om de är projektspecifika kommer de inte att komma till värde senare heller och då har det varit en ren förlustaffär att de köptes in från första början.

Då en arbetare *väntar* kostar det företaget pengar. Om arbete kan utföras samtidigt så försvinner denna kostnad för företaget.

Överproduktion kan till exempel innebära att arbeten utförs vid en tidigare tidpunkt än planerat vilket i sin tur kan leda till att ett annat arbete hämmas som egentligen borde ha gjorts under de tidigare förutsättningarna (Blücher et al, 2005).

3.3 Planering

En väl utförd produktionsplanering är en av de viktigaste komponenterna för ett lyckat byggprojekt. Det kan vara värt att lägga extra tid på planeringen i inledningen av projektet då det ofta resulterar i tids- och ekonomiska vinster längre fram i projektet. Dessvärre så appliceras det inte särskilt väl i den svenska byggbranschen. Byggbolagen vill inleda byggnadsskedet så fort som möjligt för att ha god tid på sig men det blir då lätt att glömma aktiviteter. Dessa måste sedan göras vilket ofta ger ett dubbelarbete och ett avbrott i produktionen. Förseningarna som då uppkommer skapar irritation och sämre slutprodukter vilket i sin tur ger nya problem och en negativ arbetsplats (Revai, 2012).

3.4 Aktuellt material i mark

För att ett schaktningsarbete ska kunna bedrivas så måste det i ett tidigt skede analyseras vilket typ av material som finns i marken. Det kan vara grovkorniga jordar med till exempel stenblock eller finkorniga jordar bestående av till exempel lera (Larsson, 2008).

3.4.1 Lera och Lermorän

Efter att ett material har klassats till att tillhöra en viss jordart så finns det fortfarande flera parametrar som spelar in i hur det i själva verket ser ut. Både lera och lermorän består till stor del av fraktionen ler som är den minsta jordfraktionen med korn som uteslutande är mindre än 0,002 mm. För att materialet ska klassas som ler så måste det bestå av 100 % ler. För att det istället ska räknas som lera så måste det fortfarande innehålla stora mängder ler, minst 15 % av massorna ska då vara ler. Alltså en ganska stor procentuell skillnad på materialet som för ett otränat öga kan se likadant ut. För att det ska vara moränlera ska mängden ler vara under 15 % men ändå en betydande del (Larsson, 2008) (Eriksson et al, 2005).

För att veta om en stor mängd ler finns i ett prov så kan ett utrullningsprov genomföras, om det går att rulla till en tunn tråd så består det av mycket ler.

Utöver sammansättningen i jorden så finns det även en hel del andra parametrar som spelar in för hur den beter sig. En av dessa parametrar är nederbörd som tränger ner i marken och hjälper till att packa materialet. Då marken lämnas orörd under en längre tid förändras den till ett tillstånd där kornen mer och mer ligger optimalt emot varandra.

3.5 Schakta säkert

För att förstå sig på hur en schakt fungerar behövs ett kunskapsintag. Kunskapen kan komma med hjälp av studier men också med erfarenhet ifrån tidigare arbeten (Lundström et al, 2015).

Även om en person har erfarenhet av tidigare schakter så är det bra att genomgå utbildningar för att ta del av förändringar och nya arbetsmetoder. En sådan utbildning kan till exempel vara på entreprenörskolan i form av kursen *säker schakt* som till stor del delger samma information som *Schakta säkert*. Efter kursen kan sedan *Schakta säkert* användas som ett stöddokument (Lundström et al, 2015).

3.5.1 Olycksrisker

Den mest påtagliga risken vid en schakt är att begravas då massor rasar samman. Massorna kan falla snabbt och det gör det svårt för människan i schakten att akta sig. Hen kan då begravas helt eller delvis och då massorna väger flera ton är risken stor att de delar som blir begravda inte klarar sig oskadda (Lundström et al, 2015).

Ett annat problem som har skapat en hel del olyckor är att grävmaskiner klämmer personer nere i gropen. Det kan till exempel vara mot en schaktvägg eller en brunn. Riskerna minskar med flacka slänter då både sikten är bättre och undanflyktsvägen är bättre för den utsatta i schaktgropen (Lundström et al, 2015).

3.5.2 Anledning till olyckor

Det finns en hel del saker som kan leda fram till att en olycka uppstår men genom att planera noga innan så kan en del av riskerna elimineras.

3.5.2.1 Innan schakt

Innan schaktningsarbetet drar igång måste vetskapen finnas om vilka typer av massor som finns i marken. Det är också viktigt under vilken tid på året som arbetet ska genomföras då förutsättningarna för massorna ändras beroende på om det är varmt eller kallt och om det har varit mycket nederbörd eller inte (Lundström et al, 2015).

3.5.2.2 Förändrade förutsättningar

Förutsättningarna i en öppen schakt kan förändras under en kort tidsperiod. Det räcker med att vädret slår om från solsken till regn så har förutsättningarna blivit helt andra. Då måste en analys göras för om arbetet bör fortgå som det gör eller om en förändring av arbetssättet bör ske (Lundström et al, 2015).

3.5.2.3 För branta slänter

En för brant slänt innebär en obekväm arbetsmiljö då sikten minskar och undanflyktsvägen vid ras begränsas till i längsled med schakten. Det är att rekommendera att alltid ha en stege i schaktgropen för att ge de som är i gropen en bättre möjlighet att ta sig upp (Lundström et al, 2015).



