

# Grävmaskinens påverkan på produktiviteten vid VA-arbeten

Martin Eriksson



**LUNDS**  
UNIVERSITET

© Copyright Martin Eriksson

Lunds universitet, Lunds tekniska högskola  
Institutionen för byggvetenskaper, Byggproduktion

Telefon: +46 46 2227421  
Hemsida: [www.bekon.lth.se](http://www.bekon.lth.se)

ISRN LUTVDG/TVBP-16/5228-SE

Printed in Sweden by Media-Tryck, Lund University  
Lund 2016



# Abstract

- Title:** The excavator's influence on the productivity at water pipe construction
- Author:** Martin Eriksson
- Supervisors:** Stefan Olander, Lund University  
Andreas Platoff, Skanska
- Examiner:** Radhlinah Aulin
- Problem:** The civil works branch is usually considered to have a low productivity development and few new innovations. During the last few years a new construction method has evolved for water pipe construction, which is to use a long rig excavator instead of traditional excavators.
- Purpose:** The purpose of this study is to examine if this new method is better than the traditional one. The study focuses on water pipe construction during land development works. The main question is which construction method has the highest productivity and effectiveness. The goal is to answer if it is better or not to use long rig excavators.
- Method:** An observation study has been carried out at three different construction sites in order to study the productivity of the excavators. Measuring were done on the quantities produced by the machines, the differences in working tasks and how much time is spent on non-value adding activities such as waiting.
- Conclusion:** Based on this study no certain conclusions can be drawn considering which production method has the highest productivity. The conditions on the three observed construction sites are simply too different. The found differences cannot be directly related to the production methods. However, a number of advantages with the use of long rig excavators have been identified during the study.

**Keywords:**

Water pipe construction, Productivity, Long rig excavator,  
Land development

# Sammanfattning

- Titel:** Grävmaskinens påverkan på produktiviteten vid VA-arbeten
- Författare:** Martin Eriksson
- Handledare:** Stefan Olander, Lunds Tekniska Högskola  
Andreas Platoff, Skanska
- Examinator:** Radhlinah Aulin
- Problemställning:** Anläggningsbranschen anses ofta ha en svag produktivitetsutveckling och en låg innovationsgrad jämfört med andra branscher. En nyhet som kommit de senaste åren är att börja använda långgrävare vid VA-arbeten. Traditionellt används ett par vanliga bandgrävmaskiner, men en långgrävare kan ersätta båda dessa maskiner.
- Syfte:** Syftet med detta arbete är att undersöka vilken produktionsmetod som ger högst produktivitet och effektivitet vid byggnation av VA-ledningar på ett exploateringsområde. Produktionsmetoderna delas upp i långgrävare eller traditionella grävmaskiner. Målet är att kunna besvara om det är bättre att använda långgrävare istället för traditionell bandgrävmaskin.
- Metod:** En observationsstudie har genomförts på tre arbetsplatser där olika sorters grävmaskiner används, för att studera maskinernas produktivitet. Det undersöktes vilka arbetsmoment maskinerna utför, om dessa skiljer sig åt, samt hur mycket tid som läggs på icke värdeskapande aktiviteter exempelvis stilleståndstid.
- Slutsats:** På basis av denna studie går det inte att dra någon slutsats angående vilken produktionsmetod som har högst produktivitet. De projekt som studerats har varit alltför olika för att det ska gå att hänföra de skillnader som uppmäts till just produktionsmetoderna. Däremot kan ett flertal fördelar med att använda långgrävare identifieras.

**Nyckelord:**

VA, Produktivitet, Långgrävare, Exploateringsområde

# Förord

Detta examensarbete genomförs som den sista delen i en femårig civilingenjörsutbildning i väg- och vattenbyggnad vid LTH. Ämnet ligger som en blandning mellan de båda specialiseringarna Anläggningsteknik och Byggproduktion, en blandning som även motsvarar de kurser jag läst.

Jag vill tacka min handledare Stefan Olander vid LTH som hjälpt till och varit ett stöd under hela examensarbetsprocessen.

Ett stort tack riktas även till de på Skanska som har hjälpt till att möjliggöra detta arbete. Förutom till min handledare Andreas Platoff vill jag även rikta ett stort tack till Petra Andersson som var med och skapade idén bakom detta arbete, samt hjälpte mig att komma i kontakt med lämpliga projekt för att kunna genomföra mina observationer.

Slutligen vill jag tacka alla vid de arbetsplatser som jag fått besöka. Tack för att jag fick komma till er, och framför allt tack för alla trevliga pratstunder och all ovärderlig information ni delat med er av. Utan er skulle denna undersökning inte gått att genomföra.

Lund, maj 2016

Martin Eriksson





# Innehållsförteckning

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Abstract .....                                                | 3  |
| Sammanfattning.....                                           | 5  |
| Förord.....                                                   | 7  |
| Innehållsförteckning .....                                    | 9  |
| 1 Inledning .....                                             | 11 |
| 1.1 Bakgrund .....                                            | 11 |
| 1.2 Syfte.....                                                | 12 |
| 1.3 Frågeställning .....                                      | 13 |
| 1.4 Avgränsningar .....                                       | 13 |
| 1.5 Disposition.....                                          | 13 |
| 2 Metod .....                                                 | 15 |
| 2.1 Studiens grundläggande upplägg.....                       | 15 |
| 2.2 Vetenskaplig metodik .....                                | 18 |
| 2.3 Kvantitativ och kvalitativ forskning .....                | 19 |
| 2.4 Validitet och reliabilitet .....                          | 20 |
| 2.5 Litteraturstudie.....                                     | 22 |
| 2.6 Fallstudie .....                                          | 23 |
| 2.7 Observationsstudie.....                                   | 24 |
| 2.8 Studiens valda utformning.....                            | 26 |
| 3 Teori.....                                                  | 29 |
| 3.1 Generellt om produktivitet.....                           | 29 |
| 3.2 Produktivitet i anläggningsbranschen.....                 | 33 |
| 3.2.1 Vad är anläggningsbranschen? .....                      | 33 |
| 3.2.2 En sämre utveckling än i andra branscher? .....         | 33 |
| 3.2.3 Produktivitetsutvecklingen för drift och underhåll..... | 35 |
| 3.2.4 Produktivitetsutvecklingen för nybyggnation.....        | 36 |
| 3.2.5 Tidsbegrepp i anläggningsbranschen.....                 | 36 |
| 3.2.6 Kommunikationens betydelse för produktiviteten.....     | 38 |
| 4 Byggnation av vatten och avlopp .....                       | 39 |
| 4.1 AMA Anläggning 13.....                                    | 39 |

|       |                                           |    |
|-------|-------------------------------------------|----|
| 4.2   | VA – Vatten och avlopp .....              | 39 |
| 4.3   | Grävmaskiner.....                         | 42 |
| 4.3.1 | Traditionell bandgrävmaskin .....         | 42 |
| 4.3.2 | Långgrävare .....                         | 43 |
| 5     | Resultat från observationer.....          | 45 |
| 5.1   | Val av fallprojekt.....                   | 45 |
| 5.2   | Fall långgrävare Limhamn.....             | 46 |
| 5.2.1 | Beskrivning av projekt.....               | 46 |
| 5.2.2 | Beskrivning av utförda arbeten.....       | 49 |
| 5.2.3 | Mätresultat.....                          | 50 |
| 5.2.4 | Övriga iakttagelser.....                  | 52 |
| 5.3   | ESS .....                                 | 55 |
| 5.3.1 | Beskrivning av projekt.....               | 55 |
| 5.3.2 | Beskrivning av utförda arbeten.....       | 58 |
| 5.3.3 | Mätresultat.....                          | 60 |
| 5.3.4 | Övriga iakttagelser.....                  | 62 |
| 5.4   | Arenaparken.....                          | 63 |
| 5.4.1 | Beskrivning av projekt.....               | 64 |
| 5.4.2 | Beskrivning av utförda arbeten.....       | 66 |
| 5.4.3 | Mätresultat.....                          | 68 |
| 5.4.4 | Övriga iakttagelser.....                  | 69 |
| 6     | Analys och diskussion.....                | 71 |
| 6.1   | Analys av Limhamn.....                    | 71 |
| 6.2   | Analys av ESS .....                       | 73 |
| 6.3   | Analys av Arenaparken .....               | 74 |
| 6.4   | Jämförelse mellan projekten .....         | 76 |
| 6.5   | För- och nackdelar med långgrävare .....  | 77 |
| 6.6   | Behov av servicemaskin? .....             | 79 |
| 7     | Slutsats .....                            | 81 |
| 7.1   | Återkoppling till frågeställning.....     | 81 |
| 7.2   | Reflektion kring studiens utformning..... | 82 |
| 7.3   | Förslag på vidare studier.....            | 84 |
| 8     | Litteraturförteckning .....               | 85 |
|       | Bilagor.....                              | 87 |

# 1 Inledning

*I detta avsnitt ges en inledning till rapporten. Först kommer en kortare bakgrund, följt av en beskrivning av arbetets syfte och frågeställning. Därefter redogörs för vilka avgränsningar som gjorts. Slutligen beskrivs rapportens disposition.*

## 1.1 Bakgrund

Ett flertal statliga utredningar har konstaterat att både produktivitetens utvecklingen och innovationsgraden är dålig i den svenska anläggningsbranschen. Bland dessa utredningar kan nämnas Trafikverksutredningen (2009), Statskontoret (2010) och Produktivitetskommittén (2012). Statskontoret (2010) skriver att det kan finnas stora möjligheter till besparingar för alla beställare av anläggningsarbeten om produktiviten höjs, och att detta är särskilt relevant för staten eftersom den genom Trafikverket står för en stor del av de anläggningsarbeten som utförs i landet. De skriver även att produktiviteten i branschen är viktig för samhället i stort eftersom kostnaden påverkar konkurrenskraft och tillväxt i allmänhet. Som anledningar till att innovationsgraden är låg nämns bland andra att det är svårt att sprida kunskap om nya produkter och arbetsmetoder hos de aktörer som beslutar vilka som ska användas. Innovationsgraden hålls även tillbaka av att branschen är projektbaserad, ansvarsfördelningen som bestäms mellan beställare och entreprenör samt att den som utvecklar en ny idé har svårt att förhindra att även konkurrenterna drar nytta av idén.

Produktivitetskommittén (2012) skriver att produktivitet handlar om hur mycket som produceras i förhållande till de resurser som används. Statskontoret (2010) konstaterar att produktiviteten kan mätas utifrån två olika perspektiv, beställarens eller entreprenörens, och att detta påverkar resultatet. En förbättring i den verkliga produktiviteten behöver inte synas alls i den ena partens produktivetsmätning, ifall hela vinsten från förbättringen hamnar hos den andra parten. Detta eftersom den kostnad som beställaren vill minimera samtidigt utgör den inkomst som entreprenören vill maximera. Kommittén nämner även att en produktivetsförbättring kan utföras så att resultatet syns på tre olika sätt. Det kan ha producerats en större mängd, till en högre kvalitet eller till en lägre kostnad.

Statskontoret (2010) konstaterar att innovationer inte bara behöver handla om nya produkter, utan även om nya processer och utföranden. De skriver även att en nyhet blir en innovation först när den innebär en förbättring, och att den blir betydelsefull först när den får spridning. En nyhet som kommit de senaste åren är att använda långgrävare vid

VA-förläggning (Vatten & Avlopp) i exploateringsprojekt. Ett exploateringsprojekt är när ett nytt område förbereds inför byggande. Användandet av långgrävare förmodas ge en högre produktivitet jämfört med att använda traditionella grävmaskiner. Men arbetsmetoden har ännu inte fått någon större spridning.

När en långgrävare används för VA-arbeten utför den samtliga arbetsuppgifter. Den schaktar ledningsgraven, lägger rören och återfyller sedan. Den andra produktionsmetoden är en traditionell VA-trupp. Den består av två grävmaskiner. En går först och schaktar och lägger rören, därefter kommer nästa maskin och återfyller. Tillsammans med både långgrävare och traditionella grävmaskiner arbetar anläggningsarbetare som hjälper maskinföraren och utför de moment som grävmaskinen inte kan.

Vid arbete med en traditionell VA-trupp är grävmaskinerna stillastående en stor del av arbetstiden. Detta innebär ett dåligt resursutnyttjande och en sämre produktivitet. Stilleståndet kan bero på att maskinen måste vänta på anläggningsarbetarna, behöver samordna med dessa eller arbetsledare och mättekniker, vänta på material eller av andra anledningar. En annan nackdel är att eftersom arbetet hela tiden flyttar sig behövs normalt även en servicemaskin som kör fram material. En anledning till att långgrävare har börjat användas är att det antas kunna minska stilleståndstiden och även minska behovet av en servicemaskin. Det eftersom långgrävaren har en mycket längre räckvidd och därmed kan arbeta över ett betydligt större område utan att maskinen behöver flyttas. Stilleståndet kan då teoretiskt sett minska samtidigt som servicemaskinen frigörs till andra arbetsuppgifter.

Det finns således två olika produktionsmetoder som kan användas vid ett VA-arbete på ett exploateringsområde, långgrävare eller en traditionell VA-trupp på två grävmaskiner. En faktor som spelar in vid valet av metod är vilken som har högst produktivitet. Även andra parametrar spelar naturligtvis in när valet av grävmaskin ska göras, såsom lämplighet för arbetsuppgifterna, miljöpåverkan, arbetsmiljö och vad som finns tillgängligt, med mera.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka vilken sorts grävmaskin som ger högst produktivitet och effektivast produktion vid byggnation av VA-ledningar. Målet är att kunna besvara om det är bättre att använda långgrävare istället för traditionell bandgrävmaskin vid VA-arbeten för ett exploateringsområde. En observationsstudie genomförs på tre arbetsplatser där olika sorters grävmaskiner används för att jämföra maskinernas produktivitet. Det undersöks vilka arbetsmoment maskinerna utför, om dessa skiljer sig åt, samt hur mycket tid som läggs på icke värdeskapande aktiviteter såsom förflyttning av maskinen. Förhoppningen med denna studie är att bidra till spridningen av kunskap kring användningen av långgrävare vid VA-arbeten. Målet är

också att undersöka om och i så fall när långgrävare är att föredra, för att därmed öka innovationsgraden i anläggningsbranschen.

## 1.3 Frågeställning

Frågeställningen syftar till att besvara frågan om respektive produktionsmetods för och nackdelar. Uppdelningen i olika produktionsmetoder görs efter huruvida långgrävare används eller ej. Denna undersökning är tänkt att jämföra de båda produktionsmetoderna genom att besvara nedanstående frågor:

Fråga 1: Vilken produktionsmetod har högst produktivitet i antal meter ledning per dag?

Fråga 2: Vilken produktionsmetod har minst icke värdeskapande tid per dag?

Fråga 3: Vilken produktionsmetod är mest kostnadseffektiv?

Fråga 4: Minskas behovet av en servicemaskin när långgrävare används?

## 1.4 Avgränsningar

Med olika produktionsmetoder menas vilken grävmaskinstyp som används. Om det är ett arbetssätt baserat på långgrävare, eller om det är en traditionell VA-trupp. Studien är inriktad på nyläggning av VA-ledningar vid ett exploateringsområde. Anledningen till att VA-arbeten vid just exploateringsområden har valts är att det är här som långgrävare på senare tid har börjat användas, men att det fortfarande är konventionella grävmaskiner som dominerar. Skillnader vad gäller miljöbelastning och arbetsmiljö undersöks inte, utan allt fokus ligger på produktivitet.

## 1.5 Disposition

Rapporten är indelad i följande kapitel:

### **Kapitel 1 Inledning**

I detta avsnitt ges en inledning till rapporten. Först kommer en kortare bakgrund, följt av en beskrivning av arbetets syfte och frågeställning. Därefter redogörs för vilka avgränsningar som gjorts. Slutligen beskrivs rapportens disposition.

## **Kapitel 2    Metod**

I detta avsnitt beskrivs först studiens grundläggande upplägg. Därefter beskrivs vad som styr en forskningsprocess och en beskrivning av olika forskningsteorier. Teorin bakom de metoder som sedermera kommer användas går igenom mer i detalj. Sist beskrivs vilka val som gjorts utifrån de olika teorierna och hur observationsstudien har lagts upp.

## **Kapitel 3    Teori**

I detta kapitel ges en genomgång av den teori som ligger till grund för studien. Först beskrivs en mer generell genomgång av produktivitet och hur det kan definieras, därefter smalnas ämnet av till att handla om produktivitet i anläggningsbranschen.

## **Kapitel 4    Byggnation av vatten och avlopp**

I detta kapitel redogörs kort bakgrundsinformation som är relevant för att förstå studien. Det beskrivs hur en VA-ledning byggs och vilka krav som gäller. Det ges även en beskrivning av de olika typer av grävmaskiner som är aktuella för studien.

## **Kapitel 5    Resultat från observationer**

I detta kapitel redovisas den information som samlats in under studien. Det redogörs för vart och ett av de projekt som studerats. Först ges en beskrivning av projektet, därefter en redogörelse för de arbeten som utförts och sist redovisas de mätresultat som fåtts och den övriga information som erhållits under studien.

## **Kapitel 6    Analys och diskussion**

I detta kapitel görs en analys av det insamlade resultatet. Först analyseras vart och ett av projekten för sig, och därefter görs en jämförelse mellan dem. Utifrån uppmätta kapaciteter och antagna timkostnader görs en enkel kostnadsjämförelse mellan projekten. Sist diskuteras vilka för- och nackdelar som studien har funnit med att använda en långgrävare istället för vanliga konventionella, samt hur detta eventuellt påverkar behovet av en servicemaskin.

## **Kapitel 7    Slutsats**

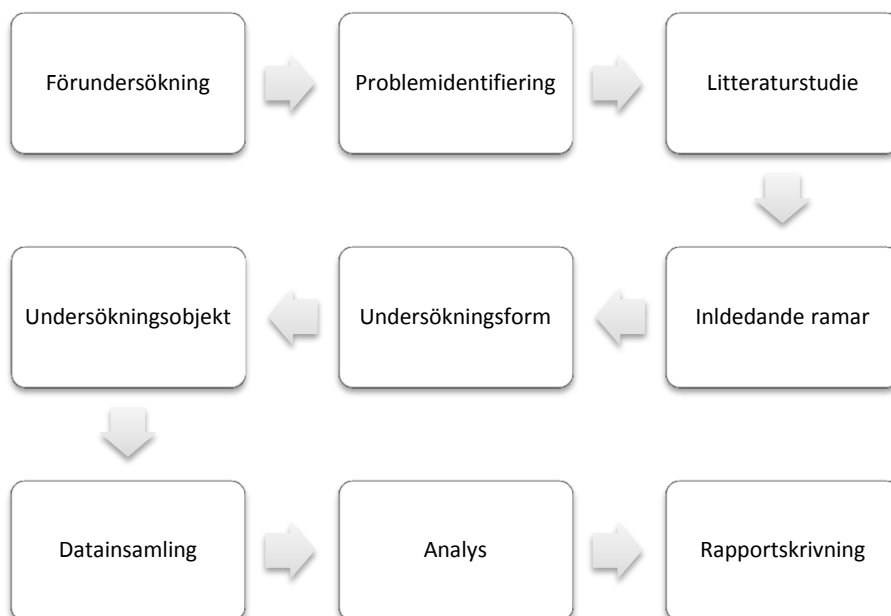
Rapporten avslutas med en slutsats. Det görs ett försök att besvara de frågor som ställs i frågeställningen för att på så sätt uppfylla syftet med studien. Resultatet i sig diskuteras, men mycket fokus ligger vid att diskutera själva studiens utformning och förutsättningar. Sist ges ett förslag på vidare studier.

## 2 Metod

*I detta avsnitt beskrivs först studiens grundläggande upplägg. Därefter beskrivs vad som styr en forskningsprocess och en beskrivning av olika forskningsteorier. Teorin bakom de metoder som sedermera kommer användas går igenom mer i detalj. Sist beskrivs vilka val som gjorts utifrån de olika teorierna och hur observationsstudien har lagts upp.*

### 2.1 Studiens grundläggande upplägg

Studiens tillvägagångssätt visas i Figur 1 nedan och de olika punkterna redovisas därefter var för sig. Detta för att ge läsaren förståelse för hur arbetet har bedrivits, och hur resultatet har uppnåtts.



Figur 1. Beskrivning av proceduren för examensarbetet

## **Förundersökning**

Att examensarbetet skulle utföras i samarbete med ett visst företag var en förutsättning. Kontakterna fanns där och möjligheten till samarbete ville tas till vara av studenten. Första steget i studien blev således att hitta ett ämne att undersöka som bedömdes vara intressant för både företaget, Lunds Tekniska Högskola och studenten själv. Något som visade sig enklare sagt än gjort.

Ett ungefärligt ämnesområde valdes av studenten och handledare identifierades på både det aktuella företaget och Lunds Tekniska Högskola. Ett flertal idéer testades och diskuterades, godkändes av en part men inte av den andra eller tvärt om. Tillslut hittades ett ämne som bedöms vara intressant för samtliga parter, framför allt för studenten själv.