Figur 6: För branta slänter ledde till dödsfall (Lundström et al, 2015)

3.5.2.4 För stor schakt

Då en schakt växer så växer också antalet platser som ett ras kan uppstå på. Kraften från massor som tidigare hållit emot ett ras försvinner vilket kan leda till att massorna släpper och rasar ner i schakten (Lundström et al, 2015).

3.5.2.5 Hög vikt på schaktkrön

Det gäller att tänka efter var massor bör placeras då de grävs upp från en schaktgrop. Om det är fall B-massor bör de läggas direkt på en lastbil eller en dumper. Transportfordonet bör stå på ett behörigt avstånd ifrån schakten så att det inte bildas ett stort tryck på marken och ger upphov till ett ras. För fall A-massor är det samma princip, liksom för transportfordonet så bör de inte läggas för nära schaktgropen (Lundström et al, 2015).

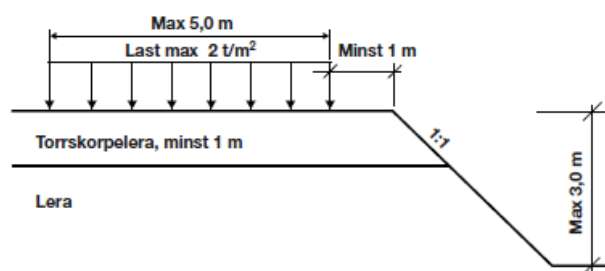
3.5.2.6 Vibrationer

Vibrationer i schakten eller i anslutning till schakten kan göra marken ostabil och bilda sprickor som i sin tur leder till ras (Lundström et al, 2015).

3.5.3 Utförande av schakt

Desto djupare en schakt ska vara, desto svårare är den att genomföra. Det beror på att schaktmassorna måste flyttas en längre sträcka och schakten måste bli bredare vilket kan ge avståndsproblem gällande både kommunikation och förflyttning av massor. I de fall då massorna ska återanvändas till att återfylla en schaktgrop så måste de läggas någonstans under tiden. För att underlätta hur detta ska gå till finns det typsektioner i *Schakta säkert* som illustrerar hur massorna får läggas upp. Figur sju visar ett sådant exempel. Om schaktmassorna istället centreras i en stor hög likt figur åtta finns det fortfarande en påtaglig skredrisk (Lundström et al, 2015).

Typschaft 6 – Lera 20 kPa



Förutsättningar

Jordlagren

Överst ska det finnas minst en meter tjock fast torrskorpelera och därunder ska lerans skjuvhållfasthet, c_{uk} eller τ_{fu} , vara minst 20 kPa.

Belastning

Max 2 ton/m² (20 kPa), fördelat enligt figur.

Figur 7: Schaktanvisningar i lera (Lundström et al, 2015)



Figur 8: Illustrativ bild på hur massor inte bör placeras (Lundström et al, 2015)

Ytterligare problem som uppstår i en djup schakt är att trycket ökar på schaktväggarna och att grundvatten kan förekomma som måste tas om hand. Om det hade varit något annat material än lera så hade vattengenomsläppligheten varit bättre men med leran så måste vattnet pumpas ut från schaktgropen (Lundström et al, 2015).

4 Resultat

Under denna rubrik presenteras resultaten ifrån intervjuerna. Sammanlagt intervjuades fem stycken personer varav två stycken har använt långgrävare som framfartsmaskin vid VA-arbeten under tidigare tillfällen. Övriga har använt maskinen men då till andra ändamål.

Inför intervjuerna fick samtliga följande förutsättningar som de också accepterade:

”Schakten ska följa AMA och Schakta säkert samt att snittschakten är på 3 meters djup inkluderande tre ledningar. En dagvattenledning, en spillvattenledning och en tryckvattenledning. Endast orörda fall A-massor förekommer.”

De frågor som de tillfrågade i huvudsak fick svara på var följande:

Fråga 1: Vilken maskintrupp anser du vara mest optimal vid dessa förutsättningar och varför?

Fråga 2: Vilka erfarenheter har du av att driva ett VA-arbete och har det spelat in i ditt val, har du till exempel arbetat med både en traditionell trupp och en långgrävartrupp?

Fråga 3: Hade ditt val av maskintrupp varierat om ledningen skulle ligga på en annan höjd än den föreskrivna?

Fråga 4: Vad är det som förhindrar att man inte lägger fler meter rör per dag? Är det skopvolymen, antalet rörlägningsarbetare eller något annat?

Fråga 5: Vilken maskin anser du vara den säkraste av en traditionell grävmaskin och en långgrävare? Varför?

Fråga 6: Hade du valt en annorlunda maskintrupp om AMA 07 fortfarande hade varit gällande, det vill säga att vi bortser från AMA 10, AMA 13 och Schakta säkert?

Fråga 7: Vilka är för och nackdelarna med en större schaktgrop som medföljer ifall du skulle välja en långgrävare?

Fråga 8: Det är ju inte bara stamledningen som ska läggas utan även stick, hur mycket spelar det in i ditt val av maskin?

Fråga 9: Har du gått några utbildningar i hur en schakt ska bedrivas?

För att intervjun sedan skulle få lite mer djup kompletterades frågorna under tidens gång.

Beroende på vilka erfarenheter som de tillfrågade besitter så har de blivit kategoriserade enligt tabellen nedan.

Tabell 1: Tabell beroende på erfarenhet som viktat resultatet

Gradering	Förklaring	Benämning
Erfarenhetsnivå 3	Mångårig PC-erfarenhet av VA-arbeten samt har använt långgrävare som framfartsmaskin	Person ett
Erfarenhetsnivå 2	Mångårig erfarenhet av VA-arbeten, har inte använt långgrävare som framfartsmaskin	Person två, Person tre
Erfarenhetsnivå 2	Har använt långgrävare som framfartsmaskin men har inte någon mångårig PC-erfarenhet	Person fyra
Erfarenhetsnivå 1	Har inte använt långgrävare som framfartsmaskin och har inte heller någon mångårig PC-erfarenhet	Person fem

Om deras benämning står på samma rad som exempelvis en tvåa multipliceras deras åsikt med två.

4.1 Sammansättning av arbetsstyrka

Produktionscheferna som har intervjuats väljer att utforma sina arbetsstyrkor lite olika beroende på vilken typ av arbetssätt som de förespråkar.

Person två och tre väljer att använda sig utav två stycken grävmaskiner, en grävmaskin i framdriften som kompletteras med en eller två stycken yrkesarbetare och en återfyllnadsmaskin som samarbetar med en yrkesarbetare.

Övriga tre väljer att använda sig utav en långgrävare kompletterad med två eller tre stycken yrkesarbetare. Denna långgrävare agerar främst framdriftsmaskin under första delen av dagen och återfyllnadsmaskin under den andra halvan av dagen.

Person ett nämner också att en maskin som är ett mellanting mellan en traditionell grävmaskin och en långgrävare kan vara ett intressant val men att det i nuläget inte har testats då en sådan maskin inte har funnits i den maskintrupp som han har tillgång till.

Det ger resultatet:

Tabell 2: Vilken maskintrupp bör användas vid VA-schakter

Val av maskintrupp			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	Person ett, fyra och fem	Person två och tre	-
Poängsättning	6	4	0

4.2 Schaktdjup

Vid ett förändrat schaktdjup ändras förutsättningarna men produktionscheferna som intervjuats håller ändå till stor del fast vid de arbetsätt som de haft tidigare.

4.2.1 Djupare schakter

Person två hävdar att det kan vara aktuellt att ta in en större grävmaskin då det är mycket massor som ska bort ifrån schakten. Han tror också att rörläggarna som arbetar med långgrävaren kommer att bli stillastående under längre stunder då långgrävaren med en mindre skopa inte kan gräva undan de mängder som en traditionell grävmaskin kan.

Övriga tycker att långgrävaren är ett intressant alternativ vid djupare schakter, dock så anser person tre att det fortfarande är aktuellt med den traditionella grävmaskinen ner till åtminstone fyra meters djup.

4.2.2 Grundare schakter

I de fall då schakterna är grundare än tre meter så är även de som tidigare varit för långgrävaren inne på att använda sig av en traditionell grävmaskinstrupp, dock är det väldigt mycket beroende på yttre förutsättningar såsom möjlighet till exempel materialupplag. Den stora anledningen till att den traditionella truppen anses lämplig är att vid grunda schakter så räcker det för maskinerna att ta i massorna en gång vid massförflyttning ifrån schakten.

Person ett påtalar att det viktiga är att ha ett fungerande flöde och skulle välja maskin utifrån det.

Person fyra ser en stor fördel även vid grunda schakter och det är att maskinen kan stå på en fast plats en längre tid och utföra sina arbetsuppgifter. I och med det undviks maskinförflyttning som är ett störningsmoment i produktionen.

Tabell 3: Ledningsdjupets påverkan

Förändrat ledningsdjup			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	Person fyra	Person två	Person ett, tre och fem
Poängsättning	2	2	6

4.3 Större schaktgropar

I de fall då maskintruppen inkluderar en långgrävare med uppgiften att både agera framdriftsmaskin och återfyllnadsmaskin så kommer en större schakt att vara öppen under den tidsperiod då maskinen är i slutskedet av grävandet och i det initiala skedet av återfyllningsarbetet.

Används istället ett system med två maskiner kan ett kort avstånd hållas relativt konstant.

Med de olika arbetsätten finns både för och nackdelar och att vädret spelar in anser samtliga av de tillfrågade. Att ha en öppen schakt vid dåligt väder är något som ingen av de tillfrågade rekommenderar men om vädret är bra så kan maskinen gräva en längre sträcka innan återfyllnadsarbetet startar.

En av fördelarna med en större schaktgrop är att svetsningsarbetet kan pågå utan några större störningsmoment, det är något som framförallt är relevant vid arbeten inkluderande flera servisledningarna.

Den som framhäver de flesta negativa faktorerna med en större schaktgrop är person 3. Han ser bland annat ett problem med sikten för långgrävartruppen som uppstår då avståndet är långt mellan grävmaskin och rörläggare. Han nämner också eventuella gps-problem, han ser det som en faktor då han menar att om inte gps:en visar rätt kan det bli tvunget att göras om en del saker, som till exempel ledningsbädd.

En del av de tillfrågade säger även att desto större schakt som är öppen, desto fler platser finns det som det kan rasa på. Person ett håller med i påståendet men säger också att om schakta säkert har följts från första början så bör ras inte bli aktuellt.

Tabell 4: Storleken på schaktens betydelse

Större schaktgrop			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	Person fem	Person tre	Person ett, två, fyra
Poängsättning	1	2	7

4.4 Säkraste maskinen

Långgrävaren anses hos fyra av fem produktionschefer som den säkraste av de två maskintyperna förutsatt att planeringen och informationsutgivningen är god på arbetsplatsen. Person fyra nämner att det inte blir några högar nära slänterna som en av de stora anledningarna till att långgrävaren är säkrare och några av de övriga produktionscheferna använder sig av liknande argument.