## **Problemidentifiering**

Valet av ämne fastslogs slutligen vid ett arbetsplatsbesök. På den aktuella arbetsplatsen utfördes arbete med förläggning av VA-ledningar inför byggnation av bostadshus. För arbetena användes bandgrävmaskiner av typen långgrävare. Detta val av maskiner diskuterades med produktionschefen på plats och då framkom att detta är ett arbetssätt som nyligen börjat användas på det aktuella företaget. Produktionschefen förordar arbetssättet och lyfter fram ett flertal fördelar, men nämner samtidigt att många andra produktionschefer inom företaget inte håller med och föredrar att använda grävmaskiner med kortare räckvidd. Det nämndes även att inga konkurrenter såvitt känt har börjat använda denna nya produktionsmetod ännu. En problemformulering var härmed född. Vilket arbetssätt är bäst och bör förordas?

## **Litteraturstudie**

En litteraturstudie påbörjades tidigt i arbetet. Detta för att få en överblick över vilka studier som tidigare gjorts och vad som skrivits på området tidigare. Lämplig litteratur söktes på internet, i böcker och på universitetets olika bibliotek. Som hjälp användes även referenslistorna hos andra tidigare genomförda examensarbeten på samma institution på högskolan. Den informationen som hittades bidrog till en ökad förståelse för problematiken och hjälpte till att utforma studien. Litteraturen som användes handlar främst om dels forskningsarbete i sig, hur en studie genomförs samt om produktivitet. Det studerades vad produktivitet är, hur det definieras och hur det kan mätas. Litteraturstudien fortsatte sedan parallellt med samtliga kommande delar av studien.

## **Inledande ramar**

I ett första steg bedömdes genomförbarheten för en studie av aktuellt ämne. Frågor lyftes fram angående vad som behövdes för att kunna genomföra studien och om vad som fanns tillgängligt. Här handlade det främst om att hitta lämpliga byggprojekt.



Det diskuterades även mer i detalj vad som skulle studeras. Jämförelser bedömdes kunna göras på flertalet parametrar. Säkerhet, miljö, arbetsmiljö, produktivitet med flera. Slutligen avgränsades studien till endast produktivitet, för att inom aktuell tidsram få mindre bredd och därmed större djup på studien.

## **Undersökningsform**

I och med att produktivitet valts som undersökningsområde ansågs en observationsstudie vara den mest lämpliga arbetsmetoden. Varför vidareutvecklas vidare i detta kapitel men består främst i möjligheten att få fram objektiva fakta istället för subjektiva åsikter genom intervjuer. Relevanta byggarbetsplatser identifierades för att användas som undersökningsobjekt för en fallstudie.

## **Undersökningsobjekt**

För att göra en jämförelse behövs minst två lämpliga projekt att jämföra. Att studiens ämne valdes berodde delvis på att det fanns två lämpliga exploateringsprojekt, där långgrävare endast skulle användas vid det ena. Projekten antogs vara så pass lika varandra att en rättvisande jämförelse skulle kunna göras. Det visar sig dock när studien väl påbörjats att referensprojektet där det inte ska användas långgrävare inte alls är ett så bra undersökningsobjekt som det tidigare antagits. Några VA-arbeten skulle inte göras där inom en lämplig tidsperiod för undersökningen. Därför efterfrågades ett nytt referensprojekt och tillslut hittades ett där det skulle utföras VA-arbeten. Detta nya projekt är byggnationen av en forskningsanläggning utanför Lund. Projektet är dock inte helt idealiskt för studien och därför behövs även det gamla referensprojektet som komplement till det nya.

## **Datainsamling**

Data samlades in vid tre fallobjekt genom observationsstudier. Mätningar har gjorts på grävmaskinernas tidsfördelning mellan olika arbetsmoment med fokus på hur mycket de är stillastående. Samtidigt kartlades hur arbetsstyrkorna var utformade och vad som producerades per dag. De observationer och iakttagelser som genomfördes nedtecknades och dokumenterades. Dessutom fördes spontana samtal med de närvarande på arbetsplatserna, delvis med syfte att samla in mer information till studien.

## **Analys**

I nästa steg genomfördes en sammanställning av all insamlad data för att erhålla en överblick över resultatet. Utifrån detta och med den insamlade teorin som referens utfördes sedan en analys av resultatet med målet att försöka besvara frågeställningen och uppfylla undersökningens syfte. Dessutom analyserades och utvärderades själva studien i sig.

## Rapportskrivning

Rapportskrivningen i sig påbörjades med ett utkast samtidigt som litteraturstudien. På så sätt kunde relevant information sammanfattas och noteras för att enklare kunna hittas vid ett senare skede. Vissa avsnitt påbörjades nästan direkt då innehållet där kan komma att styra det senare arbetet och kunskapen som erhöles vid skrivandet behövdes inför den fortsatta studien. Allteftersom ny information framkom tillfördes den till rapporten och nya avsnitt skrevs fram till dess att arbetet var helt klart.

## 2.2 Vetenskaplig metodik

Enligt Bell (2006) kan forskning definieras som det metodiska sökandet för att finna nya kunskaper och komma till nya insikter. Att det är systematiken som är utmärkande för god forskning, inte om det kallas för just forskning, uppsats, projekt eller undersökning. Planering, noggrannhet och ett systematiskt arbetssätt är avgörande för att producera ett bra resultat. Olsson & Sörensen (2001) menar att all forskning måste präglas av objektivitet för att vara trovärdig. Resultatet får inte påverkas av de förväntningar och hypoteser som kan ha varit orsak till att arbetet påbörjades. Det måste finnas grund för de ställningstaganden och slutsatser som görs. Bell (2006) skriver även att kunskap om de olika metoder och teoretiska perspektiv som en undersökning kan utgå ifrån underlättar valet av rätt metod för en viss studie, och även att hänsyn kan tas till de eventuella för- och nackdelar som det valda angreppssättet har. Det möjliggör att undersökningen läggs upp på ett bra sätt och att en genomgång av relevant litteratur tolkas bättre.

Enligt Höst et al. (2006) är målet med all vetenskaplig forskning att bidra med ny användbar kunskap inom ett specifikt område. För att denna kunskap ska vara relevant krävs det att även andra förutom forskaren själv anser att resultatet har hög trovärdighet. För att resultatet ska bedömas som trovärdigt måste även sättet det kommit fram på vara korrekt och redovisas tydligt. Detta ställer ett antal krav på metodiken som har används för studien. Författarna skriver att för det första måste en oberoende granskning möjliggöras. Det är först när utomstående kan granska och validera undersökningen som en hög trovärdighet kan erhållas. Därför bör det säkerhetsställas att en sådan granskning enkelt kan utföras i efterhand. Detta ställer krav på att metodiken redovisas på ett tillfredsställande sätt. Resultaten blir trovärdiga och av intresse först när det framgår hur de har erhållits. Annars kan inte tillförlitligheten bedömmas (Höst, et al., 2006).

Om inte resultaten redovisas väl i skriftlig form så kommer forskningen svårigen att förmedla någon ny kunskap eller på annat sätt bidra till kunskapsutvecklingen. Detta oberoende av hur väl problemformulering, informationsinsamling och analys har skötts. Därför är redovisningen mycket viktigt för att inte förstöra även ett i övrigt välskött

arbete (Merriam, 1994). Saker som layout och disposition kan ses som mindre viktiga än själva innehållet men är ändå av betydelse för att läsaren ska ta till sig vad som står och för att förmå denne att läsa arbetet.

Vidare skriver Höst et al. (2006) att forskningen även bör bygga vidare på och relatera till redan befintlig kunskap. Det ska undersökas vad andra kommit fram till inom samma ämne för att på så sätt kunna dra paralleller och jämförelser till den egna undersökningen. De påståenden och resultat som görs ska vara väl underbyggda. Detta genom att tydliga resonemang förs så att det framkommer hur undersökningen leder fram till slutsatserna. Det egna bidraget ska tydliggöras så det framgår vad som är det nya med resultatet. Källor och referenser ska öppet redovisas. Den befintliga kunskap som används och ligger till grund för arbetet ska kunna granskas och måste därför gå att identifiera (Höst, et al., 2006).

Slutligen skriver nämnda författare att det måste hållas ett objektivt och förutsättningslöst angreppssätt under hela arbetet. Allt resultat ska redovisas, även om det skulle visa på motsatt effekt än den önskvärda. Forskningens syfte och mål får inte styra resultatet. När väl subjektivitet förekommer måste det framgå tydligt för läsaren (Höst, et al., 2006).

## 2.3 Kvantitativ och kvalitativ forskning

Det finns i huvudsak två olika tillnärmelseperspektiv genom vilka ett forskningsprojekt kan bedrivas, kvantitativt respektive kvalitativt. Vad som eftersöks med undersökningen är avgörande för vilket som ska väljas. Båda perspektiven har sina begränsningar, fördelar och nackdelar som måste tas i beaktande. Metoderna kan användas som komplement till varandra vid en större undersökning för att ge en större reliabilitet. Kortfattat kan de beskrivas som att den kvantitativa metoden beskriver saker som kvantifieras i siffror medan den kvalitativa metoden beskriver i ord. De två perspektiven är inga motpoler, utan snarare komplement till varandra (Olsson & Sörensen, 2001).

### **Kvantitativ forskningsstrategi**

En kvantitativ forskningsstrategi framställer Olsson & Sörensen (2001) som ett angreppssätt som bygger på hypotesprövning. En hypotes provas genom en undersökning för att sedan kunna verifieras eller förkastas. Forskningen är strukturerad med en frågeställning som fastställts innan själva undersökningen genomförs. Undersökningsmetoderna bygger på deduktion, det vill säga slutsatser om enskilda företeelser dras från allmänna principer. När forskaren utgår från en hypotes som sedan testas mot verkligheten kallas det för ett hypotetiskt-deduktivt arbete. Hypotesen kan ha syftet av att antingen beskriva eller att förklara något (Olsson & Sörensen, 2001).

För att undersökningen ska kunna upprepas måste de subjektiva inslagen hållas ned så mycket som möjligt till förmån för objektivitet och neutralitet. En distans till

undersökningsobjektet bör upprätthållas för att uppnå detta. Forskaren står som en observatör. Därmed får undersökningen ett utifrånperspektiv. Målet med forskningen är att beskriva och förklara resultatet från de genomförda mätningarna. Normalt studeras ett mindre antal variabler hos ett större antal individer (Olsson & Sörensen, 2001).

Resultat som erhålls och är sådant som kan räknas eller klassificeras är kvantitativ data. Det kan vara antal, färg, vikt, andel, procent osv. Saker som går att mäta. Informationen kan sedan analyseras exempelvis med hjälp av ett datorprogram. Vid en analys bör inte bara medelvärden användas, utan även spridningen i data exempelvis varians (Höst, et al., 2006). Fakta samlas in för att kunna analyseras och jämföras varpå slutsatser kan dras. Enligt Bell (2006) bör det eftersträvas att dessa slutsatser är generella.

### **Kvalitativ forskningsstrategi**

Enligt Olsson & Sörensen (2001) bedrivs kvalitativ forskning ofta efter en induktiv linje. Upptäckter görs vid studier av verkligheten, vilka sedan sammanställs som en hypotes. Forskaren i fråga har ett inifrånperspektiv som uppnås genom närhet med det som ska undersökas. Ett exempel kan vara öppna intervjuer där en diskussion förs istället för endast korta frågor och svar. Vidare skriver författarna att det vid ett kvalitativt angreppssätt används mer ostrukturerade frågeställningar som kan ändras och anpassas under studiens gång. Ett större antal variabler studeras hos ett mindre antal individer. Även den kvalitativa forskningen måste genomföras så att resultatet som ges är objektivt för att bli trovärdigt (Olsson & Sörensen, 2001).

Kvalitativ data består av ord och beskrivningar (Höst, et al., 2006). Den innehåller detaljer och nyanser och kan därför ibland uppfattas som något subjektiv. För att analysera resultaten krävs manuell sortering och kategorisering. Ett sätt som kan användas för att vid frågor där ett kvalitativt angreppssätt lämpar sig bäst ändå få fram data som kan analyseras som kvantitativ data är att ställa frågor i form av påståenden där svaren görs i form av gradering på en fördefinierad skala (Höst, et al., 2006). Enligt Bell (2006) är målet med studien att komma till insikt över en situation snarare än att göra en statistisk analys. Frågan handlar ofta om saker liknande hur människor upplever sin värld eller vad de anser om olika saker (Bell, 2006).

## **2.4 Validitet och reliabilitet**

För att en studie efteråt ska komma att anses vara god forskning med hög trovärdighet bör den uppfylla ett antal kriterier. Höst et al. (2006) listar följande kriterier. För det första ska de slutsatser som dras vara väl underbyggda utifrån vad som framkommit i studien. För det andra ska studien undersöka just det som avses och inte något annat. För det tredje ska slutsatserna vara generella. Här brukar begreppen validitet och reliabilitet användas (Höst, et al., 2006).

Att en undersökning har validitet betyder att verkligheten och tolkningen stämmer överens (Bell, 2006). Ett mätinstrument ska mäta just det som ska mätas. Den tolkning som gjorts och de slutsatser som dragits måste vara överensstämmande med det empiriska resultatet. Det gäller även att den fråga som ställs verkligen besvarar just det som eftersöks (Olsson & Sörensen, 2001). Den information som samlas in måste dels vara representativ för verkligheten och även vara relevant för den valda frågeställningen.

Två begrepp som beskrivs av både Merriam (1994) och Gunnarsson (2002) när det gäller validitet är inre respektive yttre validitet. Inre validitet handlar enligt båda författarna om huruvida resultaten stämmer överens med verkligheten. Om det som studeras verkligen är det som forskaren tror sig mäta. De modeller och begrepp som används måste motsvara verkligheten. Yttre validitet beskrivs som att en studie har generaliserbarhet. Som att de resultat och slutsatser som fåtts under studien kan generaliseras till andra liknande situationer. Merriam (1994) menar att vad som exakt menas med validitet är abstrakt och det finns inget universellt sätt att garantera validitet, bara tolkningar och antaganden.

Hög reliabilitet betyder enligt Bell (2006) att pålitligheten och tillförlitligheten är hög. Samma resultat ska fås varje gång studien eller mätningen upprepas. Precisionen ska vara hög. Men mätresultatet därmed reliabiliteten kan ändras med tiden eller förutsättningarna ändå utan att studien för den sakens skull är av dålig kvalitet (Merriam, 1994). Vissa variabler är helt enkelt inte konstanta och till detta måste hänsyn tas vid analysen. Reliabilitet syftar helt enkelt på att samma resultat skall återfås vid olika tillfällen när övriga omständigheter stämmer överens. Det som mäts måste vara relevant i sammanhanget. Om validiteten är hög är även reliabiliteten hög, men det omvända behöver inte alltid gälla (Olsson & Sörensen, 2001). Reliabiliteten kan vara hög även om validiteten inte är det.



Figur 2. Förhållande mellan validitet och reliabilitet

Ett sätt att höja validiteten är genom triangulering (Höst, et al., 2006). Det beskriver författarna som att en studie görs med flera olika metoder eller av flera olika personer. Då erhålls en mer heltäckande bild av det som studeras, och chansen att eventuella felaktigheter upptäcks ökar.

Viktigt för studiens validitet är tydlighet gentemot läsaren angående alla stegen i utredningen. Läsaren ska enkelt kunna förstå hur utredningen gått till, vilka variabler som analyserats, vilka antaganden som gjorts och hur dessa motiverats. Läsaren ska helt enkelt kunna följa studiens alla delar. Målet att arbetet ska ha en hög validitet ska genomsyra alla steg i studien. Enligt Gunnarsson (2002) är det sedan upp till läsaren själv att bedöma huruvida detta har lyckats eller ej, och därmed om studien är trovärdig eller inte. Detta är inte något som författaren själv kan göra.

För att säkerställa validiteten och reliabiliteten i denna studie eftersträvas hela tiden objektivitet och neutralitet. Den datainsamling som görs ska vara korrekt och konsekvent och spegla verkligheten utan några inslag av subjektivitet. Inga värderingar läggs i eller tillåts påverka resultatet. De subjektiva åsikter som samlas in vid fallstudierna betraktas som just sådana. Intervjuer undviks annars just för att minska graden av åsikter och andrahandsinformation. Istället tjänar en tidtagning med klocka samt uppmätning av produktionsresultatet som grund för jämförelsen.

## 2.5 Litteraturstudie

Enligt Merriam (1994) bör all forskning bygga vidare på tidigare resultat som erhållits inom samma område. Det för att undvika att ett redan löst problem studeras eller att ett tidigare misstag upprepas. Detta innebär att en litteraturstudie måste göras tidigt i forskningsprocessen, för att kunna definiera vad som ska undersökas och vilken nyans undersökningen ska få. Målet som finns med all forskning som är att finna ny kunskap ska uppfyllas. Även en undersökning som i sig inte bidrar med mycket nytt kan utgöra en viktig grundbult i någon annans resultat vid ett senare tillfälle (Merriam, 1994).

Att lista vilka källor som använts under arbetet möjliggör enligt Höst et al. (2006) för en läsare att senare granska rapporten. Denna kan då jämföra rapporten med tidigare resultat för att bilda sig en uppfattning om kvalitén hos undersökningen. God koppling till tidigare resultat och undersökningar underlättar förutom för en granskare även för andra forskare och företag att använda sig av studien i nästa steg (Höst, et al., 2006).

Majoriteten av litteraturen bör läsas i början av en studie (Bell, 2006). Men litteraturgenomgången måste ofta fortgå löpande under hela undersökningen, i takt med att mer information hittas och nya problem uppkommer. Saker som i början kanske inte ansågs viktiga nog att gå igenom kan bli relevanta vid ett senare tillfälle (Merriam, 1994). Litteraturstudien bör göras så omfattande som möjligt i början för att ge perspektiv till andras forskning, och bidra med idéer och riktlinjer för det arbete som senare ska göras. Eftersom en undersökning styrs av de ramar som satts i ett tidigt skede är det av vikt att dessa ramar bidrar till att göra undersökningen så givande som möjligt. Merriam (1994) skriver om hur okunskap om tidigare forskning kan medföra att den lärdom som där dragits inte är till nytta. Metoder för att lösa problem som redan finns kan förbises. Att uppfinna hjulet på nytt är slöseri med både pengar och tid. Förvisso kan syftet med en undersökning vara att just replikera en tidigare studie, men även då är en genomgång av litteraturen nödvändig för att kunna visa på behovet av detta (Merriam, 1994).

Enligt Höst et al. (2006) är det av yttersta vikt att de källor som används innehåller korrekt information. Direkta felaktigheter skapar förvirring och motsägelser, och kan vara förödande för resultatet. Felaktiga utgångspunkter kan leda in hela undersökningen på fel spår. Empirin kan komma att utföras utifrån felaktiga grunder, och analysen och slutsatserna vara helt värdelösa (Höst, et al., 2006).

För att undvika felaktiga källor måste trovärdigheten i det som skrivits värderas. En värdering är en subjektiv åsikt om hur pass troligt det som skrivits är. Det finns även vissa försök till mer generella definitioner av vad som gör en källa trovärdig. Exempelvis anses en källa betydligt mer trovärdig om den har granskats och godkänts av andra kunniga inom området. Detta är förvisso ingen garanti för att den är helt sanningsenlig, men sannolikheten att så är fallet ökas. Enligt Höst et al. (2006) är det inte helt enkelt att värdera trovärdigheten hos olika källor, särskilt inte för den som är ovan. Vem som är utgivaren eller uppdragsgivaren bakom en studie är också väldigt relevant för dess trovärdighet som källa (Bell, 2006). Syftet med undersökningen kan tyvärr ha tillåtits styra resultaten. Exempelvis är en studie om tobaksprodukters skadliga effekter på kroppen kanske inte av högsta trovärdighet ifall det är ett tobaksföretag som står bakom studien.

I denna studie genomfördes litteraturstudien i flera olika steg. I ett första skede eftersöktes liknande studier, för att se om det gjorts några liknande studier tidigare och vad de i så fall har kommit fram till. Sökning gjordes främst på internet med hjälp av sökmotorer på webben och i olika databaser. LUBsearch vid Lunds Universitet användes för att söka efter tidigare publicerade artiklar, tidskrifter och avhandlingar. De sökord som användes kretsar främst runt termerna VA-arbeten, produktivitet, anläggning, långgrävare och grävmaskinsval. Flera varianter på dessa ord användes, samt kombinationer på dem och översättningar till engelska. Trots detta hittades ingen annan liknande studie. Det närmsta är ett examensarbete från LTH som handlar om radiokommunikationens påverkan på produktiviteten vid anläggningsprojekt, skriven av Joäng & Sadiković 2014. Där deras arbete har publicerats finns även andra examensarbeten varav några handlar om anläggningsbranschen, vilka studerades och framför allt deras referenser undersöktes noggrant för att hitta något som är användbart även i denna studie. På detta vis, samt genom att kolla vilka källor som de olika referenserna i sin tur har använt, har i stort sett samtliga referenser i detta arbetes referensförteckning hittats.