Den enda som är tveksam är person tre men det beror främst på grund av att långgrävaren har en större räckvidd och därmed behöver ett större säkerhetsavstånd. Dock kan han se fördelar med långgrävaren då massorna anses ostabila, det leder till att han ser säkerhetsfrågan som jämn mellan maskinerna (Svensson, 2016).

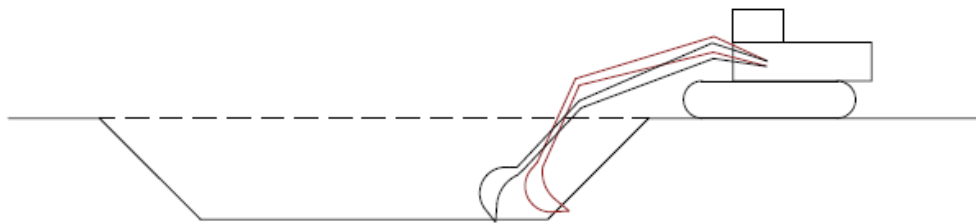
Tabell 5: Tabell över viken maskin som är säkrast

Säkraste maskinen			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	Person ett, två, fyra, fem	-	Person tre
Poängsättning	8	0	2

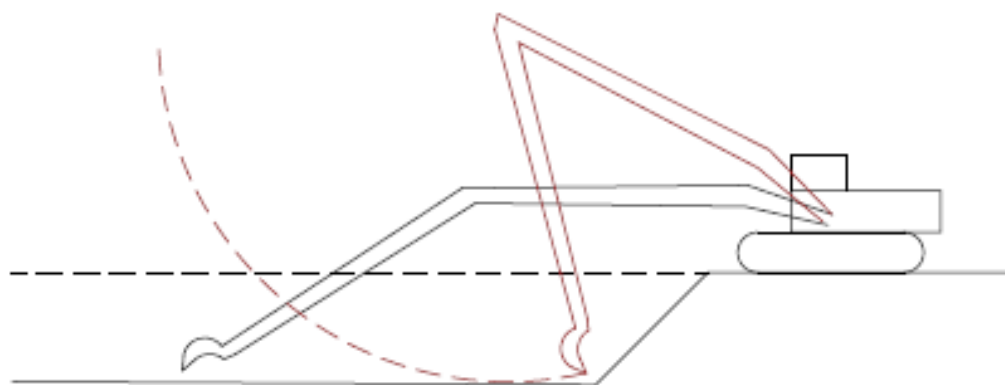
Person ett använder sig av en infallsvinkel gällande säkerheten som de andra inte reflekterar över. I figur nio och figur tio ser man de olika maskinerna i arbete.

För att den traditionella grävmaskinen ska ha möjlighet till att assistera rörläggarna så måste den vara inom ett visst avstånd. Den kan alltså inte gräva iväg för långt för då har den inte möjlighet att nå tillbaka och till exempel lägga ledningsbädd. Det gör att rörläggarna hela tiden måste arbeta i anslutning till skopan eller avvakta medan maskinen gräver. Det leder då antingen till en osäkerhet i arbetet eller till ett stillestånd i produktionen.

För långgrävaren blir det en annan situation, den kan gräva samtidigt som rörläggarna genomför sitt arbete och den har sedan inga problem att nå tillbaka och utföra sysslor i närheten av rörläggarna. Person ett säger också att även om en kolv skulle gå av och stickan skulle röra sig i en pendel så bör rörläggarna vara utom räckhåll för att bli träffade. Med detta arbetssätt kan verkningens graden hållas hög för samtliga i produktionen samtidigt som säkerheten är på en hög nivå.



Figur 9: Räckvidd sett ifrån sidan för en traditionell grävmaskin



Figur 10: Räckvidd sett ifrån sidan för en långgrävare

4.5 Tillbakahållande faktorer i produktionen

Merparten av de tillfrågade anser att det är svårt att öka produktionen på ett sätt som skiljer maskinerna åt. Visst finns det förbättringsmöjligheter men inte som gynnar den ena maskintypen eller den andra. Person fem anser att det kan vara aktuellt i vissa fall att använda fler yrkesarbetare till långgrävaren men att det är väldigt projektspecifikt.

4.6 Regelverkets påverkan

Samtliga anser att säkerheten är det som går först oavsett vad det är som står i böckerna, dock så är det lättare att ta betalt för utfört arbete med dagens anvisade schaktslänter då regelverket finns med och backar upp en.

Fördelen med att gräva med brantare slänter är att det går fortare då inte så mycket massor ska förflyttas och flera av de tillfrågade säger att om bara maskinerna är bra så kan slänten lätt ha en lutning på 3:1.

Tabell 6: Tabellen förklarar vilken maskinrupp som hade använts med det regelverk som tidigare gällde

Annat val av maskin om AMA 07 hade varit gällande			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	-	Person två, tre och fem	Person ett och fyra
Poängsättning	0	5	5

4.7 Servisledningar

Vad gäller servisledningarna skiljer sig åsikterna åt drastiskt mellan de som har deltagit i intervjustudien. De som har använt långgrävaren vid VA-schakter anser att maskinen än mer kommer till sin rätt vid schakt av serviser medan de som endast har använt en traditionell grävmaskin hävdar att långgrävaren är för dyr för att gräva serviser med.

Tabell 7: Lägning av servisers påverkan på maskinvalet

Servisledningarnas inverkan			
Maskintyp	Långgrävartrupp	Traditionell grävmaskinstrupp	Osäker
Åsiktsgivare	Person ett, fyra och fem	Person två och tre	-
Poängsättning	6	4	0

4.8 Utförande av schakt

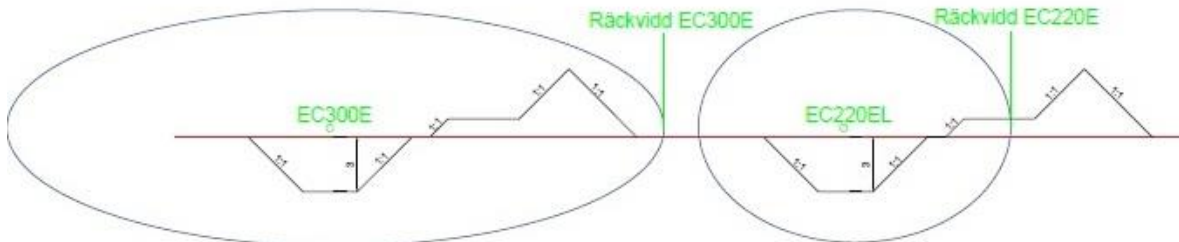
Schakta säkert säger att om schakten är djupare än 1,5 meter så ska schaktslänterna ha lutningen 1:1 ifall inte geotekniker säger annat. Det är alltså med de förutsättningarna som trupperna ska sättas samman.

Valet ska sedan göras om massorna ska läggas på den ena sidan om schakten eller delas upp på båda. I den frågan visar intervjustudien på att det rekommenderas att ha schaktmassorna på endast den ena sidan.

4.8.1 Illustration av maskinernas räckvidd

På bilden nedan illustreras två parallella schakter där det till vänster går att se vilken räckvidd en långgrävare har och till höger vilken räckvidd en traditionell grävmaskin har. Bilden visar en typsektion ifrån en tremetersschakt där det går att se att långgrävaren har möjlighet att förflytta massorna till en säker plats med hjälp av endast en massförflyttning. För den traditionella grävmaskinen behövs det däremot två stycken massförflyttningar.

Illustrationen är uppbyggd utifrån figur 7 (sida 19) och beräkningar från vikten på lera (Simetric, 2016)



Figur 11: Illustrativ bild över maskinernas räckvidd

4.8.2 Utförande av schakt med traditionell grävmaskinstrupp

Med en traditionell grävmaskin i framdriften av schakten uppstår ett problem enligt person ett då maskinens räckvidd förhindrar att lägga massorna på ett tillräckligt långt avstånd ifrån schakten. En stor del av massorna måste då förflyttas minst två gånger för att kunna uppfylla kraven för en säker schakt.

Ett alternativ är att lägga massorna på en lastbil och köra bort dessa men då tillkommer också kostnader för lastbilen och en mottagningsmaskin. Dessutom ska massorna tillbaka i schakten förutsatt att det inte finns ett stort massöverskott på arbetsplatsen.

Då massorna åter läggs tillbaka i schakten så går det inte att bara fylla igen utan massorna måste packas upp meter för meter. Med en traditionell grävmaskin blir pallarna också relativt korta enligt person tre vilket gör det svårt för återfyllnadsmaskinen att vara aktiv samtidigt som packningsmaskinen då de rör sig över samma område.

4.8.3 Utförande av schakt med långgrävartrupp

Om ytan åter ska se ut som den tidigare gjort så måste en del massor köras bort. Det beror på att rör och kringfyllnadsmassor tar upp en del utrymme i marken. Övriga massor läggs på sidan av schakten.

Under tiden schakten genomförs sätter rörläggarna av stick till serviser. Långgrävaren gräver sedan sticken och massorna som grävs upp läggs direkt tillbaka på stamledningen i en längre pall som en av yrkesarbetarna kan börja packa. Grävmaskinen gräver sedan nästa servis samtidigt som rörläggarna lägger rören i den första servisen, alternativt fyller maskinen igen ytan över nästa del av stamledningen. Oavsett vilket så hålls samtliga medverkande i produktionen sysselsatta under större delen av arbetsdagen enligt person fyra.



Figur 12: Massor fördelade på lastbil och på en sida om schakten (Fotograf: Viktor Bengtsson)



Figur 13: Grävmaskinen schaktar samtidigt som rörläggarna lägger rör (Fotograf: Viktor Bengtsson)

5 Diskussion

5.1 Metod

5.1.1 Intervjustudien

De som har deltagit i intervjustudien har alla bidragit med åsikter som de har samlat på sig under den tid som de varit verksamma i väg och anläggningsbranschen. Fördelen med intervjustudie kontra en tidsstudie bestående av klockning av maskinernas verkningsgrad är att kunskapen från flera relevanta projekt delges.

Samtliga medverkande har varit mycket tillmötesgående och förutsatt att de fått reda på vad som skrivits så har de kunnat tänka sig att ha sitt namn med i rapporten vilket har gjort rapporten lättare att skriva samman.

De har alla kunnat bidra med något vilket både är positivt och negativt. Positivt är att det har varit värt att intervjua samtliga och negativt att det verkar finnas mer kunskap att hämta om ytterligare några stycken hade deltagit i intervjustudien.

5.1.2 Litteraturstudien

Litteraturstudien har tydliggjort vad grunden är till att den berörda frågan har kommit upp. Utan den hade det varit svårt att förstå hur regelförändringarna kan inverka på valet av maskin.

Dock har inte litteraturstudien bidragit med något gällande vilken av just dessa två maskinrupper som skulle vara den bästa, det i och med att det är ganska oprövat att arbeta med långgrävare som framförallt framdriftsmaskin vid VA-schakter.