## 2.6 Fallstudie

Vid en fallstudie väljs ett eller flera specifika fall ut för att tjäna som bas för studien (Merriam, 1994). Fallen väljs inte ut slumpmässigt utan väljs ut för att uppfylla studiens syfte. Detta innebär att resultaten är giltiga för just dessa fall, och inte nödvändigtvis generaliserbara för andra fall (Merriam, 1994). Samtidigt skriver Höst et al. (2006) att om förhoppningen med studien ändå är att kunna dra just en generaliserbar slutsats kräver detta att de valda fallen beskrivs tillräckligt väl för att det senare ska gå att jämföra dessa med andra fall. Detta för att bestämma om resultatet från studien är tillämpligt för det nya aktuella fallet, eller om det skiljer sig så att resultatet inte är tillämpligt alls. Vid flera fall med samma eller likartade förutsättningar är det troligt att resultatet kommer bli detsamma (Höst, et al., 2006).

Vid en jämförelse mellan olika fall efterstavas att de är så lika som möjligt förutom just på den punkt som ska undersökas. Detta för att kunna härleda de skillnader som identifieras till just den valda variabeln för jämförelsen. Vid större skillnader mellan fallen ökar risken att skillnaderna i resultat beror på något annat än det studerade. Möjligheten att dra kvalificerade slutsatser försämras då kraftigt. Ett sätt att bedriva en fallstudie kan vara genom observationer.

## 2.7 Observationsstudie

Enligt Höst et al. (2006) kan informationen till en studie samlas in genom en observationsstudie. Med det menas att en observatör samlar in information om ett fenomen genom att betrakta det och sedan redovisa sina iakttagelser. Enligt Merriam (1994) kan teknisk utrustning såsom en kamera eller utrustning för ljudinspelning användas, alternativt endast anteckningar. Vidare skriver författaren om vad som krävs för att en observation ska kunna kvalificeras som ett vetenskapligt verktyg. Observationen måste utföras med avsikten att uppfylla ett uttalat forskningssyfte. Den ska även vara planerad i förväg samt registreras systematiskt. Slutligen ska den kontrolleras vad gäller validitet och reliabilitet.

Om en observationsstudie är en bra metod eller inte för datainsamling avgörs av vad det är som ska observeras och varför. Ibland kan en observationsstudie genomföras tillsammans med exempelvis en intervjustudie, men det kan även vara den enda datainsamlingsmetod som används. Merriam (1994) konstaterar att för att göra en bra studie krävs vanligtvis först en pilotstudie där undersökningsobjektet besöks och observeras för att se vad det är som händer, så att det därefter går att bestämma mer exakt vad det är som ska studeras. När själva informationsinsamlingen pågår kräver den all uppmärksamhet och då måste allt annat vara förberett (Merriam, 1994). Författaren beskriver ett flertal fördelar med en observationsstudie. En observatör utifrån ser på saker med ett nytt perspektiv jämfört med de som befinner sig i situationen. Det kan senare användas som en slags ögonöppnare. Observatören ser direkt vad som händer utan att behöva förlita sig på några mellanhänder och deras tolkningar, såsom vid exempelvis intervjuer. Istället kan denne själv tolka och referera det sedda utifrån uppställda hypoteser och antaganden. Något kan observeras och redovisas direkt istället för att falla bort bland övriga minnesbilder. En intervju ger svar på vad människor uppfattat, vilket inte alltid är detsamma som kan observeras.

En observationsstudie kan även ha ett antal svagheter. Merriam (1994) konstaterar att observatören som samlar in data är subjektiv och har en ofullständig perception. En nybörjare är inte heller en lika god observatör som en erfaren. När något observeras kan det komma att ändras från hur det hade varit om inte observationen pågått, vilket påverkar validiteten. Det ställs krav på att observatören kan se viktiga händelser och tänka kreativt. Olika människor fokuserar på olika saker även om de befinner sig i samma situation eller observerar samma sak. Därför gäller det att hålla ett så smalt



fokusområde som möjligt så att oavsett vem som är observatör så noteras samma sak. Detta för att säkerhetsställa reliabiliteten (Merriam, 1994).

Vid studier som inkluderar människor kan personen som genomför observationen interagera olika mycket med de som observeras. Observationen kan även genomföras helt öppet eller i det fördolda, eller något mitt emellan. Dessa olika alternativ kombineras och beskrivs av Höst et al. (2006) enligt Tabell 1. Författarna beskriver även de olika varianterna var för sig.

Tabell 1. Fyra kategorier av observationer.

### Kunskap om att vara observerad

| <b>Interaktion</b> | <i>Hög</i>             | <i>Låg</i>              |
|--------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>Hög</i>         | Observerande deltagare | Fullständigt deltagande |
| <i>Låg</i>         | Deltagande observatör  | Fullständig observatör  |

En observerande deltagare erhålls när observatören är väl integrerad i den aktuella gruppen, och de i sin tur är medvetna om att observatören finns där. Detta kan påverka validiteten genom att de som studeras inte betar sig som vanligt då det vet om att de är observerade.

En fullständigt deltagande observatör är en som är väl integrerad i gruppen. Samtidigt vet inte de observerade om att det finns en observatör bland dem. Detta borde ge en mer rättvisande bild än enligt ovanstående, även om observatören med sina handlingar kan komma att påverka de andra. Dock är det etiskt diskuterbart huruvida det är rätt att på detta sätt övervaka människor utan deras vetskap, att skicka in en ”spion” bland dem.

En deltagande observatör finns med och är synlig under studien. Det görs endast observationer utan att observatören är delaktig i verksamheten. De som observeras i sin tur vet om att observatören finns där, och detta i sig riskerar att påverka deras beteende. En intervju kan sägas vara en form av deltagande observation.

En fullständig observatör deltar inte i verksamheten, och de studerade vet inte heller om att de studeras. Detta torde ge den mest sanningsenliga bilden av hur situationen ser ut, men kan ses som ett intrång i de observerades integritet och blir därför etiskt diskutabelt.

En observationsstudie kan vara flexibel och ostrukturerad (Merriam, 1994). Då kan observatören anpassa vad som ska studeras allteftersom det händer. Detta kan vara bra när det är okänt exakt vad som kommer hända. Eller så kan ostrukturerade observationer användas som en pilotstudie för att få kunskap nog att kunna ställa rätt frågeställningar och fokusområden när den egentliga studien tar vid. Motsatsen till en flexibel studie är en fix. Då kan studien inte ändras eller anpassas efter dess start. Detta är aktuellt vid exempelvis en jämförelsestudie eller vid en enkätstudie. Om inte utgångspunkterna då är oförändrade kommer resultaten inte vara jämförbara (Höst, et al., 2006).

I boken *Modern Construction Management* ger författarna tips på hur en observationsstudie kan genomföras och vad man som observatör bör tänka på (Harris & McCaffer, 2013). De skriver att det första som bör göras är ett besök på arbetsplatsen för att få en uppfattning över situationen. Det möjliggör att den följande studien kan anpassas och förberedas för att passa det avsedda ändamålet, och ge ett användbart resultat. Man bör hälsa på de yrkesarbetare som ska studeras och se vilka olika arbetsmoment de utför. Här är det även viktigt att kontrollera med chefen på arbetsplatsen att alla är informerade om vad som händer och varför observatören är där, för att undvika dålig stämning och ett icke representativt resultat. Utifrån detta kan sedan ett observationsprotokoll utformas som passar situationen på arbetsplatsen. Vilka tidsintervall som ska användas för observationerna behöver övervägas noga för att ge både ett detaljrikt men samtidigt hanterbart omfång på resultatet. Ibland är fasta tidsintervall lämpligast, medan det vid andra arbetsuppgifter kan vara bättre att anpassa tidsintervallen efter vilken arbetsuppgift som utförs. Vad som är lagom beror på arbetsuppgifterna, hur repetitiva de är och hur mycket förenklingar som kan göras utan att resultatet påverkas för mycket. En lämplig plats behöver väljas för att utgå ifrån vid observationerna. Sedan genomförs själva studien därifrån och de observationer som görs noteras direkt när de inträffar så att inget glöms bort eller resultatet påverkas av observatörens förutbestämda åsikter eller selektiva minne. Slutligen renskrivs och sammanställs den insamlade informationen så att den kan analyseras (Harris & McCaffer, 2013).

## 2.8 Studiens valda utformning

Studien genomfördes som en fallstudie på tre fallprojekt som arbetade med eller utan långgrävare. Därefter gjordes en analys och jämförelse mellan dessa. På grund av ändrade förutsättningar och oväntade svårigheter med det referensprojekt som skulle användas studerades istället två olika referensprojekt, totalt tre projekt. Detta för att ge mer underlag då det första referensprojektet inte var så likt projektet med långgrävare som det tidigare antagits. Kvantitativ data samlades in i form av grävmaskinernas tidsfördelning mellan olika arbetsuppgifter. Mest fokus låg på att mäta stilleståndstiden, benämnd APL-tid. Detta då grävmaskinen är det som kostar mest på arbetsplatsen och följaktligen det man önskar ska stå stilla minst tid. Det kontrollerades även hur mycket som producerades varje dag. Detta kan vara både i antal schaktade kubik eller längd färdig ledning beroende på vad som är lämpligast. Det var ofta svårt att mäta hur mycket som färdigställdes under en och samma dag eftersom flera olika längder gjordes delvis färdiga. Därför räknades istället hur mycket som producerats under ett flertal dagar så att ett medelvärde kunde fås för vad som producerats per dag.

Det samlades även in en stor mängd kvalitativ data i form av muntlig information från anläggningsarbetare, maskinister och tjänstemän på projekten. Detta var något som det inte hade planerats för, men då all information som erhöles nedtecknades redan från start sparades allt. Denna information bedömdes sedan vara så pass givande att den inte gick

att utelämnas från studien. Här erhöles både projektspecifik information samt information kring VA-arbeten i allmänhet. Studien genomfördes som en observationsstudie utan intervjuer för att få fram objektiv data och förstahandsinformation angående grävmaskinernas tidsfördelning och produktivitet. Det uppgavs förekomma förutfattade meningar angående vilka maskiner som är bra eller dåliga varför intervjuer antogs ge alltför subjektiv information.

Observationsstudier utfördes på tre arbetsplatser. Då undersökningen utförs i samarbete med Skanska har endast deras projekt varit aktuella för studien. Innan mätningarna på en arbetsplats påbörjades genomfördes ett första besök som en pilotstudie för att observera hur arbetsplatsen såg ut, vilka arbeten som utfördes samt vilka kategorier som ansågs vara relevanta för mätningen. De som skulle komma att beröras av studien informerades i förväg om vad som skulle hända. Den första arbetsplatsen besöktes två gånger som pilotstudie, de två följande projekten besöktes varsin gång. Mätningarna pågick under totalt fyra arbetsveckor. De 10 första dagarna studerades ett projekt där en långgrävare användes. Då observatören var frånvarande några dagar på grund av en studieresa kunde studien inte göras 10 dagar i rad utan den gjordes istället först 3 dagar, därefter 6 dagars frånvaro och därefter de följande 7 dagarna. Detta sågs dock inte som en nackdel då det ger mer underlag till studien, då det nu enkelt kan kontrolleras hur mycket som producerats under 16 arbetsdagar istället för 10. De två återstående studieveckorna var avsedda att utföras vid ett referensprojekt där långgrävare inte används. Men då arbetsuppgifterna vid det projektet var så pass olika projektet med långgrävare studerades istället två olika referensprojekt en vecka vardera.

De anställda på arbetsplatserna var informerade om att studien pågick och till stor del om vad som studerades. Att informera om att en studie utfördes och vad som studerades bedömdes mest etiskt korrekt. De kände till att fokus var på maskinens tidsfördelning. Observatören var till största delen en deltagande observatör som stod ute på arbetsplatsen och observerade vad som händer. Men när de på arbetsplatsen bad om hjälp med något gjordes detta naturligtvis, men med ett bibehållet fokus på studien.

Vid observationerna användes en klocka för att mäta hur många minuter som lades på respektive arbetsmoment. Varje kvart antecknades resultatet i ett observationsprotokoll. Dessa visas som bilagor längst bak i rapporten. Det noterades vilka arbeten som utfördes varje dag, samt vilka förutsättningar som gällde angående väder, geologi och arbetsstyrkans sammansättning. Även eventuella hinder eller störningar noterades. Under observationernas gång fördes även samtal med de på arbetsplatsen. Detta både för att erhålla mer information och för att förstå arbetsmomenten. Resultatet från dessa samtal var först inte tänkt att inkluderas i den skriftliga rapporten men ansågs sedan tillföra så pass mycket viktig information att det kom att inkluderas.

Vilka kategorier som användes för att dela upp grävmaskinens arbete varierar mellan de olika fallen. Detta gjordes för att arbetsplatserna skiljde sig åt när det gäller antalet olika arbetsmoment, vilka arbetsmoment som utfördes samt antalet maskiner som observerades. När flera maskiner observerades samtidigt har antalet kategorier minskats på grund av svårigheterna att hålla koll på alltför många saker samtidigt. Vilka

kategorier som användes och vad de innebär redogörs för i beskrivningen av varje fall. Uppdelningen i kategorier har dock gjorts med målsättningen att den inte ska försvåra en jämförelse mellan projekten, utan endast underlätta datainsamlingen och göra resultatet mer lättöverskådligt.

# 3 Teori

I detta kapitel ges en genomgång av den teori som ligger till grund för studien. Först beskrivs en mer generell genomgång av produktivitet och hur det kan definieras, därefter smalnas ämnet av till att handla om produktivitet i anläggningsbranschen.

## 3.1 Generellt om produktivitet

Vad är nyttan av att undersöka och mäta produktivitet? Enligt Persson (2012) kan den frågan kortfattat besvaras med frasen ”Att mäta är viktigt för att veta vad som behöver göras!” (s. 168). Eller som den amerikanska managementkonsulten Peter Drucker uttryckte det: ”If you can’t measure it, you can’t manage it.”

Enligt Harris & McCaffer (2013) är produktivitet det samma som effektivitet, vilket de definierar som förhållandet mellan den energi som producerats och den energi som använts. Vid produktion av något annat än energi motsvarar detta förhållandet mellan värdet av de varor som tillverkas (*output*) och de resurser som används för tillverkningen (*input*). Resurser kan här bestå av naturresurser (*natural resources*), arbete (*labour*), utrustning (*capital goods*) och kunskap (*entrepreneurship*). När flera olika variabler används som använda resurser kan ett mått kallat totalfaktorproduktivitet (TFP, på engelska *Total Factor Productivity*) användas. Ekvationen för TFP skriver författarna som:

$$TFP = \frac{Output}{Natural Resources + Labour + Capital Goods + Entrepreneurship}$$

Vilka parametrar som tas i beaktande vid beräkningen och hur de värderas påverkar således vilket resultat som fås. Därför gäller det att vid en jämförelse ha en så enhetlig definition som möjligt. På ett företag omräknas ofta dessa resurser till pengar, så att en produktivitet med enhet per investerad krona kan användas och enkelt jämföras mellan olika alternativ (Harris & McCaffer, 2013). Även Jonsson (1996) skriver om totalfaktorproduktivitet, med i stort sätt samma variabler för resursinsatser, även om han benämner dem *labour*, *materials*, *equipment*, *energy* och *capital*. Han konstaterar även att eftersom de olika variablerna har olika enheter så måste de räknas om till enhet användbar för alla variablerna. Som rekommendation på enhet att använda till detta nämner han *money*, pengar.

Produktivitetskommittén (2012) har en något annorlunda definition på produktivitet än Harris & McCaffer (2013). De skriver att effektivitet är ett vidare begrepp och ett mått som beskriver hur väl resurser omvandlas till resultat. Effektiviteten handlar om hur bra verksamheten är i förhållande till de mål som finns. Produktivitet däremot menar de är relationen mellan utförda tjänster (output) och använda resurser (input). Hur mycket som produceras i förhållande till använda resurser. En enhet som här ofta används för att kunna dra jämförelser mellan olika branscher och över tid är förädlingsvärde per arbetad timme.

Skillnaden mellan dessa båda definitioner handlar mest om huruvida produktivitet är detsamma som effektivitet. De har en något annorlunda definition av effektivitet, men i stort sätt samma definition av produktivitet. Produktivitet kan enligt båda källorna sammanfattas som:

$$Productivity = \frac{Output}{Input}$$

Eller fritt översatt till svenska:

$$Produktivitet = \frac{Produktionsresultat}{Resursinsatser}$$

Jonsson (1996) konstaterar att det är svårt att beräkna eller uppskatta samtliga resursinsatser bra nog, och att det därför istället för TFP används partiella produktivitetsparametrar, det vill säga ett värde på produktiviteten för varje resurs. Han skriver dock att detta egentligen inte är ett bra sätt att mäta, eftersom en resurs ofta kan minskas på bekostnad av någon annan som då ökar. Ett exempel på detta som nämns är användandet av Prefab. Då minskas mängden arbete på arbetsplatsen på bekostnad av arbete som utförs på annan plats och som det måste betalas för. Därmed ändras produktiviteten i mätningen utan att den behöver ha gjort det i verkligheten.

Olander et al. (2010) skriver att det istället för att eftersträva ett gemensamt sätt att mäta produktivitet bör det användas flera olika nyckelfaktorer. Istället för att försöka få in allt i under en definition bör olika väldefinierade nyckelfaktorer användas som sedan kan analyseras tillsammans. De kan då tillsammans ge en bild av hur bra produktiviteten är. (Olander, et al., 2010).

En kvot är i sig inte av särskilt stort intresse, eftersom värdet inte säger något alls. Värdet blir intressant först när det kan jämföras. Enligt Produktivitetskommittén (2012) kan en jämförelse göras på två olika sätt. Det första är att göra en jämförelse över tid. Kvoten vid en viss tidpunkt jämförs med kvoten vid en annan tidpunkt. Då fås information om hur utvecklingen har varit över tiden. Det andra alternativet är att jämföra två olika anläggningar som producerar samma sak och med samma resurser. Då fås information om vilken anläggning som har högst produktivitet, det vill säga vilken som använder resurserna mest effektivt (Statskontoret, 2010). Produktivitetskommittén (2012) fastställer att genom att enbart redovisa hur mycket som produceras ger inte en rättvisande bild då kvalitén på det producerade kan variera. Både kvalitet och innehåll i det som produceras måste tas i beaktande för att en rättvis bedömning skall kunna göras.

För att ta hänsyn till att olika verksamheter även inom samma bransch kan ha olika arbetsuppgifter kan måttet ”förädlingsvärde per anställd” användas (Statskontoret, 2010). Exempelvis är det stora skillnader mellan nybyggnation av en motorväg, renovering av ett flerfamiljshus eller vinterväghållning av ett kommunalt vägnät. Hur förädlingsvärdet per arbetad timme varierar över tiden används för att beskriva produktivitetens utveckling. Måttet gör det även möjligt att göra vissa jämförelser mellan olika branscher. Dock måste det fortfarande tas hänsyn till faktorer som kan skilja sig åt (Statskontoret, 2010).

Enligt Produktivitetkommittén (2012) försvåras en bedömning mellan olika branscher av att pris- och kvalitetsutvecklingen varierar, och av att olika resurser och definitioner av resurser används. Exempelvis ingår både ombyggnad och reparationer i byggverksamhet, medan fordonsreparationer räknas till tjänstesektorn och inte till fordonsindustrin. Det beskrivs exempelvis om hur tillverkning av enskilda bildelar tillhör fordonsindustrin, medan tillverkning av byggmaterial inte tillhör byggindustrin utan istället räknas till tillverkningsindustrin (Produktivitetkommittén, 2012).

Ett annat problem är att värdet av en produkt kan variera över tiden helt oberoende av den kvalitetsutveckling som produkten genomgått. Vissa produkter är ungefär desamma över tiden, medan andra kan ha genomgått en stor kvalitetshöjning under bara några år. Ett exempel här är tillverkning av mobiltelefoner, vilka har genomgått en stor förändring de senaste åren och en helt annan prestanda. Jämfört med exempelvis en gatsten, en vara som inte har förändrats nämnvärt sedan mobiltelefonen uppfanns (Produktivitetkommittén, 2012).

Olander & Widén (2010) nämner insatt arbete som en lämplig resursinsats för att beräkna en produktivitet i byggbranschen. Då erhålls en arbetsproduktivitet. Vilken definition för arbete och arbetstid som används kan dock variera, vilket försvårar en rättvis jämförelse. Olander & Widén (2010) beskriver exempelvis problemen med att relatera produktionen till direkt arbetstid. För att göra en rättvis bedömning fordras en konsekvent definition av direkt arbete. Annars kommer ett projekt med en högre andel direkt arbete att missgynnas, även om det i verkligheten är mer produktivt. Exempelvis om två olika projekt producerar lika mycket per dag, men det ena projektet har mer stilleståndstid, så framstår projektet med mer stilleståndstid som mest produktivt. När produktiviteten baseras på insatt arbete fås en arbetsproduktivitet, definierad som:

$$\text{Arbetsproduktivitet} = \frac{\text{Produktionsresultat}}{\text{Arbetstid}}$$

Statistiska Centralbyrån (SCB) sköter enligt Produktivitetkommittén (2012) den insamling, bearbetning och förvaltning av data i Sverige som senare kan användas för analyser av myndigheter, utredningar och forskare. Gustafson & Hansson (u.d.) vid SCB beskriver i en odaterad rapport hur det tidigare var antalet anställda som var referensramen för vilken arbetsinsats som utförs, men att det på senare år har börjat användas antal arbetstimmar istället. Detta för att ta bättre hänsyn till de olika anställningsformer och frånvaroorsaker som påverkar förhållandet mellan antalet anställda och antalet arbetade timmar. Vidare skriver Gustafson & Hansson (u.d.) att när

arbetsinsatsen ska definieras och mätas bör det göras så att förbättrade produktionsmetoder, effektivare arbetsorganisation och ökad intensitet i arbetet visar att produktiviteten stiger. Det vill säga det ska synas att arbetsproduktiviteten stiger när produktionen blivit effektivare. Faktiskt arbetad tid är en enhet som nämns som lämplig, men med problematiken att den kan definieras på olika sätt. Exempelvis om mindre stillestånd som är nödvändiga för att kunna utföra arbetet ska inkluderas, när det egentligen inte produceras något under själva stilleståndet. Medför en kortare kafferast en ökad produktivitet? Resultatet kommer bero på om tiden för rast räknas som arbetad tid eller inte.

Denna problematik med olika definitioner där samma enhet kan betyda flera olika saker beskrivs av Olander & Widén (2010) som inkommensurabilitet. Ordet betyder att något inte går att jämföra med något annat. För att något ska kunna jämföras måste det betyda samma sak i båda fallen. Här innebär det att när produktivitet diskuteras så kan det betyda olika saker i olika sammanhang, vilket leder till problem och missförstånd. I en annan rapport skriver Statistiska Centralbyrån (2005) att produktivetsberäkningar alltid är osäkra. Detta då det är svårt att vara konsekvent i beräkningarna av förädlingsvärdet, och likaså att erhålla en bra skattning på arbetsinsatsen. Eftersom produktiviteten i sin tur erhålls genom en kvot mellan dessa båda osäkra parametrar, fås en än större osäkerhet i detta värde.

I samband med produktivitet kan det vara intressant att ta upp vissa delar från Lean-filosofin. Enligt Sörqvist (2013) talar man inom Lean mycket om olika slöserier. Det definieras som sådant som varken skapar värde för kunden eller är nödvändigt för produktionen. Sörqvist (2013) delar upp arbetstiden i värdeskapande tid, nödvändig icke-värdeskapande tid och slöseri. Av dessa är det de två sista som upptar mest tid, trots att det är de två som man vill minimera. Den tiden som är nödvändig skriver författaren att det kan vara svårt att göra något åt, eftersom den är just nödvändig. Därför gäller det att minimera andelen slöseri för att på så sätt maximera den värdeskapande delen. De slöserier som vidare nämns är *överproduktion, lager, överarbete, transport, väntan, fel och omarbete, rörelser* och *outnyttjad kreativitet*. Kan dessa minimeras minskas kostnaderna relativt det värde som skapas. Med andra ord ökar produktiviten. Sörqvist (2013) nämner vidare att ett borttagande av alla slöserier innebär en förändring från det aktuella läget till ett teoretiskt fulländat och perfekt läge. Blücher et al. (2007) skriver att fokus traditionellt sätt har legat vid att försöka optimera den värdeskapande tiden, men att detta är helt fel angreppssätt då den icke värdeskapande tiden är både större och enklare att optimera. Vidare skriver författarna att för att framgångsrikt arbeta med detta måste fokus ligga på att optimera hela ledtiden i byggandet, inte bara enskilda processer var för sig.

Sammanfattningsvis kan det sägas att definitionsproblematiken gör det svårt att mäta produktiviteten på ett allmängiltigt sett. Det finns olika definitioner och formuleringar, vilket visar att de alla har sina svagheter och begränsningar. Om en definition alltid var bra skulle inga andra behöva användas. Att mäta produktiviteten i en viss process blir användbart först när den på ett rättvisande sätt kan jämföras med en annan process eller tidpunkt. Produktiviteten måste då definieras och mätas på ett enhetligt sätt för att resultatet ska vara givande.



## 3.2 Produktivitet i anläggningsbranschen

### 3.2.1 Vad är anläggningsbranschen?

Vad utgör egentligen anläggningsbranschen och hur avgränsas den? Statskontoret (2010) beskriver branschen som investeringar i samt drift och underhåll av järnvägar, vägar, hamnar, energianläggningar, flygplatser såväl som viss konsultverksamhet. Bygghögskolekommittén (2002) definierar bygg och anläggningssektorn som ”*alla verksamheter som direkt bidrar vid uppförande, ändring eller förvaltning av byggnadsverk*” (s. 65). De definierar byggnadsverk som byggnader och anläggningar. Byggnader definieras som bostäder, industribyggnader och kontorsbyggnader. Anläggningar beskrivs som övriga byggnadsverk såsom broar, flygfält, dammar, idrottsplatser, master, bergrum och hamnar. Vidare nämns att många företag som inte inkluderas i byggsektorn likväl indirekt medverkar i byggandet, exempelvis transportföretag. Förutom nybyggnation inkluderas ombyggnad, underhåll och reparation. Drift omnämns inte men det kan antas att det inkluderas på samma sätt som underhåll.

### 3.2.2 En sämre utveckling än i andra branscher?

Enligt Olander & Widén (2012) brukar det anses att bygg- och anläggningssektorn har haft en sämre produktivitetsutveckling jämfört med andra branscher. De skriver att både flera statliga utredningar i Sverige haft detta som utgångspunkt redan i sin frågeställning, och att det i andra länder grundats hela organisationer baserat på detta antagande. Utifrån detta kan det antas att utredningar och liknande inte blir helt rättvisande när denna åsikt finns redan från början och därmed påverkar hela arbetet. Att produktivitetsutvecklingen skulle vara sämre för just bygg- och anläggningssektorn är samtidigt ett påstående som enligt Statskontoret (2010) grundas mer på känsla än på några specifika mätningar. De anger som skäl till detta svårigheterna med att mäta just produktivitet. Detta leder till att oavsett vilken modell eller mätmetod som används så kommer resultatet aldrig att helt motsvara den verkliga produktivitetsutvecklingen, och att alla studier därmed rättvisligen kan ifrågasättas. Olander & Widén (2012) lyfter fram att anläggningssektorn får en lägre produktivitet i mätningar på grund av att en stor del av den utgörs av underhåll. Underhåll i sig skapar inget värde, utan syftar endast till att upprätthålla ett redan producerat värde.

Produktivitetskommittén (2012) skriver att de uppgifter som finns och samlas in av Statistiska centralbyrån (SCB) inte är helt användbara eftersom de företag som finns i anläggningsbranschen sällan är renodlade anläggningsföretag utan arbetar i hela byggbranschen, och därför är de uppgifter för hela byggbranschen som erhålls. Vidare skriver de att de studier som SCB har gjort där man trots allt försökt skilja ut anläggningsbranschen ur byggsektorn dock har visat att anläggningsbranschen har ett lägre förädlingsvärde per anställd jämfört med den övriga byggbranschen.

Trafikverksutredningen (2009) konstaterar att anläggningsbranschen lider av ett flertal problem. Bland de som listats och kan kopplas till produktivitet nämns bristande konkurrens, oacceptabel kostnadsutveckling, bristande kvalitet, låg drivkraft för utveckling, företagens bristande lönsamhet samt bristande förmåga att nyttja befintlig kunskap och tidigare erfarenheter. Dessutom nämns att det ibland råder ett destruktivt arbetsklimat med misstro och misstänksamhet mellan beställare och entreprenör. De skriver även att branschen förvisso kan påverka flertalet av de produktivitetshämmande faktorerna, men att det även finns många orsaker som branschen själv inte kan påverka.

Vidare beskriver Trafikverksutredningen (2009) de särskilda svårigheter som gäller för just byggbranschen i allmänhet, och anläggningsbranschen i synnerhet. Effektiviseringsprocesser genom ett mer industriellt byggande med standardisering försvåras av att det alltid byggs på en ny plats. Varje nytt projekt innebär en ny uppstart. De skriver dock att det trots allt borde finnas möjligheter här till en ökad produktivitet genom just mer industriellt byggande. Ett annat problem för effektivitetsutvecklingen som nämns är att förnyelsen i branschen går sakta. Det införs inte nya produktionsmetoder och tekniker i samma omfattning som i andra branscher. Ett annat intressant konstaterande som dras av Trafikverksutredningen handlar om varför kostnaderna ökat utan att slutprodukten förbättrats i motsvarande grad. Det nämns att det har införts flertalet nya krav på byggandet med syfte att minska miljöpåverkan, förbättra arbetsmiljön och förbättra säkerheten i allmänhet. Detta måste ses som en positiv utveckling även om den kanske inte varit positiv för den kortsiktiga produktivitetshämmande utvecklingen.

En annan kostnadsdrivande orsak som Trafikverksutredningen (2009) tar upp är att anläggningsbranschen präglas av en väldigt varierande efterfrågan. Branschen har även en stor tidsmässig och geografisk spridning. Detta medför att det finns en stor överkapacitet på maskinella tillgångar bland entreprenadföretagen, som leder till att exempelvis grävmaskiner riskerar att stå stilla i en del av landet på grund av arbetsbrist, samtidigt som produktiviteten sjunker i en annan del av landet på grund av brist på grävmaskiner. Sammantaget innebär detta ett dåligt resursutnyttjande, något som i slutändan samhället får betala för. Trafikverksutredningen skriver att problemet skulle kunna åtgärdas eller i vart fall minskas genom en effektivisering av matchningen mellan utbud och efterfrågan av resurser. Vidare listas i huvudsak två olika åtgärder för att förbättra produktiviteten i anläggningsbranschen. Det första som nämns är att skapa förutsättningar. Detta genom att bland annat öppna upp för nya finansieringslösningar, genomföra upphandlingar så att produktionen gynnas, öka entreprenörens innovationsgrad genom fler totalentreprenader med underhållsättagande och möjliggöra standardiseringar i byggandet. Den andra åtgärden som beskrivs är att skapa drivkrafter. Detta genom att exempelvis bättre värdera mervärdet av ett tidigare färdigställande, säkerställa övergången mellan projektering och produktion samt att projektera mer med perspektiv på både byggbarhet och samhällsekonomi. Konkurrensen bör förutom själva anbudspriset även inkludera kvalitet, teknisk lösning och tid.

### 3.2.3 Produktivitetsutvecklingen för drift och underhåll

Enligt Trafikverksutredningen (2009) visar resultaten av de mätningar som gjorts på produktivitetsutvecklingen i bygg- och anläggningsbranschen att den är klart sämre än i andra branscher. Detta i både Sverige, övriga Europa och USA. De skriver att utvecklingen till och med varit negativ under flera år. Detta då de indexökningar som är ofrånkomliga på grund av priset på insatsvaror och löneökningen endast står för hälften av de kostnadsökningar som skett. Dock beskriver de hur det finns vissa undantag. Det första fallet som beskrivs av Trafikverksutredningen (2009) behandlar produktivitetsförändringen inom drift och löpande underhåll av det statliga vägnätet. Mätningarna av detta ska ha gjorts främst för att följa upp den konkurrensutsättning av drift och underhåll som påbörjades år 1992 och sträcker sig över ett decennium fram till 2002. Prisutvecklingen har här varit lägre än driftindex. Vägverkets upphandlingskostnader ska ha minskat med uppemot 25 procent. De kostnadsbesparingar som gjorts ska inte ha uppkommit genom den tekniska utveckling som skett. Istället är det organisatoriska åtgärder som ökat produktiviteten. Bättre planering, uppföljning och organisation ska ha minskat kostnaderna snarare än ny teknik. En förändring som nämns ha inneburit en förbättring under dessa år är införandet av IT och andra kommunikationssystem. Även om exempelvis snöröjningsinsatser handlades upp även innan konkurrensutsättningen innebar denna förändring ett nytt incitament för produktivitetsförbättringar. Detta har lett till bland annat avveckling av resurser med låg sysselsättningsgrad. Produktivitetsökningen ska enligt Vägverkets ha varit 2-3 procent årligen. En annan orsak till den positiva produktivitetsutvecklingen som lyfts fram av Produktivitetskommittén (2012) är att kontrakten vanligtvis är relativt långa (5-7 år) och täcker stora geografiska områden. Detta ger skalfördelar och skapar investeringsutrymme för företagen.

Det andra fallet som Trafikverksutredningen (2009) tar upp handlar om Banverkets drift och underhåll av Sveriges järnvägsnät. Här har de värden som inkluderats i jämförelsen varit kundnytta, säkerhet, kvalitet och kostnad. Resultatet har visat på en kostnadsbesparing i kronor per spårmeter på över 25 procent. Detta utan att säkerheten eller kvalitén har försämrats. Utredningen nämner dock inget om hur kundnyttan har förändrats, exempelvis hur mängden tågförseningar har ändrats. Det konstateras ändå att Banverket har bland de effektivaste järnvägarna i Europa vad gäller drift och underhåll.

Trafikverksutredningen (2009) skriver i samband med dessa båda fall att just drift och underhåll är enklare att mäta produktivitetsutvecklingen för. Jämfört med nybyggnation så är upphandlingarna under årens lopp likartade vad gäller omfattning, innehåll och beskrivningssätt. Nya upphandlingar utkommer varje år och avtalen varar sedan i 5 till 6 år. De skriver att resultatet av upphandlingarna enkelt kan avläsas ute på vägarna. En orsak som nämns som viktig för dessa produktivitetsförbättringar är att drift och underhåll tidigare helt sköttes i statlig regi, men nu har konkurrensutsatts.

### **3.2.4 Produktivitetens utvecklingen för nybyggnation**

Trafikverksutredningen (2009) konstaterar att det helt saknas uppgifter om produktivitetens utvecklingen vid nybyggnation och större underhållsåtgärder. De skriver dock att mycket tyder på att utvecklingen inte varit bra under de senaste 20 åren. En orsak som nämns till både de saknade uppgifterna och den dåliga utvecklingen är att förutsättningarna är så olika från projekt till projekt. Upphandlingarna skiftar till form och innehåll beroende på beslut som tas av personer ansvariga för enskilda projekt.

Produktivitetens kommittén (2012) lyfter fram en annan svårighet som begränsar produktivitetens utvecklingen vid nybyggnation. Det gäller osäkerheter kring riskfördelningen mellan beställare och entreprenör vid vissa projekt. Denna osäkerhet är svår att kalkylera för och verkar hämmande på innovationsgraden. En osäkerhet som nämns är de befintliga markförhållandena. Här kommer det alltid finnas avvikelser även om beställaren låtit utföra undersökningar i förväg. Ett sätt som nämns för att minska detta hinder är att standardisera principerna för riskfördelningen. Detta genom att en praxis införs i de standardavtal som används.

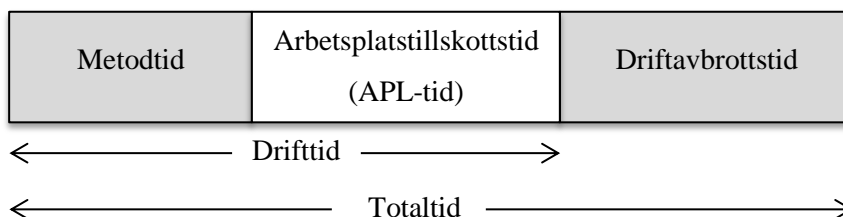
Vidare skriver Trafikverksutredningen (2009) att det vid många anläggningsprojekt eftersträvas att i så stor mån som möjligt använda de befintliga material som finns på arbetsplatsen för att bygga anläggningen. De skriver att de metoder som används för att hantera massorna medför långa byggtider. Något exempel eller förslag på hur metoderna skulle kunna förbättras eller vilka metoder som hade varit bättre nämns inte i rapporten. Det konstateras istället enbart att långa byggtider innebär högre kapitalkostnader och fördröjd samhällsnytta.

### **3.2.5 Tidsbegrepp i anläggningsbranschen**

Persson (2012) skriver om hur samma tidsbegrepp måste användas vid uppföljning av tider för att de ska kunna jämföras och användas. Han skriver att det i bygg- och anläggningsbranschen av tradition är drifttiden som är den tidsenhet som används vid kalkylering och uppföljning, det vill säga den normala tid en aktivitet tar inklusive pauser. De tidsbegrepp som han definierar och beskriver beskrivs nedan.

Drifttiden består av metodtid och arbetsplatstillskottstid (APL-tid). Metodtiden är den tid då produktion pågår, den tid då det sker en värdeskapande aktivitet på arbetsplatsen. APL-tid är den omkostnadstid som är oundviklig på varje projekt, en "nödvändig" icke värdeskapande tid. Detta inkluderar tid för att gå till och från bodar, containrar, letande efter utrustning, förflyttning mellan olika arbetsmoment, ritningsläsning, prat med arbetskamrater, samordning, kortare raster och så vidare. APL-tiden uppskattas till runt 50 % av drifttiden, det vill säga den är lika stor som metodtiden. Den går ej att planera bort helt men den kan minskas genom exempelvis god samordning och kommunikation, en bra arbetsplatsdisposition och ordning och reda bland utrustningen på arbetsplatsen (Persson, 2012).

Förutom drifttiden så finns det driftavbrotts-tid. Detta är den tid då produktionen stannar helt i över en timme. Det kan bero exempelvis på felutsättning, avbrott, maskinhaveri eller väntande på material. Summan av drifttid och driftavbrotts-tid är totaltid. Det är den tid som det i praktiken tar från att en aktivitet startar tills den är färdigställd. Därmed inkluderas både produktiv och icke produktiv tid (Persson, 2012).



Figur 3. Samband mellan olika tidsbegrepp

Harris & McCaffer (2013) beskriver hur samma arbetsuppgift kan ta olika lång tid för olika beroende på vem som utför den, och även för en och samma person vid olika tillfällen. Detta skriver de att det bör tas hänsyn till vid en observationsstudie för att få en uppskattning över hur lång tid ett visst arbetsmoment tar jämfört med vad som är normalt. Som normalt beskrivs den tid det tar för en genomsnittlig kvalificerad och motiverad arbetare att utföra ett specifikt arbetsmoment. Det nämns dock att detta tempo är något som ingen kan förväntas hålla under en hel dag då alla behöver kortare pauser för vila och återhämtning. På detta sätt kan hänsyn även tas för att samma arbetsuppgift kan förväntas ta olika lång tid vid olika förutsättningar, utan att det för den sakens skull behöver betyda att arbetaren gör ett sämre jobb. De skriver även att det vid en uppskattning av vad som är normal arbetstid bör urskiljas hur stor del av tiden som förväntas avsättas för spontana raster och vila respektive oförutsedda eventualiteter. Hur stor del av arbetstiden som det kan förutsättas behöva avsättas för spontana raster beror enligt författarna på arbetarens kön, ansträngning, noggrannhet, kroppsställning, trötthet, synfokus, ljudnivån, koncentration och arbetsförhållanden (Harris & McCaffer, 2013).

Jonsson (1996) poängterar att det används maskiner med en stor spridning när det gäller storlek, användningsområde och pris vid byggarbetsplatser. Exempelvis har grävmaskiner av olika typ och storlek både olika grävkapacitet, pris, användningsområde och andra för- respektive nackdelar. Därför står det vidare att ingen annan enhet för resursinsats är användbar än pengar när produktiviteten ska jämföras mellan olika maskiner. Dessutom skriver Jonsson (1996) att det är vanligt inom byggbranschen att definitionen för produktivitet inverteras, det vill säga täljare och nämnare byter plats. Detta för att erhålla en mer lättförståelig enhet. Ekvationen för produktivitet blir då:

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Kostnad}}{\text{Producerad enhet}}$$

### 3.2.6 Kommunikationens betydelse för produktiviteten

Enligt Persson (2012) är en väl fungerande kommunikation på en arbetsplats viktig för att säkerhetsställa att samtliga intressenter driver projektet mot samma mål. Detta inte enbart mellan entreprenör, beställare, projektör och andra intressenter utan även inom arbetsstyrkan på arbetsplatsen. Persson (2012) nämner som ett bra exempel på hur detta kan förbättras att ha en gemensam stormatsal på arbetsplatsen. Då erhålls en naturlig samlingsplats där information kan utbytas under mer spontana former. Dessutom ökar det förståelsen mellan yrkesarbetare och tjänstemän för varandras arbete och minskar anonymiteten som kan finnas där. Samverkan ökar och alla på arbetsplatsen känner sig delaktiga och mer insatta i vad som händer (Persson, 2012). Detta är något som även tas upp i ett examensarbete av Holmberg (2010). I intervjuerna som redogörs i arbetet nämner flera av intervjupersonerna de positiva aspekterna med att ha en gemensam matsal för yrkesarbetare och tjänstemän. Somliga nämner enbart att en gemensam samlingspunkt är eftersträvansvärd, men utan att specifikt nämna matsalar. Något annat exempel nämns inte förutom om yrkesarbetare och tjänstemän kan använda samma entré och ha sina lokaler på samma våningsplan. Fördelarna som tas upp är att det underlättar kommunikation, ökar trivseln och blir lättare att prata om småsaker. Att sedan gå in till chefen för att diskutera något blir då inte ett lika stort steg. Några nackdelar nämns inte förutom att det är svårare att genomföra på en större arbetsplats med många yrkesarbetare och tjänstemän (Holmberg, 2010).