5.1.3 Alternativa angreppssätt

Parallellt till denna studie har det genomförts en liknande studie av Martin Eriksson, Civilingenjörsstuderande vid Lunds Tekniska Högskola. Martin har genomfört en tidsstudie för att se vilket av de två arbetssätten som är det mest kostnadseffektiva. Tidstudien gick ut på att han med hjälp av en klocka registrerade under vilka tider en maskin gör vad. Han har dock inte lyckats få fram slutsatsen att långgrävaren skulle vara bättre eller vice versa på grund av att de studerade projekten har varit för olika (Eriksson, 2016).

Ytterligare en sak som är svår vid tidsstudier är att den eller de som klockar arbetet måste göra tolkningar av vad som anses som stillestånd och vad som anses som arbete. Arbetet kan sen i sin tur också vara uppdelat i mer eller mindre effektivt arbete. Det arbetstänk som finns för långgrävaren är svårt att klocka. Om långgrävaren gräver servisen och fyller igen bak på stamledningen

så arbetar den 200 %. Det är då svårt för den som står med klockan att avgöra var gränsen går mellan arbete och dubbelt arbete.

5.2 För och nackdelar med de olika maskintrupperna

5.2.1 Brister med en traditionell grävmaskinstrupp

Det som är den stora nackdelen med traditionella grävmaskiner är att de har en kort räckvidd. Det hindrar i flera fall att arbete kan bedrivas parallellt med yrkesarbetarna.

Den traditionella grävmaskinen kan liksom långgrävaren gräva iväg en längre sträcka men den får då svårt att assistera rörläggarna i schakten med ledningsbädd och dylikt. Maskinen har också svårt att gå tillbaka på släntkrönet och hjälpa till då det uppstår en rasrisk.

De traditionella grävmaskinerna måste också förflytta sig ofta för att inte stå nära kanten och riskera att falla ner i schakten.

Om schakterna är djupa så får den traditionella grävmaskinen också problem med massförflyttningen som då måste ske i flertalet steg.

Då de traditionella maskinerna utför sina arbeten nära varandra så måste också en mättekniker vara aktiv med inmätningen så att inga viktiga punkter missas. Den mätteknikern hade annars kunnat vara aktiv på andra platser under dagens gång.

5.2.2 Fördelar med en traditionell grävmaskinstrupp

En stor fördel med att ha en traditionell grävmaskin som framdriftsmaskin är att den har en mycket större skopa än en långgrävare och om massorna ska bort från arbetsplatsen så går det därför mycket snabbare att gräva med en traditionell grävmaskin.

En traditionell grävmaskin är också billig i jämförelse med långgrävaren som uppskattningsvis kostar 1,7 gånger så mycket.

5.2.3 Brister med en långgrävartrupp

Avståndet mellan rörläggarna i gropen och långgrävaren är längre än vid ett traditionellt arbetssätt vilket kan ge en del kommunikationsproblem. Det finns dock headset idag som kan användas så att en normal samtalston kan hållas och om det är en sammansvetsad trupp så har de ofta rörelser som informerar den andra parten om vad som ska hända.

Ett ytterligare problem som kan uppstå är att långgrävaren gräver en bit i förväg och om det då är något fel på gps:en eller den följda modellen så kan delar av arbetet behövas omarbetas innan ledningsbädden kan läggas på plats.

5.2.4 Fördelar med en långgrävartrupp

Den långa räckvidden som medföljer långgrävaren ger den enorma fördelar i både framdriftsarbete och återfyllnadsarbete. De aktiviteterna kan ibland ske samtidigt då maskinen kan schakta på en plats och fylla på en annan med samma rörelse.

Räckvidden gör det också möjligt för rörläggare att arbeta parallellt med maskinen utan att riskera sin egen säkerhet vilket höjer truppens verkningsgrad drastiskt.

Även i återfyllnadsarbetet kan en hög verkningsgrad hållas då maskinen har möjlighet att lägga ut massorna på ett större område. När den ytan sedan ska packas har maskinen möjlighet att fortsätta med nästa uppgift.

5.3 Framtiden- en säkrare byggbransch

Säkerheten i byggbranschen ökar för varje år som går och byggbolagen tävlar i att vara just det företag som de andra ser upp till. Till följd av de många säkerhetsfördelar som medföljer långgrävaren så bör den utgöra ett intressant alternativ att använda.

6 Slutsats

Huvudfrågan som denna rapport ämnade svara på var vilken maskin som är mest optimal vid VA-schakter och de argument som har lagts fram tyder på att långgrävaren är den maskin som bör användas i framtiden. Framförallt är det två saker som ligger till grund för att en långgrävartrupp anses bättre än en traditionell grävmaskinstrupp.

Den ena anledningen är att produktionscheferna Magnus Gustavsson (2016) och Sladjan Karac (2016) har lyckats genomföra några projekt med en långgrävartrupp i det tempo som egentligen var avsatt för en dyrare traditionell grävmaskinstrupp bestående av två maskiner istället för en långgrävare. Det som gör det möjligt är att långgrävaren kan göra mer än en arbetsuppgift vid en och samma rörelse. Det leder i sin tur till att diskussionen kring vilken maskin som lägger flest meter rör per dag inte blir relevant utan det viktiga är hur det ser ut i slutändan kontra kostnaden.

Projekten som genomförts med långgrävare kan givetvis ha varit projekt som har lyckats bättre än ett genomsnittsprojekt men just att det har lyckats tyder på att arbetssättet är väl värt att fortsätta att använda till en eventuell motsats är bevisad.