Radiokommunikationens inverkan på produktiviteten inom anläggningsprojekt är ett ämne som tas upp i ett examensarbete av Joäng & Sadiković (2014). De konstaterar först att det är svårt att genomföra bra produktivitetmätningar i anläggningsbranschen i synnerhet. De poängterar att även om det är svårt att dra några generella slutsatser av sin studie så påvisas flera indikationer på att produktiviteten höjs av just radiokommunikation mellan yrkesarbetare och maskinister. Denna slutsats har dragits främst av att den uppmätta stilleståndstiden minskat markant under den observationsvecka när radiokommunikation har införts. De nämner dock som svårigheter till att konstatera om slutsatsen är korrekt att ingen hänsyn har tagits till variationen av arbetsmoment, väderlek, geologiska förutsättningar och andra variabler. De har i sin studie även genomfört intervjuer där resultatet visar att både yrkesarbetare, maskinister och tjänstemän anser att deras arbete kan bedrivas mer effektivt med radiokommunikation. Andra fördelar som tas upp av de intervjuade är säkerhetsaspekten, risken för missförstånd samt att delaktigheten ökar när fler blir medvetna om vad som sker på arbetsplatsen (Joäng & Sadiković, 2014).

# 4 Byggnation av vatten och avlopp

*I detta kapitel redogörs kort bakgrundsinformation som är relevant för att förstå studien. Det beskrivs hur en VA-ledning byggs och vilka krav som gäller. Det ges även en beskrivning av de olika typer av grävmaskiner som är aktuella för studien.*

## 4.1 AMA Anläggning 13

AMA står för allmän material- och arbetsbeskrivning. Det är en serie med referensböcker som beskriver krav på material och utförande för vanliga arbeten inom byggbranschen (Svensk Byggtjänst, 2016:1). De ges ut av företaget Svensk Byggtjänst och är således inte något lagkrav eller liknande, utan används som en frivillig överenskommelse mellan utförare och beställare av en entreprenad. För att AMA ska gälla måste det således åberopas i exempelvis förfrågningsunderlaget. Den blir juridisk bindande först genom avtalslagen (Lag 1915:218), eftersom det då står i avtalet att den ska gälla. Trafikverksutredningen (2009) konstaterar att trots att denna branschstandard finns görs det ofta ändringar och olika val av beskrivningssätt. Detta är något som försvårar ett standardiserat arbetssätt i branschen.

AMA Anläggning 13 är det referensverk inom AMA som behandlar anläggningsarbeten. Siffran 13 står för året som den gavs ut, och är den till dags datum gällande. En ny version ges ut vart tredje år. Till AMA Anläggning finns även RA Anläggning som innehåller råd och anvisningar, och MER Anläggning som innehåller Mät- och ersättningsregler för anläggningsarbeten (Svensk Byggtjänst, 2016:2). Vilken version av AMA som är gällande för en viss entreprenad styrs av avtalet. Det är den som nämns där som gäller även om det har kommit ut en senare. AMA Anläggning innehåller bland annat krav på utformning av en jordschakt för rörledning, vilka mått som ska gälla runt om ledningen, vilka material som ska omgärda ledningen, krav på packning samt definitioner för olika materialtyper och deras krav.

## 4.2 VA – Vatten och avlopp

Förkortningen VA står för vatten och avlopp. Med VA-arbeten menas således de arbeten som kopplas till VA. Till avlopp räknas både dagvatten och spillvatten. I äldre ledningar

är det vanligt att dessa båda kombinerades i en och samma ledning, men idag vill man ha separata system med olika ledningar (Lidström, 2012).

Att gräva ned vatten- och avloppsledningar är något som görs i stor mängd. I stort sett alla byggnader behöver vatten och avlopp, och dessa ledningar ska även leda från ett vattenverk och till ett reningsverk. I Sverige finns det idag över 170 000 km VA-ledning nedgrävt i marken (Malm & Svensson, 2011). Om alla dessa ledningar skulle bytas ut skulle det ske till en kostnad av ca 500 miljarder kronor. Det är därför av stor vikt att den nybyggnation av ledningar som görs sker med en bra kvalitet, så att ledningarna får maximal livslängd. Det byggs idag cirka 1450 km nya VA-ledningar per år. Detta till en kostnad av cirka 7 miljarder kronor (Malm & Svensson, 2011). Det behövs bland annat nya ledningar när ny mark förbereds för bebyggelse, ett så kallat exploateringsområde.

VA SYD (2016) beskriver och definierar de olika delarna i ett VA-nät. De större ledningar som betjänar flera fastigheter benämns huvud- eller stamledningar. Från dessa går servisledningar in till respektive fastighet. Ledningar för dag- och spillvatten läggs normalt med självfall ut från fastigheten. Vattenledningen är trycksatt. Serviserna är ihopkopplade med huvudledningen med antingen ett grenrör eller i en brunn. Brunnen kan vara av typen tillsyns- eller nedstigningsbrunn. Brunnar sitter även i alla andra knytpunkter eller riktningsförändringar på ledningarna. Undantaget är vattenledningar som inte har brunnar, eftersom dessa ledningssystem är slutna och trycksatta. (Nykvarns kommun, 2012) (VA SYD, 2016). I förbindelsepunkten nära fastighetsgränsen där servisledningen övergår från att tillhöra kommunen till fastighetsägaren sätts en avstängningsventil på vattenledningen. På spillvattenledningen placeras en rensbrunn vid ungefär samma läge för att ledningen skall kunna spolras i framtiden (Nykvarns kommun, 2012).

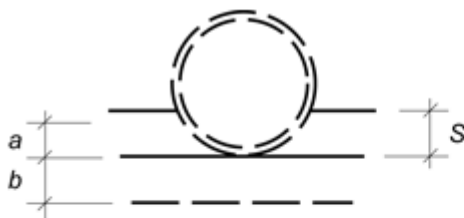
Nedan redovisas hur en nybyggnation av VA-ledningar kan gå till, samt vilka regler som styr byggnationen. Reglerna angående mått och dylikt kommer från AMA Anläggning 13. De VA-arbeten som studerats i denna studie där VA-arbeten utförts följer till största delen detta förfarande.

Första steget är att schakta en ledningsgrav i vilken ledningarna kan läggas. Djupet på schakten styrs av på vilket djup ledningarna har projekteras. Slänten på schakten styrs av de geotekniska förhållanden som råder. Eventuellt vatten i rörgraven pumpas ut. Ibland kan schakterna behöva spontas för att förhindra ras och hålla grundvatten ute. Ledningarna ska ligga på frostfritt djup, men det måste även anpassas efter djupet på de befintliga ledningar som det ska anslutas till. Självfallsledningar läggs med minst föreskriven lutning för att förhindra bakfall.

Då flera ledningar läggs i samma ledningsgrav placeras de på olika djup och med förskjutning i sidled. Vattenledningen ligger grundast, sedan dagvatten och djupast spill. Detta för att man vill ha renast vatten överst och smutsigast nederst. Ibland byter dag- och spillvattenledningen plats så att dag ligger djupast. Förskjutningen i sidled är till för att det i framtiden ska gå att gräva fram och laga en ledning utan att de andra behöver tas sönder (Nykvarns kommun, 2012).

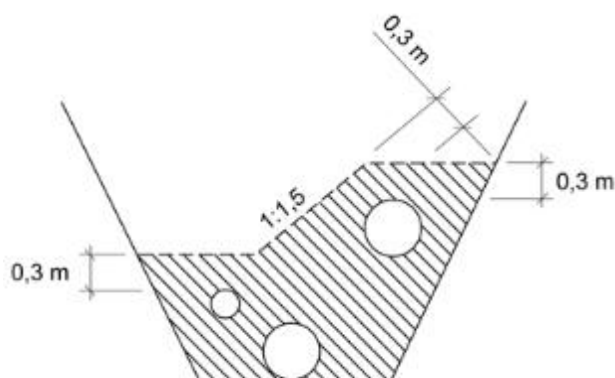


Under ledningen läggs en ledningsbädd på minst 15 cm av materialtyp 2 (block- och stenjordarter; grovkorniga jordarter) eller 3B (blandkorniga jordarter). Största kornstorlek är 31,5 mm, förutom för betongledningar då det får vara 63 mm. På ledningsbädden läggs ledningen. Därefter läggs stödpackning runt om ledningen som håller den på plats. Denna packas och därmed även ledningsbädden därunder. Stödpackningen ska vara av samma material som ledningsbädden. Krav för all packning finns i AMA Anläggning (Svensk Byggtjänst, 2013). Figurer med krav på mått visas i Figur 4 och 5 nedan.



- S = Stödpackningszon =  $0,2 D_y$ , dock minst 0,05 m
- a = Understa packningslagets tjocklek vid packning inom stödpackningszon,  $0 < a \leq S$
- b = Ledningsbädds tjocklek, vid opackad ledningsbädd före rörläggning eller tjocklek för översta lager i kringfyllning för underliggande ledning, vid opackat översta lager före rörläggning

**Figur 4. Ledningsbädd och stödpackning. Bild tagen från AMA Anläggning 13. Använd med tillstånd från Svensk Byggtjänst.**



**Figur 5. Kringfyllning runt VA-ledning. Bild tagen från AMA Anläggning 13. Använd med tillstånd från Svensk Byggtjänst.**

Ovanpå stödpackningen och ledningen läggs kringfyllning till en höjd av 0,3 m över ledningens hjässa. Detta med materialtyp 2, 3B eller 4 (blandkorniga jordarter; finkorniga jordarter) som packas. Slutligen återfylls hela rörgraven med befintligt material och packas enligt krav i AMA Anläggning (Svensk Byggtjänst, 2013).

En traditionell arbetsstyrka vid nyläggning av VA kan utformas på en mängd olika sätt. Ett exempel är att ha två gäng med olika arbetsuppgifter enligt följande. Först kommer en frontmaskin som schaktar rörgraven. Frontmaskinen är en bandgrävmaskin i storleksordningen runt 30 ton. Med den går två anläggningsarbetare som hjälper till med schaktandet, lägger ledningsbädd, rör och kringfyllning. Därefter kommer nästa arbetsgäng som återfyller och packar massorna. Till det används en något mindre grävmaskin, runt 25 ton och 1-2 anläggningsarbetare. Dessutom behövs vanligtvis en servicemaskin som kör fram material. Det handlar om rör, brunnar och krossmaterial. Till det kan en grävlastare eller hjullastare användas. Denna arbetsstyrka benämns tillsammans för en VA-trupp eller VA-grupp.

Ett annat alternativ är att genomföra VA-förläggningen med en långgrävare. För att se vad som skiljer en långgrävare från en traditionell bandgrävmaskin, se under rubrik 4.3 nedan. Nu ersätts hela den nyss beskrivna arbetsstyrkan och maskinparken med en enda långgrävare och 2 till 3 anläggningsarbetare. Dessa utför nu samtliga moment. Om möjligt ersätts också servicemaskinen av långgrävaren, vilket blir möjligt tack vara maskinens räckvidd och en planering av arbetet som anpassas efter detta.

## 4.3 Grävmaskiner

### 4.3.1 Traditionell bandgrävmaskin

En bandgrävmaskin är en grävmaskin som går på band. Alternativet är hjulburna grävmaskiner. På moderna grävmaskiner är det normalt hydraulik som styr maskinens rörelser. Banden på en bandgrävmaskin ger en högre stabilitet och ett betydligt lägre marktryck jämfört med en grävmaskin som går på hjul. Banden ökar terrängframkomligheten men minskar förflyttningshastigheten. Bandgrävmaskiner används till i stort sett alla sorters grävarbeten som innebär förflyttning av jordmassor.

På en bandgrävmaskin är räckvidden normalt mer eller mindre proportionell mot storleken på maskinen. Exempelvis har en bandgrävmaskin från Volvo med maskinvikt runt 30 ton en maximal räckvidd på cirka 11 meter, medan en med maskinvikt på runt 22 ton har en maximal räckvidd på cirka 10 meter. Den största skillnaden beroende på maskinens storlek är dock vilken skopvolym som kan användas och kraften bakom skopan vid grävning. En större maskin har en större grävkapacitet men väger och kostar mer.

Många grävmaskiner är idag utrustade med en tiltrotator. Ibland kallas den för rotortilt eller rototilt efter en tillverkare. Det är ett redskap som fästs direkt på maskinens redskapsfäste och som har ett eget redskapsfäste för en skopa eller ett annat redskap. Tiltrotatorn möjliggör att skopans läge och rörelse anpassas i väldigt hög grad. En nackdel med tiltrotatorn är att tippradien ökar och lyftkapaciteten blir lägre. Större grävmaskiner (över 40 ton) saknar vanligtvis tiltrotator då den inte klarar de stora krafter de maskinerna gräver med. De kan istället ha en tiltfunktion på skopans vid behov.

Idag är det även vanligt att grävmaskiner är utrustade med maskinstyrning. Det innebär ett system där grävmaskinen är utrustad med en GPS-mottagare samt sensorer som hela tiden känner av läget på maskinens rörliga delar. På så sätt kan skopans läge i förhållande till en 3D-ritad modell över bygget hela tiden visas i realtid på en skärm för maskinföraren. Därmed minskas behovet av utsättning, eftersom maskinföraren själv kan kontrollera höjd, plan och lutning. En enklare variant är att maskinen endast är utrustad med ett grävsystem. Med det menas ett system utan GPS-mottagare. Maskinen kan då ändå ha koll på höjder och lutningar genom att utgå från en referenspunkt och sedan ta med sig en höjd därifrån.

Grävmaskinerna har normalt alltid med sig ett flertal olika skopor och redskap till en arbetsplats för att kunna byta vid behov. Det kan vara olika storlek, bredd eller annan funktion som skiljer mellan skoporna. Även pallgafflar kan användas, fast då krävs att maskinen är utrustad med tiltrotator. Att byta skopa görs på något tiotal sekunder.

### **4.3.2 Långgrävare**

En långgrävare är en bandgående grävmaskin som har en betydligt längre räckvidd än motsvarande traditionell grävmaskin. Exempelvis har samma 30-tons grävmaskin som i exemplet ovan en räckvidd på 18,5 meter istället för 11 meter när den är utrustad som långgrävare med längre bom och skaft. En fördel med den längre räckvidden är att arbetsområdet blir betydligt större. En radie på 11 meter innebär ett teoretiskt arbetsområde på 380 m<sup>2</sup>, medan en radie på 18,5 meter ger ett arbetsområde på 1080 m<sup>2</sup>. Därmed kan maskinen arbeta över en betydligt större yta utan att behöva flytta sig. Nackdelarna med en längre räckvidd är ett högre pris, lägre kraft bakom skopans, en större egenvikt på bommen samt en mindre skopvolym. Vid rena schaktarbeten har långgrävaren därför en betydligt lägre grävkapacitet. Vid maximal räckvidd är lyftkapaciteten högst några hundra kilo innan maskinen tippar beroende på i vilken riktning underredet står. Detta trots att maskinen har en tyngre motvikt jämfört med om den varit utformad med kortare räckvidd.



**Figur 6. Bild på långgrävare modell Volvo EC300 LR. Foto taget under observationsstudien i Limhamn.**

Långgrävare brukar ses som en specialmaskin för speciella arbetsuppgifter. Det kan vara att putsa långa slänter eller rensa dammar. Arbetsuppgifter där räckvidden behövs för att nå långt med skopan. Figur ovan visar en 30-tons långgrävare från Volvo. Observera längden på grävarmen, över 18 meter. På en traditionell bandgrävmaskin med motsvarande storlek hade grävarmen varit runt 11 meter. Tack vare sin räckvidd kan maskinen lägga kringfyll längs hela de 15 meter långa serviceledningarna utan att behöva förflytta sig över stamledningen.

Att använda långgrävare för ett exploateringsområde är ett arbetssätt som Skanska har börjat med först 2014. Såvitt känt har inget annat entreprenadföretag tagit efter denna produktionsmetod ännu. Det varierar även inom Skanska beroende på projektets natur och vem som bestämmer vilka maskiner som ska användas.

# 5 Resultat från observationer

*I detta kapitel redovisas den information som samlats in under studien. Det redogörs för vart och ett av de projekt som studerats. Först ges en beskrivning av projektet, därefter en redogörelse för de arbeten som utförts och sist redovisas de mätresultat som fåtts och den övriga information som erhållits under studien.*

## 5.1 Val av fallprojekt

I ett tidigt skede av examensarbetet, när olika alternativ och uppslag diskuterades, valdes det aktuella ämnet och bedömdes genomförbart just för att det fanns två lämpliga projekt med relevanta arbetsuppgifter under den tidsperiod som examensarbetet skulle skrivas, det ena projektet med långgrävare och det andra utan. Båda dessa projekt var exploateringsområden vilket gav förhoppningen om likartade arbetsuppgifter i form av terrassering och VA-arbeten, arbetsuppgifter där långgrävare börjat användas av det aktuella fallföretaget först nyligen. Avsikten vid val av projekt var att hitta så likartade projekt som möjligt. Idealfallet vore två projekt där den enda skillnaden är just att ett projekt använder långgrävare medan det andra istället använder en traditionell VA-grupp bestående av vanliga bandgrävmaskiner. Exploateringsområde valdes för att det antas ge någotsånär lika förutsättningar för att vara anläggningsprojekt. En obebyggd tomt ska förberedas för byggnation av bostäder.

Under tiden som observationerna pågick vid projektet med långgrävare uppkom problem med referensprojektet. Det visade sig att majoriteten av VA-arbetena där skulle utföras först till hösten, månader efter studiens avslutande. Det skulle inte utföras några VA-arbeten inom lämplig tidsperiod som kunde användas i studien. Försök att hitta andra lämpligare projekt gjordes men lyckades inte. Däremot hittades ett tredje projekt som förvisso inte heller var så likt det första projektet, men som ändå var bättre än inget alls. Detta projekt var ESS, en forskningsanläggning och inte ett exploateringsområde, men det utfördes i alla fall VA-arbeten där om än av en helt annan karaktär än vid långgrävarprojektet.

En långgrävare har studerats vid det första projektet, därefter har en maskingrupp bestående av tre bandgrävmaskiner studerats vid det andra projektet och sist har en bandgrävmaskin studerats vid det tredje projektet. Det är alltså ett projekt där långgrävare används, och två projekt där långgrävare inte används vilka får tjäna som referensprojekt. VA-arbeten utförs endast på de två förstnämnda projekten.

## 5.2 Fall långgrävare Limhamn

### 5.2.1 Beskrivning av projekt

Projektet som valdes för fallstudie av långgrävare är ett exploateringsområde i Limhamn i Malmö. Studierna på arbetsplatsen bestod av först två kortare besök på arbetsplatsen och därefter observationer under totalt tio arbetsdagar. Projektet bedömdes vara intressant för studien just för att det använder långgrävare i ett exploateringsprojekt. Arbetsuppgifterna kan beskrivas som att obebyggd före detta industrimark förbereds för byggande av bostadshus.