Den andra anledningen är att långgrävaren är en säkrare maskin och det är något som värderas högt i byggbranschen idag. Framförallt att maskinen har möjlighet att lägga massorna på ett betryggande avstånd ifrån schakten gör att den kan anses säkrare. Den traditionella maskinen måste i flera fall flytta massorna fler gånger än långgrävaren för att rasrisken ska vara densamma.

Det är svårt att säga vad som hade kunnat förbättras i respektive trupp då det logiskt sett redan borde ha gjorts. Dock är utrymmet för förbättring större för långgrävartruppen då det inte är ett lika beprövat arbetssätt.

6.1 Förslag på vidare studier

Det är stor skillnad i räckvidden mellan maskinerna och därför hade det varit kul att se hur långgrävaren står sig mot en maskin som är ett mellanting. Det kan då till exempel vara en maskin utrustad med en 16-metersarm som då kan ha en lite större skopa än vad långgrävare kan ha. Det är en maskin som finns men som dessvärre inte är inkluderad i den maskinpark som de tillfrågade har tillgång till.

Det är också intressant att analysera de framtida projekt som genomförs med långgrävare för att se om resultaten fortsatt är positiva.

7 Referenslista

Blücher, D., Öjmertz B., Hamon E., Jarebrant C. (2005) Utmana dina processer!. Elanders Infologistics Väst AB, Mölnlycke.

Entreprenörsskolan (2016) Schaktansvarig – Säker schakt.

https://eskolan.sverigesbyggindustrier.se/saker-schakt/schaktansvarig---saker-schakt_99 Nerladdad 2016-03-14

Eriksson, J., Nilsson I., Simonsson M. (2005) Wiklanders Marklära. Studentlitteratur AB, Lund.

Eriksson, M. (2016). En produktivitetjämförelse vid VA-arbeten, Med eller utan långgrävare(pågående arbete). Lund: Lunds Tekniska Högskola.

Höst, M., Regnell, B., Runeson, P. (2006) Att genomföra examensarbete. Studentlitteratur AB, Lund.

Karac S. Produktionschef på Skanska, Väg och Anläggning (2016) Muntlig diskussion 2016-04-08.

Larsson, R. (2008) Jordens egenskaper. Statens geotekniska institut, Linköping.

Lundström, K., Odén K., Rankka W. (2015) Schakta säkert, säkerhet vid schaktning i jord. Svensk byggtjänst, Stockholm.

Revai E. (2012) Byggstyrning. Liber, Stockholm.

Simetric. (2016) Density of materials.

http://www.simetric.co.uk/si_materials.htm Nerladdad 2016-03-04

Samuelsson, B. (2007) Byggbranschens arbetsmiljö, Schakt och gropar. Sveriges byggindustrier, Stockholm.

Svensk byggtjänst. (2008) Allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA Anläggning 07. Edita västra aros AB, Västerås.

Svensk byggtjänst. (2011) Allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA Anläggning 10. Edita västra aros AB, Västerås.

Svensk byggtjänst. (2014) Allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA Anläggning 13. Edita västra aros AB, Västerås.

Tonnquist, B. (2014) Projektledning, Livonia print, Riga.

Volvo. (2016a) Volvo Construction Equipment, EC250E, EC300E, Sverige.
(Nerladdad 2016-03-04)

Volvo. (2016b) Volvo Construction Equipment, EC220E, Sverige.
(Nerladdad 2016-03-04)

Wahlgren, H. (2014) Hjälpmedel för säkrare schakter, Media-tryck, Lund.

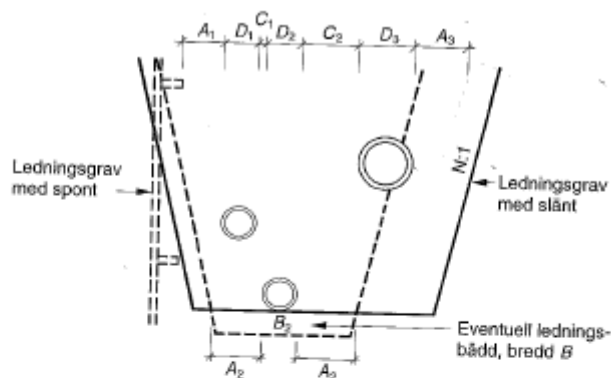
Yting. (2016) Volvo EC220

<https://i.ytimg.com/vi/DyA76vThncU/maxresdefault.jpg>

(Nerladdad 2016-05-27)

8 Bilagor

8.1 Bilaga ett – AMA anläggning 07 s.582



- A = fritt mått mellan ledning och schaktvägg, alternativt sponts hammarband, mått i höjd med lednings underkant
B = ledningsbädds bredd
C = fritt mått mellan ledningar
D = rörs ytterdiameter, mått mitt mellan rörändar
N = måttetal för vertikalmåttet i förhållandet N:1 vid angivning av släntlutning i schakt

Om annat inte anges gäller följande:

Mått A ska vara minst 0,35 m.