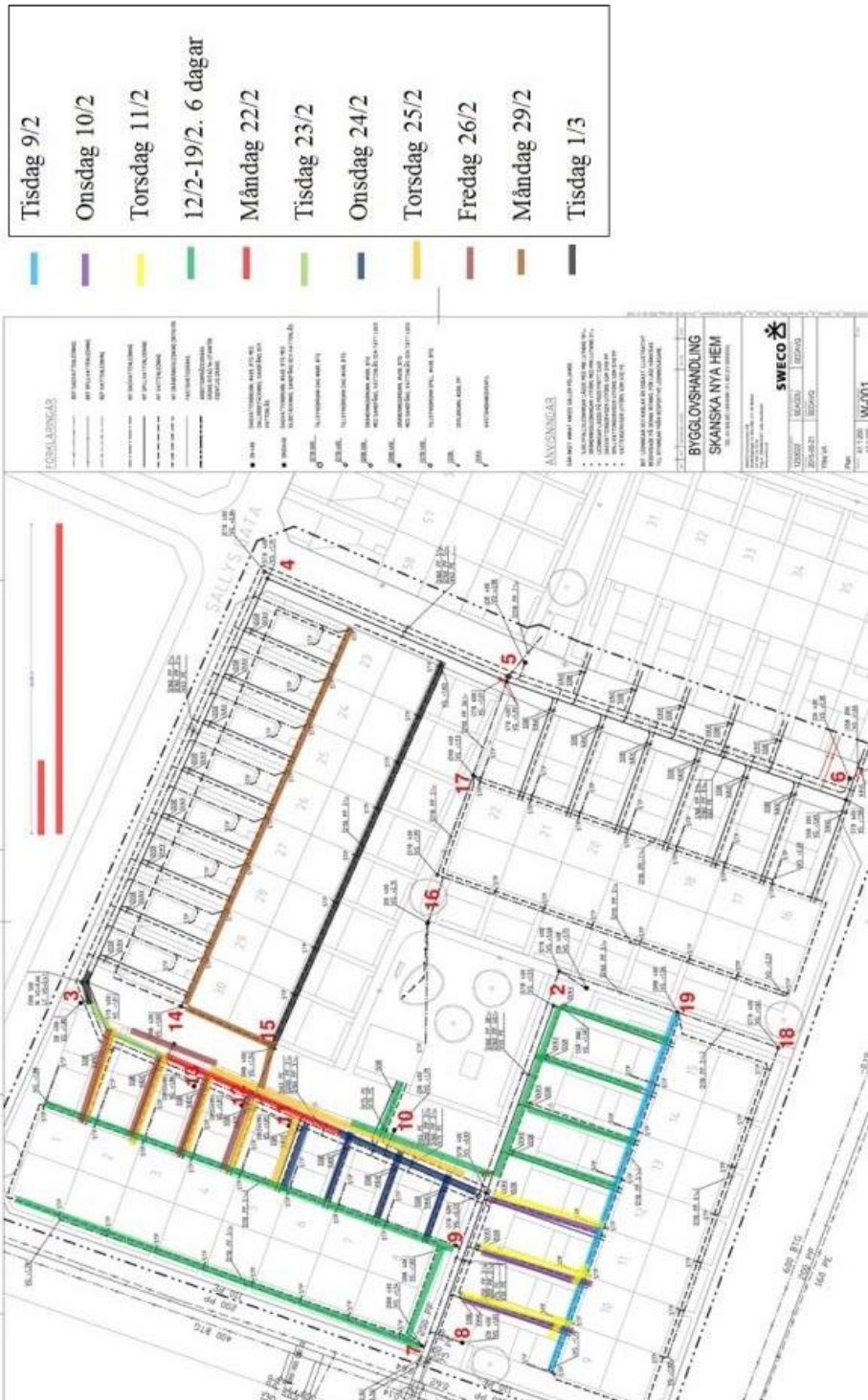
På den aktuella tomten skall 30 radhus på 135-155 kvadratmeter byggas enligt Figur . Radhusen är fördelade på fyra radhuslängor, två med 7 bostäder vardera och två med 8. Radhusen är i två våningar och med upplåtelseform äganderätter. En detalj om husen som även påverkar anläggningsarbetena är att de är Svanenmärkta. Detta innebär bland annat hårda miljökrav vad gäller energiförbrukning, byggmaterial, vattenförbrukning och även i byggprocessen. En del i detta är att byggarbetsplatsen, även vid anläggningsarbetena, uppfyller Skanskas egen miljömärkning Grön arbetsplats. Detta innebär krav under byggtiden på bland annat miljömärkt el, isolerade bodar, lågenergibelysning, maskinförare utbildade i sparsam körning, extra miljökrav på fordon, avfallshantering, miljömärkta kemikalier och så vidare.

Byggherre är Skanska Nya Hem och entreprenör för anläggningsarbetarna är Skanska Väg & Anläggning. Vid tidpunkten för observationerna utförs arbete med byggnation av vatten- avlopps- och dagvattenledningar. Stamledningar byggs fortlöpande med servisledningar. Dessutom byggs dräneringsledningar längs med alla framtida grunder.

Organisationen på projektet består av en produktionschef, en arbetsledare, en mättekniker, en maskinförare och tre anläggningsarbetare. Maskinerna som används är en 33-tons långgrävare Volvo EC300 LR med 18,5 meters räckvidd och en servicemaskin i form av en hjullastare Volvo L30 på 6 ton. Långgrävaren är utrustad med tiltrotator och maskinstyrning. Hjullastaren har ingen egen maskinförare utan den körs av en av anläggningsarbetarna vid behov. Dessutom tillkommer en schaktbil för att köra bort överskottsmassor och en schaktbil som levererar inköpt krossmaterial till arbetsplatsen. Schaktbilarna hyrs in vid behov.

Geologin på arbetsplatsen är speciell. De översta massorna i marken är tidigare ditkörda saneringsmassor, men som nu är sanerade och rena. Dessa består av lera med ett stort inslag av grus och sten. Vissa delar av massorna är för vattenskadade för att användas och måste lastas på schaktbil och köras bort. Detta är dock inget stort problem då projektet har ett massöverskott på lera och plats för upplag finns på tomten intill. Matjord saknas dock helt och får köpas in där det senare ska anläggas gräsmattor. Vid startpunkten för markarbetena är stora delar av tomten stående under vatten och behöver torrläggas genom pumpning. Även tomtens havsnära läge orsakar vattenproblem. Vid inlandsvind stiger grundvattnet så att det ibland tränger upp i botten på ledningsschakterna. Då används makadam (krossat berg med kornstorlek 16-32 mm)

istället för krossmaterial med kornstorlek 0-30 mm till ledningsbädd och kringfyll. Detta då makadam är självpackande och kapillärbrytande. 0-30 å andra sidan går inte att packa över huvud taget när den är vattenmättad. Makadam används även kring alla dräneringsledningar enligt krav i AMA eftersom den är vattenförande.



Figur 7. Ritning över projektet i Limhamn. Arbetets framfart dag för dag under studiens gång. Brunnarna är numrerade. Tidsschemat ritat av observatören. Publicerad med tillstånd från Skanska.



## 5.2.2 Beskrivning av utförda arbeten

I Figur visas en ritning över de VA-arbetena vid projektet. De stora röda siffrorna namnger de större brunnar med diameter 400-600 mm som anläggs till dag- och spillvattenledningarna för tillsyn och i vissa fall även sandfång.

När studien påbörjades var stamledningen klar men inte återfylld från brunn 7 i till och med brunn 1. Vid studiens avslutande var samtliga ledningar kring de två västra radhuslängorna klara och stammen färdig till och med brunn 3. Dessutom var dräneringsledningarna österut från brunn 14 och 15 lagda. Det som återstod var alla stamledningar och serviser vid de båda östra byggnaderna med brunnarna 4, 5, 6, 16 och 17.

Längs med schakten för stamledningarna vid brunn 7, 9 och 2 gick ett tråg med 15 stycken 110 mm skyddsror innehållandes elkablar. Dessa skulle bevaras och var i drift under byggtiden vilket skapade ett hinder som försinkade arbetet. Dessutom korsade sju serviser ut från denna huvudledning elkablarna varför det behövde grävas under skyddsroren utan att flytta dessa. En sådan försiktig grävning tar betydligt längre tid och kräver noggrannhet så att inget grävs sönder. En anläggningsarbetare måste stå och titta i vinklarna där maskinförarens sikt är skymd och signalera för att skopans rörelser ska bli rätt. Där ledningar korsar varandra exempelvis de dräneringsledningar som korsar samtliga serviser vill man gräva den djupare ledningen först och därefter återfyll. På grund av ett missförstånd och oklarheter kring utsättningen läggs dock en dräneringsledning för djupt varefter det måste tunnlas under den 7 gånger, vilket försvårar arbetet och skapar irritation på arbetsplatsen.

Schaktdjupet vid VA-arbetena varierade mellan cirka 0,5 meter till som mest nära 3 meter. Stamledningen är oftast 2-3 meter djup, serviserna 0,5-1 meter. Släntlutning är 2:1. Vilket djup under markytan som det låg berg på varierade också. Som grundast redan efter 0,5 meter men på de flesta avsnitt nåddes aldrig berg. Berget bestod av kalksten med inslag av flinta. Det var mjukt nog att kunna grävas med vanlig schaktskopa, men det tog betydligt längre tid att schakta än där det bara var lera.

Att mäta hur många löpmeter ledning per dag som produceras en enskild dag visade sig svårare än väntat. Detta då en sträcka sällan görs färdigt på en dag. Istället är det en längd som schaktas, en annan längd det läggs kringfyll i, en tredje det läggs ledning i och en fjärde som återfylls. Dessutom varierar både schaktens djup och bredd. Det går dock att mäta hur mycket som producerats under ett antal dagar. Studien pågick under 10 arbetsdagar. Dessa dagar var dock inte helt sammanhängande utan en glapp inträffade efter 3 dagar. Studien avbröts en torsdag och återupptogs först 6 arbetsdagar senare. Men hur mycket som gjorts under dessa 6 dagar kunde mätas. Således finns värden för 16 arbetsdagar. Men inte heller dessa värden är helt perfekta då en viss sträcka var schaktad sedan tidigare, men ledning lades och återfylldes under studiens gång. När en ledning på detta sätt endast byggts halvvägs färdigt har det räknats som att ledningen har gjorts helt från början fast att den endast är hälften så lång. En schematisk bild över vilka arbeten som utfördes vilka dagar visas i Figur . Observera dock att exakt

vilka dagar som en viss sträcka utfördes ibland är något godtyckligt. Detta då flera olika arbetsmoment kan utföras på samma sträcka under olika dagar. Figuren visar endast vad som har observerats och nedtecknats efter varje arbetsdag.

Totalt under dessa 16 arbetsdagar lades 80 meter stamledning, ca 2 meter djup och 1 meter bred i schaktbotten, med spill-, dag- och vattenstam. De mått som anges är uppskattade medelvärden. Det gjordes 15 serviser på vardera ca 15 meter, totalt 225 meter. Dessa var cirka 0,5 meter djupa och 1 meter breda i schaktbotten. Därutöver lades det 170 löpmeter med dagvatten och dränledning i samma rörgrav. Måtten är här okända då det skedde mellan observationstillfällena men det kan antas ett tvärsnitt på 0,5 m<sup>2</sup>. Det gjordes även 130 meter enbart dränledning, cirka 0,5 meter bred och 0,5 meter djup. Vid så här grund schaktdjup används oftast en släntlutning på 2:1, men ibland är slänterna nästan lodräta. Det sattes 12 brunnar av varierande storlek. Observera dock att ovanstående värden är ungefärliga. De har ej uppmätts i elektroniskt format utan endast med skalstock på ritning utifrån vad som okulärt observerats på arbetsplatsen. Som kuriosita kan nämnas att en dag producerades det 55 meter färdig dräneringsledning på förmiddagen. På eftermiddagen grävdes sedan 4 meter stamledning där det uppstod stora svårigheter.

### 5.2.3 Mätresultat

Vilka kategorier som arbetet delas upp i bestämdes främst vid en pilotstudie där arbetsplatsen besöktes innan den egentliga studien påbörjades. Två förberedande besök gjordes för att få en bild av projektet och påbörja planeringen av observationernas utförande. Därefter påbörjades studien nästkommande vecka. Studien avbröts dock efter tre dagar då produktionen drabbades av hinder på grund av felaktiga datormodeller över schakthöjderna. Att fortsätta studien när hindret med felaktiga datormodeller var avklarat bedömdes ge en mer rättvisande bild av arbetsplatsen. Studien återupptogs sex arbetsdagar senare under sju arbetsdagar.

De kategorier som användes vid tidtagningen för projektet är schakt, ledningsbädd & kringfyll, återfyll & terrassjustering, flytt av massor, APL-tid samt övrigt. Med schakt menas den tid då befintliga massor grävs upp och läggs på hög eller schaktbil. Med ledningsbädd & kringfyll menas läggande krossmaterial i rörgraven under och över rören. Här används främst material med diameter 0-30 mm men även 16-32 och 0-2 används. (Krossmaterialen benämns efter vilken kornstorlek de har i millimeter.) Återfyll terrass innebär återfyll av befintliga lermassor i rörgravar ovanpå kringfyll. Här räknas även in justering av lerans höjd när det är helt återfyllt och justering av markytan där det inte ska schaktas. Flytt massor står för flytt av material från en hög till en annan. Det kan vara lerhögar som flyttas eller läggs på schaktbil eller materialhögar som flyttas inom arbetsplatsen för att kunna nås från andra positioner. APL-tid är den tid då maskinen står stilla. Därför benämns den ibland även som stilleståndstid. Det är vanligen väntan eller då samtal förs. Hit räknas även tid för transport till och från bodarna eller när rasterna blir förlängda, av möte eller av annan orsak. Även avbrottstid har inkluderats här. En kontroll över om det finns några driftavbrott görs i analysen

utifrån de observationsprotokoll som finns som bilaga. Som övrigt räknas tid för maskinens förflyttning, kontroll av höjder och lyft av utrustning såsom brunnar, rör eller packningsmaskiner. I protokollet noteras om det är flytt av maskin eller lyft av utrustning det rör sig om. En extra kategori användes till en början i tron att den skulle komma att användas, men avskaffades sedan när det visade sig att den sortens arbete inte skulle komma att utföras mer än i försumbar mängd. Denna kategori var Överbyggnad, vilket innebar spridande av förstärknings- och bärlagergrus. Totalt ägnades 90 minuter av denna kategori under en enda dag. Detta motsvarar 2 % av totaltiden för studien. Dessa 90 minuter har slagits samman med kategorin flytt massor.

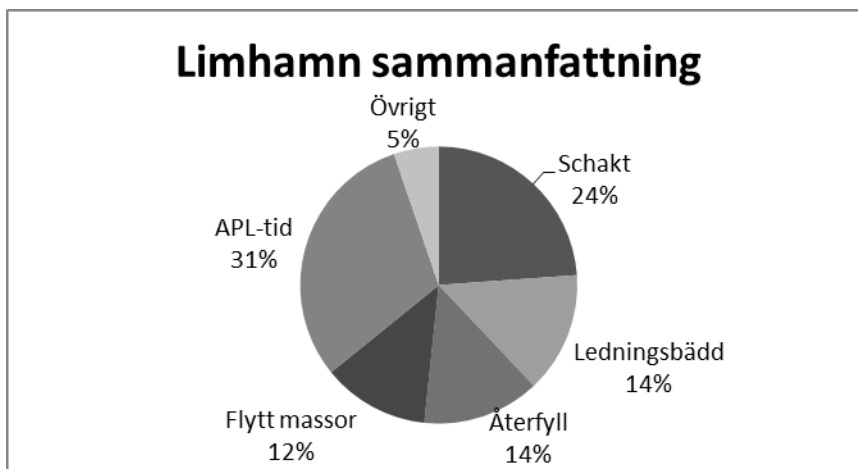
I Tabell 2 och 3 nedan redovisas långgrävarens arbetstidsfördelning under de tio dagar som studien pågick. Resultatet är en sammanställning från observationsprotokollen i bilaga 1. Den första tabellen redovisar tidsfördelningen i minuter och den andra i procent av arbetsdagen. Figur visar ett diagram över den totala tidsfördelningen för maskinen.

**Tabell 2. Tidsfördelning i minuter dag för dag.**

| Plats        | Limhamn |                           | Maskin              | Volvo EC300 LR |         | Övrigt |
|--------------|---------|---------------------------|---------------------|----------------|---------|--------|
|              | Schakt  | Ledningsbädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor   | APL-tid |        |
| Dag 1        | 108     | 64                        | 48                  | 42             | 189     | 29     |
| Dag 2        | 207     | 23                        | 0                   | 75             | 160     | 15     |
| Dag 3        | 58      | 66                        | 4                   | 9              | 311     | 32     |
| Dag 4        | 172     | 32                        | 17                  | 104            | 111     | 44     |
| Dag 5        | 113     | 107                       | 114                 | 18             | 99      | 29     |
| Dag 6        | 115     | 102                       | 89                  | 33             | 118     | 23     |
| Dag 7        | 115     | 83                        | 128                 | 57             | 79      | 18     |
| Dag 8        | 3       | 82                        | 153                 | 79             | 143     | 20     |
| Dag 9        | 146     | 54                        | 57                  | 141            | 69      | 13     |
| Dag 10       | 108     | 64                        | 48                  | 42             | 189     | 29     |
| <b>Summa</b> | 1145    | 677                       | 658                 | 600            | 1468    | 252    |
| <b>Andel</b> | 24%     | 14%                       | 14%                 | 13%            | 31%     | 5%     |

**Tabell 3. Tidsfördelning i procent dag för dag.**

| Plats        | Limhamn    |                           | Maskin              | Volvo EC300 LR |            |           |
|--------------|------------|---------------------------|---------------------|----------------|------------|-----------|
| Dag          | Schakt     | Ledningsbädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor   | APL-tid    | Övrigt    |
| Dag 1        | 23%        | 13%                       | 10%                 | 9%             | 39%        | 6%        |
| Dag 2        | 43%        | 5%                        | 0%                  | 16%            | 33%        | 3%        |
| Dag 3        | 12%        | 14%                       | 1%                  | 2%             | 65%        | 7%        |
| Dag 4        | 36%        | 7%                        | 4%                  | 22%            | 23%        | 9%        |
| Dag 5        | 24%        | 22%                       | 24%                 | 4%             | 21%        | 6%        |
| Dag 6        | 24%        | 21%                       | 19%                 | 7%             | 25%        | 5%        |
| Dag 7        | 24%        | 17%                       | 27%                 | 12%            | 16%        | 4%        |
| Dag 8        | 1%         | 17%                       | 32%                 | 16%            | 30%        | 4%        |
| Dag 9        | 30%        | 11%                       | 12%                 | 29%            | 14%        | 3%        |
| Dag 10       | 23%        | 13%                       | 10%                 | 9%             | 39%        | 6%        |
| <b>Medel</b> | <b>24%</b> | <b>14%</b>                | <b>14%</b>          | <b>13%</b>     | <b>31%</b> | <b>5%</b> |



**Figur 8. Arbetstidsfördelning för långgravaren.**

### 5.2.4 Övriga iakttagelser

Vid schaktandet för serviserna längs den södra stamledningen behövdes det tunnlas under ett sjok med 15 stycken 110 mm skyddsror med högspänningskablar. Vid detta schaktande fick anläggningsarbetarna stå och titta så att skopan inte skadade skyddsroren eftersom maskinisten har skymd sikt. Under studiens gång medför skymd sikt för maskinisten att självfallsledningar som precis har grävts ner går sönder två gånger när skopan tar i dem. Vid båda tillfällena stod en anläggningsarbetare och

observerade var skopan var, men då han började vifta med händerna var det redan för sent. Hade dessa missöden kunnat undvikas om radioutrustning använts? Att sedan laga en sådan skada gör sedan en anläggningsarbetare på egen hand på cirka 15-30 minuter.

Att de första serviserna som byggdes skulle ta längre tid innan alla kommit in i arbetet hade de räknat med från början. Men under byggandet av de första serviserna uppstod flera problem varför arbetets fick avbrytas och flera extra möten hållas. Man kom överens om hur de stora problemen skulle lösas, och något mindre avfärdades med orden "löses på plats". Denna fras visade sig dock inte fungera varför nya problem uppstod. Denna dag, studiens tredje, kom APL-tiden att uppgå till 65 %. Under stilleståndens gång ställdes lite frågor till maskinisten. På en fråga uppgavs att Skanska börjat använda långgrävare för den här sortens projekt sedan 2014. Fördelarna med detta är enligt maskinisten följande: Att maskinen flyttar sig mindre och förstör därmed ej förstör den blöta leran. Att terrassen inte körs sönder innebär att man inte behöver riskera att få skrapa bort allt ytmaterial för att sedan ersätta med nytt. När anläggningsarbetarna arbetar intill maskinen kan den med sin räckvidd arbeta längre bort. Den når material, både grus och rör, så att material inte behöver köras hela vägen fram och en servicemaskin inte behövs.

Långgrävaren är utrustad med fyra skopor, varav det främst är tre som används. Den byter skopa frekvent, ibland flera gånger på bara någon timme. Ett byte tar dock endast runt något tiotal sekunder. Mest används en planeringsskopa på 950 l. Dess bredd är 1200 mm. Vid schakt i hårdare material används vid behov en tandad schaktskopa på 750 l. Vid smala schakter en kabelskopa på 450 l. Den fjärde skopan är en längre schaktskopa. Tiden det tar att schakta en skopa varierar men ligger vid ett antal mätningar runt cirka 10 till 20 sekunder. Vid konstant slevande cirka 12 sekunder. Ibland tar det längre tid för att exempelvis schaktslänterna eller schaktbotten putsas. Eller för att materialet är bergigt och måste rivs upp med schaktskopans tänder. Att fylla en schaktbil med dåligt material som redan lagts i högar tar cirka 2-3 minuter vid konstant schaktande och fyller ett lass på 8-10 skopor. Schaktbilen är då en treaxlig lastbil utan släp. På kvällen särskilt då regn väntas under natten eller nästkommande dag används den sista tiden åt att putsa till alla grus- och lerhögar så att de blir släta. Detta för att regnvattnet ska rinna av så att materialet förblir någorlunda torrt.

Långgrävarens räckvidd utnyttjas i stort sett hela tiden. Undantaget är vid själva schaktandet av rörgravar då maskinen alltid står nära schakten. Anledningar till att det endast schaktas nära maskinen kan vara att sikten är bättre samt att brytkraften blir sämre när skopan är längre bort från maskinens tyngdpunkt. De varor, exempelvis rör och brunnar, som levereras har vanligtvis lastats av på en yta cirka 75 meter bort. En kranbil som används vid ett närliggande projekt används då för att sedan köra in varorna på byggarbetsplatsen. Då nya varor anländer lastas de av direkt på arbetsplatsen. Materialet lossas av köparen ("LOK" – levererat olossat köparen). Långgrävaren flyttar sedan runt materialet inne på arbetsplatsen. Den servicemaskin som ändå finns i form av en mindre hjullastare modell Volvo L30 används mycket lite. Det handlar ibland om att köra fram en skopa makadam eller att ställa in en packningsmaskin ("padda") i en låst

container över natten. De flesta dagar används servicemaskinen inte alls, och när den används handlar det för det mesta om några tiotals minuter under en hel arbetsdag.

Schakt och fyll sker sällan samtidigt. Det är inte ofta en ny servis schaktas samtidigt som den bredvid ska fyllas igen. Istället läggs materialet vanligtvis på hög eller direkt på lastbild för att köras bort. Det som körs bort är som regel vattenskadat och för dåligt för att användas. Återfyll sker sedan från de kvarvarande högarna. Terrassen görs ej färdig eller justeras nu på grund av att det är blött. Om det varit sommar hade detta gjorts samtidigt vilket varit mer effektivt. Det görs endast en grovjustering där eventuellt dåliga massor tas bort. När rörgrav grävs för dränledning körs nästan allt material bort på lastbil. Dessa ska sedan återfyllas med endast makadam och några befintliga massor behövs således inte.

En bra dag görs cirka tre stycken 15-meters serviser, med ett djup på 0,7-1 meter och 1 meters bredd. Under en enskild dag är det dock vanligt att det schaktas ett visst antal serviser, ett annat antal som det läggs rör i, ett tredje antal som återfylls eller endast återfylls delvis. Istället kanske delar av stammen återfylls. Detta gör det svårt att direkt svara på hur många meter färdig ledning som gjorts under dagen. Att enbart schakta en servis tar 20 minuter när det går som bäst. En stor del av tiden ägnas då åt att putsa släntkanterna så att en säker släntlutning fås. Detta gäller även stamledningarna som är djupare och därmed extra viktigt att slänterna blir säkra. I varje servis läggs en 110 mm plastledning för spillvatten, en 32 mm vattenledning, två stycken 110 skyddsrör för fjärrvärmeledning och 5 stycken 50 mm skyddsrör för el. Att så många rör används för elen beror på att elen dras till och från bostädernas framtida förråd, plus att ett av rören är för el under byggtiden. På vattenledningen sätts en avstängningsventil och på spillvattenledningen en spolbrunn.

Runt de mindre 50 mm skyddsrör i serviserna som elkablar senare ska dras i används stensmjöl 0-2 för ledningsbädd och kringfyll. Detta för att inte skada rören. När det tränger fram vatten i schaktbotten används makadam (16-32) istället för 0-30 där det är blött. Detta för att 0-30 inte går att packa då det är blött. Det suger bara upp vatten genom sitt kapillärsug, särskilt när det vibreras.

En bra dag grävdes fyra serviser där rör lades i tre. Alla tyckte att det varit en väldigt bra dag och maskinisten sade att maskinen måste ha varit igång 98 % av tiden. Detta var den 24 februari då mätningarna sedan visade en stilleståndstid (APL-tid) på 25 %. Detta visar på betydelsen av att visa vad som definieras som stillestånd i mätningarna. Exempelvis när produktionschefen står och pratar med maskinisten, eller när de går till och från lunch. Maskinen står även ofta stilla för att diskutera och samordna med anläggningsarbetarna. Maskinen svänger då runt maskinen cirka 30 grader åt höger så att han får det öppningsbara sidofönstret vänt mot anläggningsarbetarna framför maskinen. Samordning på detta sätt sker kontinuerligt, ofta någon eller några minuter varje kvart. Kanske kan denna tid minskas genom användande av radioutrustning? En fråga om detta besvarades med att maskinisterna normalt har radio som de kan använda till att kommunicera med varandra och med lastbilschaufförerna, men att anläggningsarbetarna sällan har det. Som orsak nämns att enheten är otymplig och tung att bära runt på hela tiden.

Tack vare sin långa räckvidd kan långgrävaren stå vid stamledningen och återfylla den samtidigt med serviserna. Då utnyttjas maskinens maximala räckvidd för att nå över stammen och fylla de uppemot 15 meter långa serviserna utan att flytta maskinen. En bild på detta visas i Figur . Vid många arbetsmoment står antingen anläggningsarbetarna eller maskinen stilla. De väntar på varandra. Ofta står en eller två av anläggningsarbetarna och väntar utan några arbetsuppgifter att utföra, ibland flera timmar i sträck. Då har tiden de står och tittar att maskinens grävning blir rätt eller dirigerar skopans rörelser inte räknats som APL-tid, eftersom de då är med och kontrollerar kvalitén och hjälper maskinisten i hans arbete.

## 5.3 ESS

Att ESS valdes som referensprojekt till långgrävare berodde främst på att det projekt som var tänkt att användas som referens, Arenaparken (se nästa rubrik), inte var ett så bra referensprojekt som det först antagits. Försök att hitta mer lämpliga projekt med exploateringsområde gjordes men misslyckades. På ESS skulle det dock göras VA-arbeten, om än väldigt olika de vid projektet i Limhamn. I brist på ett bra referensprojekt studeras istället två halvbra, ESS och Arenaparken. Detta för att skapa mer bredd i jämförelsen, där förhoppningsvis något ska vara relevant för en jämförelse.

### 5.3.1 Beskrivning av projekt

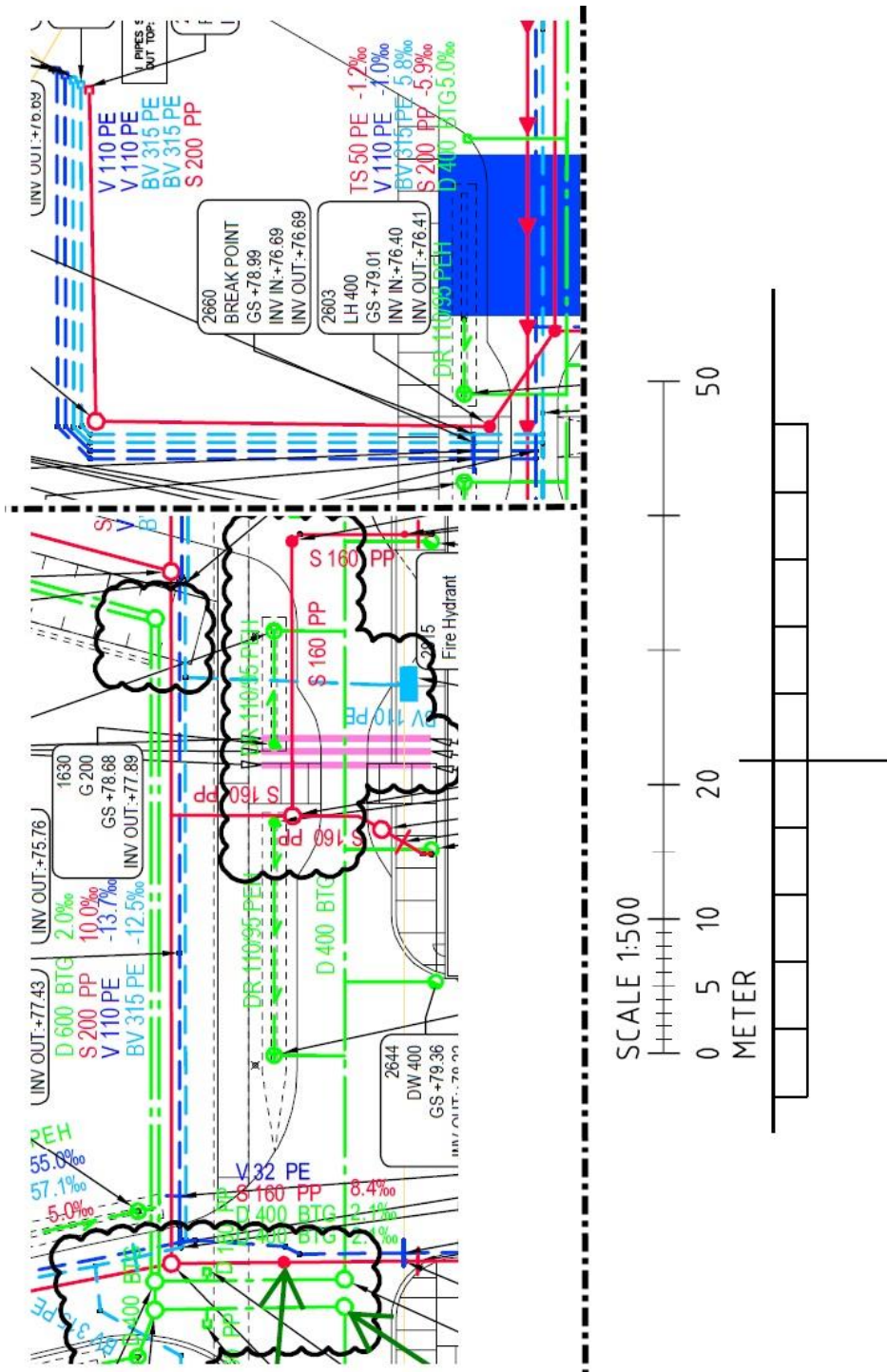
ESS står för European Spallation Source och är en forskningsanläggning som uppförs utanför Lund. Det ska bli en av världens största forskningsanläggningar. Byggtiden för att bygga infrastrukturen och skalet till anläggningen är från år 2014 till 2019. De VA-arbeten som utförs är kilometervis med ledningar för dricks-, brand-, spill- och dagvatten. Arbetena styrs av ovanligt hårda kvalitetskrav. Exempelvis ska alla brand- och drickvattenledningar stumsvetsas och samtliga svetsar inmätas och kategoriseras. Det är dessutom högre arbetstryck i ledningarna än normalt, och under byggtiden trycktestas samtliga ledningar enligt både en tysk och en svensk standard. Brandposterna har fått specialtillverkats och förses med flera ventilar för att klara både det ovanligt höga trycket och det stora djupet som ledningarna ligger på. Toleranserna på brunnarnas höjder är väldigt små. Självfallsledningarnas lutning är angiven med tiondels promille. Det sätts även avstängningsventiler på vissa spillvattenledningar, något som normalt aldrig görs. Syftet med detta är att förhindra ett eventuellt utsläpp av radioaktivt vatten vid en brand eller liknande.

Den studerade arbetsstyrkan består av tre bandgrävmaskiner. Det är alltså tre grävmaskinen som studeras samtidigt. Anledningen till detta är att dessa maskiner tillsammans bildar en arbetsstyrka som genomför samma arbetsuppgifter som långgrävaren i det tidigare projektet. Grunduppställning är som följer men gäller endast under det första pilotbesöket. På grund av frånvaro ändras detta under veckan. Frånvaro

är svår att planera för men på plats anpassades situationen för att bli så bra det gick utifrån förutsättningarna. Därför redovisas vilken maskin som gjort vad under utförda arbeten. Som frontmaskin används en Volvo EC380. Med denna maskin arbetar två anläggningsarbetare som lägger rör. Det schaktas, läggs ledningsbädd, läggs rör och sätts brunnar, görs stödpackning och kringfyll. För att sedan återfylla används en Cat 325. Denna återfyller med lera. Den arbetar tillsammans med en till två anläggningsarbetare som packar leran i 30-centimeters pallar. Den tredje maskinen är en Hitachi Zaxis 210 som används tillsammans med en anläggningsarbetare till att göra eventuella stick och serviser. En extra anläggningsarbetare sköter stumsvetsningen av vatten- och brandvattenledningar. Samtliga grävmaskiner är utrustade med tiltrotator och maskinstyrning. Undantaget är Zaxis 210 som endast har grävsystem. Detta innebär att den inte har sattelitförbindelse via GPS utan istället endast kan kontrollera sina höjder utifrån en fixpunkt. En servicemaskin i form av en grävlastare modell Lännen 8800 används för att köra fram brunnar och rör. Den tillbringar dock sin mesta tid på annat håll. Tillsammans med ovan nämnda arbetsstyrka arbetar en arbetsledare och en mättekniker. Mätteknikern arbetar delvis med GPS men mest med totalstation. Detta då toleranserna är för hårda för att en GPS-mottagare ska ha tillräcklig noggrannhet. För att flytta på schaktmassorna används ett varierande antal dumpers typ Volvo A25 och A30.

Geologin på arbetsplatsen består av lera. Leran är helt ren utan några inslag av silt, sand, grus eller sten. Då det är bra jordbruksmark runt omkring ställs det hårda krav på att förhindra oljeläckage. Hjulburna maskiner ska köras till en speciell uppställningsplats när de inte används, och under bandburna maskiner ska det läggas en skyddsduk under natten. Leran tillåter att en släntlutning på 2:1 används även vid djupare schakter. I Figur visas ritningsutklipp över de sträckor som det arbetas vid under den veckan studien pågår. En beskrivning över vilka arbeten som utförs vilka dagar ges under nästa rubrik.





Figur 9. Utklipp från ritning över aktuella avsnitt vid ESS. Stamledning nederst och ledningar till pumphus överst. Beskrivning över vilka arbeten som utförs dag för dag ges inte i bilden då det blir för plottrigt utan endast i texten. Molnen har ej med denna studie att göra. Publicerad med tillstånd från Skanska.

### 5.3.2 Beskrivning av utförda arbeten

De arbeten som utförs under veckan kan delas upp i olika avsnitt, enligt de båda delar från ritningen som visas i Figur . Under pilotbesöket veckan innan den riktiga studien påbörjas arbetar alla tre maskiner vid samma rörgrav. Det är en stam som läggs, cirka tre meter djup och åtta meter bred vid markytan, med släntlutning 2:1. Släntlutningen används vid samtliga schakter på bygget under studiens gång. Det läggs en 600 mm dagvattenledning av betong, en 200 PP (polypropen) spillvattenledning, en 110 PE (polyeten) dricksvattenledning och sist en 315 PE brandvattenledning. Sträckan är cirka 60 meter lång. Ledningarna ligger på i stort sett samma djup, men självfallsledningarna har motsatt lutning relativt vattenledningarna. Från denna stamledning har det grävts två stick (serviser). Det första är en 17 meter lång brandvattenledning, 110 PE. Denna slutar i en tre meter hög brandpost. Det andra sticket är en nio meter lång spillvattenledning 160 PP. Den avslutas med en 1000 mm nedstigningsbrunn av betong. EC380 går som frontmaskin under pilotbesöket, Cat 325 höljer stamledningen och Zaxis 210 höljer serviserna.

På grund av platsbrist kan frontmaskinen inte fortsätta att schakta vidare på samma ställe när studien påbörjas. Materialet som grävs fram behöver köras iväg med dumpers, och de behöver köra över stamledningen som ännu inte är återfylld. Istället flyttas maskinen och gräver ett annat schakt 150 meter bort under veckans första fyra dagar. Här grävs en 60 meter lång, 4 meter djup och i medel 6 meter bred schakt. Denna går till ett framtida pumphus och skall rymma två stycken 110 PE dricksvattenledningar, två stycken 315 PE brandvattenledningar och en 200 PP spillvattenledning på samma djup. Som frontmaskin används till en början EC380, men senare under veckan byts denna ut mot en Volvo EC300. EC380 är stillastående till en början då maskinföraren är frånvarande. Efter några timmar sätts en annan maskinförare in att ta dess plats. Denna trivs dock bättre med sin egen maskin och byter efter ytterligare några timmar maskin till sin vanliga maskin, en Volvo EC300. I Figur visas en del av denna schakt till pumphuset. Observera hur stor schakten är i jämförelse med vibratorplattan och anläggningsarbetaren. Även om arbetsmiljöaspekten inte inkluderas i denna studie kan det reflekteras över fallrisken för anläggningsarbetaren.



**Figur 10. Foto på EC300 som schaktar ledningsgrav till pumphus. Dumper modell A30E kör iväg massorna. Observera schaktens storlek i jämförelse med vibratorplattan och anläggningsarbetaren.**

Under studiens tre första dagar arbetar Cat 325 och Zaxis 210 tillsammans med två anläggningsarbetare med att hölja stammen och serviserna där det arbetas under pilotbesöket. När serviserna ska fyllas måste materialet langas fram med Cat 325 som först lägger materialet i stamledningen så att den andra maskinen sedan når det från andra sidan och kan fylla serviserna. Leran som används för fyll kommer med dumpers som lastas bortom synhåll. Stammen som fylls är cirka  $60 \times 3 \times 6 \text{ m}^3$ . En bild från när arbetena pågår visas i Figur . Servisledningen för brandvatten är redan återfylld när studien påbörjas, men servisledningen för spillvatten på  $10 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$  höljs på måndagen. Ibland kan anläggningsarbetarna och grävmaskinerna arbeta samtidigt i olika delar av rörgraven, men majoriteten av tiden står anläggningsarbetarna och väntar på maskinerna. Maskinerna står även och väntar på anläggningsarbetarna en viss tid.



**Figur 11. Arbetet med återfyll av stamledning med Cat 325 och Zaxis 210. Den tredje grävmaskinen kan skymtas i bakgrunden.**

Efter tre dagar när stammen är återfylld finns det utrymme att fortsätta med schakt och rörläggning. Cat 325 går nu som frontmaskin och gräver under de två sista dagarna cirka  $14 \times 3 \times 6 \text{ m}^3$ . Den tidigare 600 BTG dagvattenledningen har nu delats upp i två parallella 400 BTG ledningar. Bredvid dem läggs en 160 PP spillvattenledning, och ytterst lämnas plats för en kommande 32 PE dricksvattenledning. Arbetet lider av mycket väntan och stillestånd då endast en dumper finns tillgänglig för att köra bort schaktmassor.

Under veckans sista dag flyttas EC300 tillbaka till stamledningen som höljts. Här påbörjar den en ny schakt för en spillservis som ska anslutas till den spillservis som höljts tidigare under veckan. Detta arbete går dock långsamt då det går under flertalet befintliga elkablar, så delar av grävningen måste utföras för hand av en anläggningsarbetare. Den schakt som görs under dagen är cirka  $6 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ .

### **5.3.3 Mätresultat**

Maskinernas olika arbetsuppgifter har här delats upp i färre kategorier än vid de övriga fallen. Detta av praktiska skäl då det här varit flera maskiner som observerats samtidigt. Att hålla koll på flera maskiner samtidigt är svårt nog utan att samtidigt behöva hålla koll på alltför många kategorier för varje maskin. Dessutom har arbetsuppgifterna varit tämligen monotona vilket innebär att det likväl inte utförts så många olika arbetsmoment.

De tre kategorier som använts för varje maskin är grävning, APL-tid och övrigt. Grävning inkluderar schakt, ledningsbädd, kringfyll och återfyll. APL-tid inkluderar även här all den tid grävmaskinen står stilla, även vid driftavbrott. För att se vad som är driftavbrott hänvisas till bilagor med observationsprotokoll. Övrigt inkluderar liksom tidigare förflyttning av maskin, lyft av rör och utrustning, och utsättning med maskinens GPS-system. Någon terrassering utförs inte under veckan.

I Tabell 4 och 5 nedan redovisas de tre grävmaskinernas arbetstidsfördelning under de fem dagar som studien pågick. Resultatet är en sammanställning från observationsprotokollen i bilaga 2. Den första tabellen redovisar tidsfördelningen i minuter och den andra i procent av arbetsdagen. Figur visar ett diagram över den totala tidsfördelningen för maskinerna.