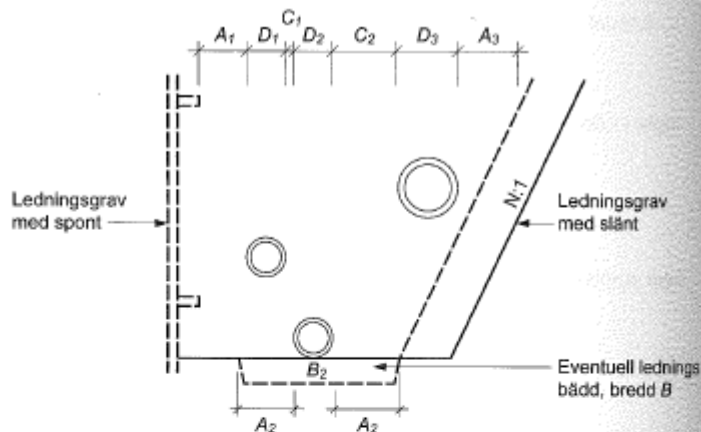
Mått C ska vara minst 0,35 m.

Släntlutning (N:1) ska vara 4:1.

Vid tryckledning med DN ≤ 250 med fritt avstånd minst 0,15 m i vertikalled till angränsande ledning gäller dock mått C minst 0 m mellan tryckledning och intilliggande ledning.

För angiven ledningsbädd för understa ledning ska schaktning utföras med mått B utsträckt minst 0,35 m utanför och på ömse sidor om berörd ledning och till nivå 0,15 m under berörd ledning.

8.2 Bilaga två - AMA Anläggning 10 s. 608



A = fritt mått mellan ledning och schaktvägg, alternativt sponts hammarband, mått i höjd med lednings underkant

B = ledningsbädds bredd

C = fritt mått mellan ledningar

D = rörs ytterdiameter, mått mitt mellan rörändar

N = måttetal för vertikalmåttet i förhållandet N:1 vid angivning av släntlutning i schakt

Om inte annat anges gäller följande:

Mått A ska vara minst 0,35 m.

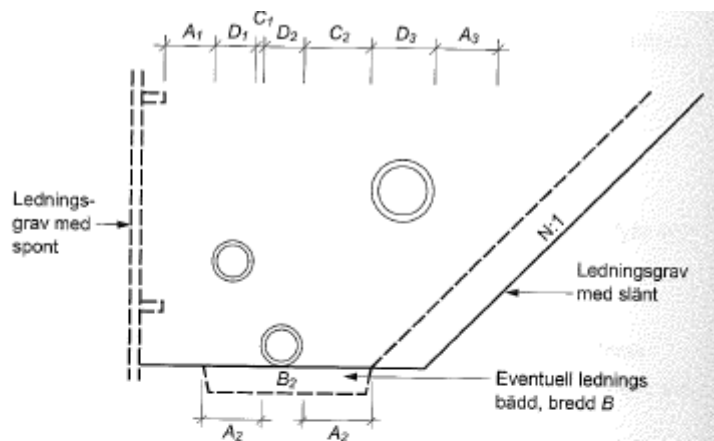
Mått C ska vara minst 0,35 m.

Släntlutning (N:1) ska vara 2:1

Vid tryckledning med DN \leq 250 med fritt avstånd minst 0,15 m i vertikaled till angränsande ledning gäller dock mått C minst 0 m mellan tryckledning och intilliggande ledning.

För angiven ledningsbädd för understa ledning ska schaktning utföras med mått B utsträckt minst 0,35 m utanför och på ömse sidor om berörd ledning och till nivå 0,15 m under berörd ledning.

8.3 Bilaga tre - AMA Anläggning 13 s.644



A = fritt mått mellan ledning och schaktvägg, alternativt sponts hammarband, mått i höjd med lednings underkant

B = ledningsbädds bredd

C = fritt mått mellan ledningar

D = rörs ytterdiameter, mått mitt mellan rörändar

N = mätetal för vertikalmåttet i förhållandet N:1 vid angivning av släntlutning i schakt

Om inte annat anges gäller följande:

Mått A ska vara minst 0,35 m.

Mått C ska vara minst 0,35 m.

Släntlutning (N:1) ska vara 1:1

Vid tryckledning med DN ≤ 250 med fritt avstånd minst 0,15 m i vertikallid till angränsande ledning gäller dock mått C minst 0 m mellan tryckledning och intilliggande ledning.

För angiven ledningsbädd för understa ledning ska schaktning utföras med mått B utsträckt minst 0,35 m utanför och på ömse sidor om berörd ledning och till nivå 0,15 m under berörd ledning.

8.4 Bilaga fyra- BNP per capita i OECD

..... och det måste ske nu!

..... och det
Svenska före
tialen, nu
De sen
från fjärd
Mark
den serv
ständig
respekt
Produ
om vi
ökad
eller
Kra
32
D
d

BNP per capita i OECD

1970	1980	2002
1 Schweiz	1 USA	1 Luxemburg
2 USA	2 Schweiz	2 USA
3 Luxemburg	3 Kanada	3 Norge
4 Sverige	4 Luxemburg	4 Irland
5 Kanada	5 Island	5 Kanada
6 Danmark	6 Frankrike	6 Schweiz
7 Frankrike	7 Norge	7 Danmark
8 Australien	8 Sverige	8 Nederländerna
9 Nederländerna	9 Danmark	9 Österrike
10 Nya Zeeland	10 Belgien	10 Island
11 Storbritannien	11 Australien	11 Australien
12 Belgien	12 Nederländerna	12 Storbritannien
13 Tyskland	13 Österrike	13 Belgien
14 Italien	14 Italien	14 Frankrike
15 Österrike	15 Tyskland	14 Sverige
16 Norge	16 Japan	16 Japan
17 Japan	17 Storbritannien	17 Finland
18 Finland	18 Finland	18 Tyskland
19 Island	19 Nya Zeeland	19 Italien
20 Spanien	20 Spanien	20 Spanien

Källa: OECD och Svenskt Näringsliv