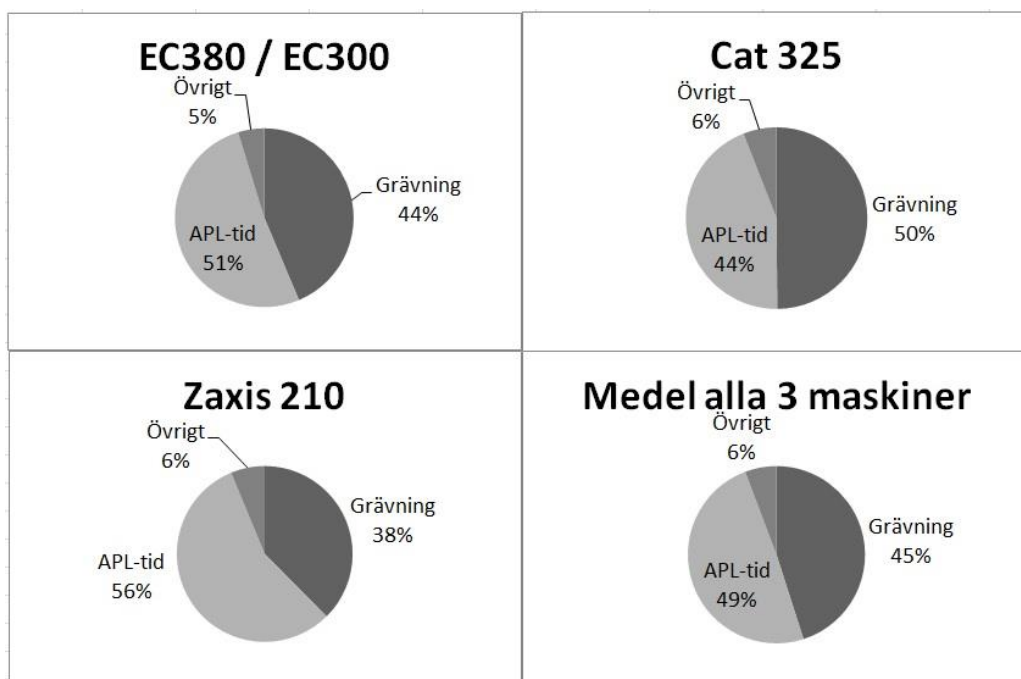
Då maskinerna har varit utspridda över arbetsplatsen mer än vad som antogs vid studiens start saknas ibland mätvärden för vissa maskiner några dagar. Detta då de helt enkelt har varit utom synhåll. Tidvis har delar av maskinen likväl syns så att det gått erhålla en uppfattning om tidsfördelning trots avståndet, men ibland har det inte gått att få några mätvärden alls. Detta är anledningen till att det ibland saknas mätvärden. Studien har haft huvudfokus på maskinerna Cat 325 och Zaxis 210. Detta då de befunnit sig vid stamledningen hela veckan. Dock har Zaxis 210 varit frånvarande någon dag på grund av service och för att lasta lera på dumpers. Det har ändå gjorts rundturer varje dag för att observera vad varje maskin har producerat under dagen, för att på så vis kunna mäta produktiviteten om än inte tidsfördelningen.

**Tabell 4. Tidsfördelning i minuter dag för dag för varje grävmaskin.**

| Plats        | ESS Lund      |         | Geologi | Ren lera |         |        |           |         |        |
|--------------|---------------|---------|---------|----------|---------|--------|-----------|---------|--------|
| Maskin       | EC380 / EC300 |         |         | Cat 325  |         |        | Zaxis 210 |         |        |
|              | Grävning      | APL-tid | Övrigt  | Grävning | APL-tid | Övrigt | Grävning  | APL-tid | Övrigt |
| Dag 1        | 245           | 224     | 11      | 266      | 197     | 17     | 91        | 373     | 16     |
| Dag 2        | 67            | 68      | 0       | 237      | 219     | 24     | 204       | 237     | 39     |
| Dag 3        |               |         |         | 324      | 103     | 24     | 173       | 90      | 23     |
| Dag 4        |               |         |         | 96       | 241     | 23     |           |         |        |
| Dag 5        | 166           | 273     | 41      | 200      | 234     | 46     |           |         |        |
| <b>Summa</b> | 478           | 565     | 52      | 1123     | 994     | 134    | 468       | 700     | 78     |
| <b>Andel</b> | 44%           | 52%     | 5%      | 50%      | 44%     | 6%     | 38%       | 56%     | 6%     |

Tabell 5. Tidsfördelning i procent dag för dag för varje grävmaskin.

| Plats  | ESS Lund      |         | Geologi | Ren lera |         |        |           |         |        |  |
|--------|---------------|---------|---------|----------|---------|--------|-----------|---------|--------|--|
| Maskin | EC380 / EC300 |         |         | Cat 325  |         |        | Zaxis 210 |         |        |  |
|        | Grävning      | APL-tid | Övrigt  | Grävning | APL-tid | Övrigt | Grävning  | APL-tid | Övrigt |  |
| Dag 1  | 51%           | 47%     | 2%      | 55%      | 41%     | 4%     | 19%       | 78%     | 3%     |  |
| Dag 2  | 50%           | 50%     | 0%      | 49%      | 46%     | 5%     | 43%       | 49%     | 8%     |  |
| Dag 3  |               |         |         | 72%      | 23%     | 5%     | 60%       | 31%     | 8%     |  |
| Dag 4  |               |         |         | 27%      | 67%     | 6%     |           |         |        |  |
| Dag 5  | 35%           | 57%     | 9%      | 42%      | 49%     | 10%    |           |         |        |  |
| Medel  | 44%           | 52%     | 5%      | 50%      | 44%     | 6%     | 38%       | 56%     | 6%     |  |



Figur 12. Total tidsfördelning för grävmaskinerna samt ett viktat medelvärde.

### 5.3.4 Övriga iakttagelser

Första dagen när den riktiga studien påbörjas har det skett en del förändringar. Cat 325 har en ny maskinförare på grund av en planerad frånvaro. Anläggningsarbetaren som vanligtvis går med Zaxis 210 är frånvarande så en ny måste lånas in. Vid fyll av stamledningen rör sig maskinerna ofta cirka fem meter fram och tillbaka längs med schakten för att hämta lera att sedan lägga på plats. Viss väntan sker på mättekniker. Exempelvis en gång när väntan klockades stod båda maskinerna stilla i 15 minuter för att några punkter behövde kontrollmätas och godkännas innan de kunde återfyllas.

Tillåten tolerans var här 4 cm. Borde inte maskinstyrningen räcka här? Alternativt borde det planeras så att mätteknikern kan ringas ut med kortare varsel, alternativt bör de ute kunna planera framåt och ringa i god tid så att stillestånd undviks.

Under studiens tredje dag återfylldes stammen färdigt. Det skedde dock lite komplikationer under dagen. Den lera som grävdes fram av EC300 och lastades på dumpers var dålig och maskinföraren trodde den kördes till en tipp. Men istället kördes den till Cat 325 och användes som fyll. Detta hade varit en effektiv masshantering om det inte vore för att leran var av för dålig kvalitet för att användas. Detta reagerades det på först strax innan lunch när hela stammen var återfylld. Dessa massor får sedan grävas bort igen av Cat 325 under cirka två timmar efter lunch. Slutligen kommer det ny bra lera med dumpers som lastats på ett annat ställe av Zaxis 210. Hela eftermiddagen ägnas alltså av omarbete på grund av ett missförstånd mellan grävmaskinisten i EC300 och dumpersförarna.

Under dag 4 råder det brist på dumpers på hela bygget. Detta påverkar främst Cat 325 som påbörjat en ny schakt och EC300. Periodvis har de endast en dumper vardera, och periodvis har de ingen alls. När de inte har någon kan de ibland göra saker ändå exempelvis finputsning av slänter och lägga massorna på hög tills vidare, men den mesta tiden blir de helt stillastående. De dumprar som kör ser ut att inte vara fyllda till mer än cirka 75 %. På en försiktigt ställd fråga om detta svarar föraren av Cat 325 att det beror delvis på att det är svårt att se när grävmaskinen inte står högre än dumpersen, och delvis på att de inte vill riskera att material trillar av under transportererna på det här bygget.

Hela veckan har arbetet haft en låg kapacitet på grund av att allt material, både de som schaktas upp och det som ska användas till fyll, behöver köras med dumper. Det går dessutom mycket ledningar i marken. Utmaningarna är desamma som vid arbete i stadsmiljö. Enligt arbetsledaren sänker detta kapaciteten till cirka 10 m färdig ledning per dag jämfört med normala 35. Ungefär samma fråga ställdes här om radiokommunikation med anläggningsarbetarna som tidigare ställts i Limhamn. Om varför det inte används mellan anläggningsarbetare och maskinist. Som svar nämns även här att enheten är tung och otymplig att släpa runt på, plus att det vid en så här stor arbetsplats blir störande då det redan är så många som använder radion. Och att det är mycket ”skitsnack” där som man inte vill höra på.

## 5.4 Arenaparken

Projektet Arenaparken i Lund valdes för att tjäna som referensprojekt till Limhamn. Anledningen till detta var att även detta projekt är ett exploateringsområde där nya bostäder skall byggas. Men till skillnad från Limhamn så används här inte långgrävare utan istället traditionella grävmaskiner. Dock så stötte studien på ett hinder då det visade sig att inga VA-arbeten skulle utföras under aktuell tidsperiod. Projektet var även väldigt olikt det i Limhamn trots att båda var exploateringsområden. Det skulle byggas

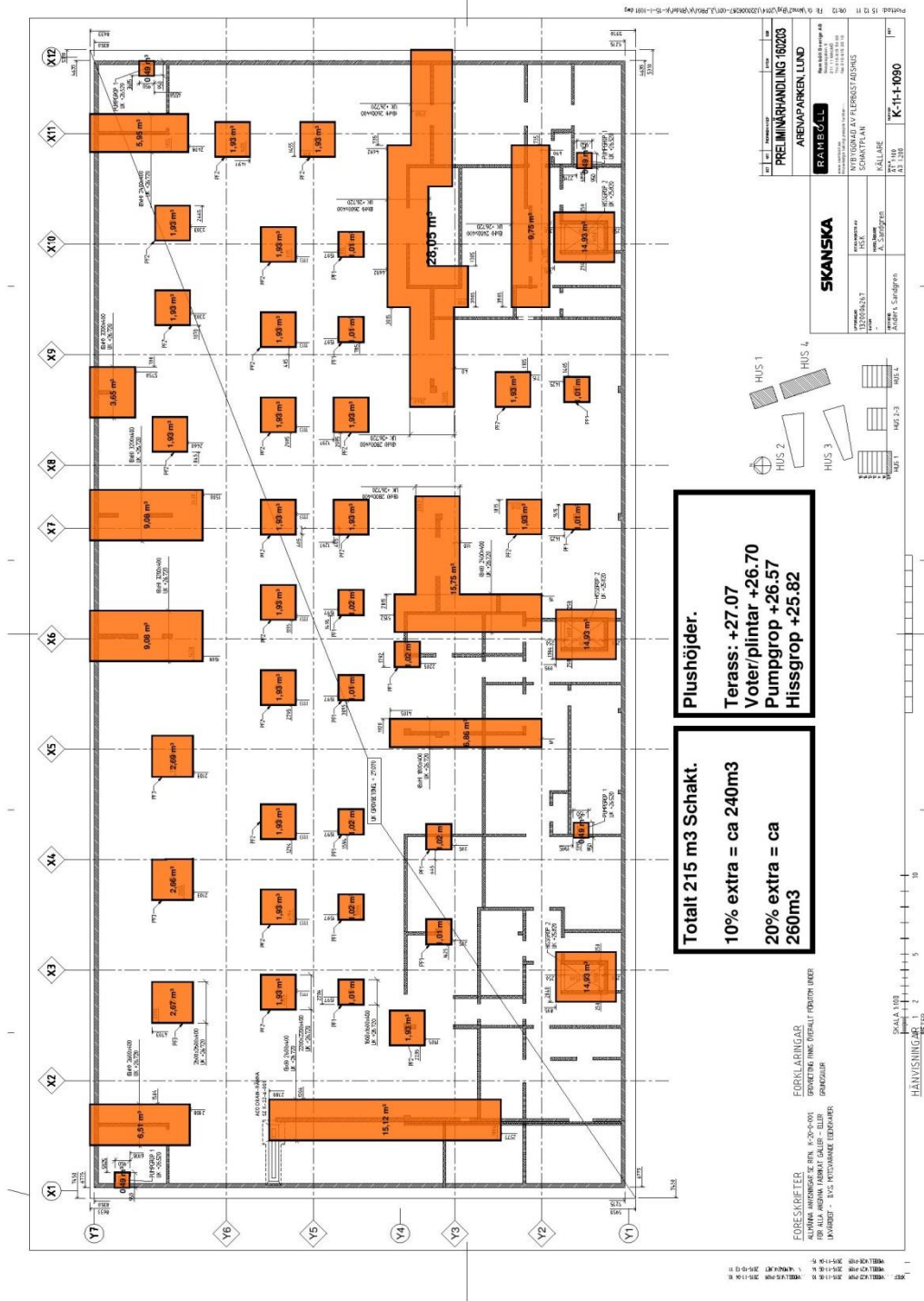
ett stort parkeringsgarage och ett fåtal stora lägenhetshus istället för många radhus såsom i Limhamn. I brist på andra projekt gjordes det ändå en studie här, fast på arbeten som inte hade med VA-att göra.

#### **5.4.1 Beskrivning av projekt**

Projektet är en nybyggnation av bostadsrätter i Arenaparken i centrala Lund. Byggherre är Skanska Nya Hem. Entreprenör för anläggningsarbetena är Skanska Väg & Anläggning. Totalt skall fyra bostadshus på fyra till sex våningar byggas. I projektets första etapp byggs två av bostadshusen med totalt 61 lägenheter på ett till fyra rum. Dessutom byggs en källare som sträcker sig under två av byggnaderna på cirka 2500 kvadratmeter. Vid tidpunkten för denna studie har källaren schaktats ur ned till cirka tre meters djup. Schaktens ena långsida på strax över 70 meter har fått spantas då en kommunal väg ligger precis intill.

Då projektet är lokaliserat i centrala Lund är det trångt på byggarbetsplatsen. Arbetsbodarna delar plats med bodar från NCC och Peab, vilka bygger på intilliggande tomter. Arbetsplatserna ligger precis intill varandra vilket skapar krav på samordning när det gäller lyft och leveranser. Exempelvis är det endast någon meter mellan källarschakten där denna studie utförs och huset som håller på att uppföras på tomten intill. Därför har tomtgränsen behövt förstärkas med L-stöd för att klara nivåskillnaderna. Dessutom måste schaktarbetena av säkerhetsskäl samköras med när det inte sker lyft av tunga prefabricerade fasadelement på tomten intill. I källarschakten befinner sig förutom de som arbetar med anläggningsarbetena även två armerare som arbetar med armering av voter, plintar och hissropor. För att undvika trängsel med dessa utförs arbetena om möjligt på annan del av schakten än där de håller på och arbetar. En ritning över de voter och plint- och hissropor som grävs visas i Figur.





Figur 13. Ritning över schakter vid projektet i Arenaparken. Publicerad med tillstånd från Skanska.

Organisationen på arbetsplatsen består av en 30-tons grävmaskin typ Doosan DX300 LC med maskinförare, två anläggningsarbetare varav en även kör en 2-axlig 10-tons dumper typ Hydrema 912 (även kallad hydremadumper) och en produktionschef som även utför en arbetsledares och mätteknikers arbetsuppgifter vid behov. En bild på maskinerna visas i Figur. Grävmaskinen är utrustad med tiltrotator och maskinstyrning.



Figur 14. Foto på grävmaskin och dumper vid arbete med terrassjustering. Anläggningsarbetare kontrollerar nivå med rotationslaser. I förgrunden en färdigschaktad plintgrop.

#### 5.4.2 Beskrivning av utförda arbeten

Arbetena under veckan utförs nere i källarschakten. Cirka 10 centimeter lera som tidigare lämnats kvar i botten av schakten skrapas av för att nå färdig schaktbotten. Leras läggs på en dumper och körs iväg cirka 50 meter för att bygga terrass under de andra bostadshusen. Leran har lämnats kvar när resten av källaren schaktades ur för att tjäna som skydd, så att färdig schaktbotten inte utsätts för regn och blir sönderkörd. Schakten av terrassen kontrolleras av en anläggningsarbetare som till sin hjälp använder en rotationslaser. Han pratar sedan med maskinisten eller visar tecken med fingrarna för att visa vad som behöver göras. Detta sker trots att grävmaskinen är utrustad med maskinstyrning. Terrassen skall sedan täckas med ett lager skyddsbetong direkt på leran. Feltoleransen när terrassytan sedan mäts in med GPS är  $\pm 25$  mm i varje mätpunkt, dock eftersträvas att få ett medelvärde så nära förutbestämd nivå som möjligt för att inte slösa betong. Varje millimeter medelnivån sänks med ökar betongbehovet med över två kubikmeter.

Samtidigt som terrassen justeras fördjupas schakten på vissa områden. Vissa schakter görs för att skapa ett tjockare lager skyddsbetong där pelarna sedan skall stå. Skyddsbetongen kommer sedan fylla hela källarbotten och därmed få en ökad tjocklek som förstärkning där pelarna skall komma att stå. Gjutningen genomförs dock efter att studien har avslutats. Andra schakter görs där bärande väggar ska komma att stå. Det görs även djupare schakter där det ska byggas hissar, och mindre schakter där det ska vara pumpgropar. Arbetena ser likadana ut alla dagar studien pågår, med terrassjustering och mindre schakter. Vald släntlutning vid de djupare hissachakterna är 2:1. I de grundare schakterna på 400 mm för plintar och fundament efterstävras en helt lodrät släntlutning för att senare spara betong. Ibland går dock inte detta då det sker mindre ras i leran.

Innan en vot, plint-, hiss- eller pumpgrop schaktas ur markeras den med sprayfärg. För detta används grävmaskinens maskinstyrning. Hörnen på en fyrkant markeras med skopans hörn och markeras av en anläggningsarbetare. När alla hörnen har markerats kontrollmäts sidorna och jämförs med ritningen. Sidorna markeras även de med sprayfärg så att maskinisten kan se dem vid grävningen. Diagonalerna mäts enbart i vissa fall. Vid några tillfällen kontrolleras utsättningen av produktionschefen med en handhållen GPS-mottagare. För att spara betong är avsikten till en början att plintgroparna skall kläs invändigt med en plattform. Det uppstår dock diskussioner med husbyggarna som anser att det är för mycket utrymme utanför formarna, utrymme som kommer fyllas med betong och därmed uträda besparingen som var hela syftet med formarna. Dock så kan maskinföraren inte gräva på centimetern av ett flertal anledningar. Slänterna till groparna görs förutom vid de djupare hissgruparna nästintill helt lodräta. Därför blir det även små ras där leran trillar ned under schaktandets gång. Dessutom lossnar det mer lera även om skopan förs precis längs med schaktkanten. Slutligen är det svårt att gräva kvadrater på centimetern rätt med en 30-tons grävmaskin utrustad med en 60 till 200 cm bred skopa. Utrymmet utanför formen varierar oftast mellan 0 och 10 cm, ibland uppemot 15 cm. Kompromissen slutar med att det läggs makadam längs alla schaktkanter för att sedan skyfflas ned och fylla utrymmet. Detta skapar ett merarbete för anläggningsarbetarna och ett ökat behov av makadam, något som förhoppningsvis vägs upp av ett minskat betongbehov.

När makadam behövs kör grävmaskinen upp ur källarschakten på en ramp och lastar på dumpern från ett materialupplag cirka 50 meter bort. Sedan kör maskinerna ned igen. Detta sker dock endast två gånger under veckan. Grävmaskinen kör även upp och ställer sig vid sin bränslecontainer varje kväll. Skopan ställs då så att den blockerar containern. Detta för att försvåra en eventuell dieselstöld. Några dagar när regn väntas ägnar grävmaskinen någon halvtimme åt att sprida ut och platta till den lera som dumpern tippat. Detta för att öka avrinningen så att massorna ej förstörs. Under veckan körs endast sådana mängder lera upp att de kan packas med en vält vid ett senare tillfälle. I Figur visas en bild när grävmaskinen och dumpern i arbete med att gräva voter och justera terrass.

### 5.4.3 Mätresultat

Maskinens olika arbetsuppgifter har här delats upp i kategorier utifrån vad som observerades under pilotbesöket. Schakt innebär schakter av plintar och hiss- respektive pumpgropar. Djupet på schakterna går att utläsa utifrån plushöjderna i Figur. Terrass innebär terrassjustering, det vill säga de översta 10 centimetrarna som tidigare lämnats kvar som skyddslager tas nu bort och terrassnivån finjusteras. Med makadam menas den tid som ägnas åt att sprida makadam runt schakterna för att fylla ut mot gjutformar. APL-tid innebär precis som tidigare arbetstid när grävmaskinen står stilla. Övrigt inkluderar förflyttning av maskin, lyft av utrustning (här enbart lyft av armeringsjärn åt armerarna), utsättning, samt hjälp vid en gjutning. Att dag 4 är kortare än de andra beror på att arbetet avslutades vid lunch på grund av ledighet.

Totalt under veckan grävs 105 m<sup>3</sup> upp ur gropar och 1525 m<sup>2</sup> terrassjusteras genom att cirka 10 cm lera skrapas bort. Det innebär en terrassjustering på cirka 152,5 m<sup>3</sup>.

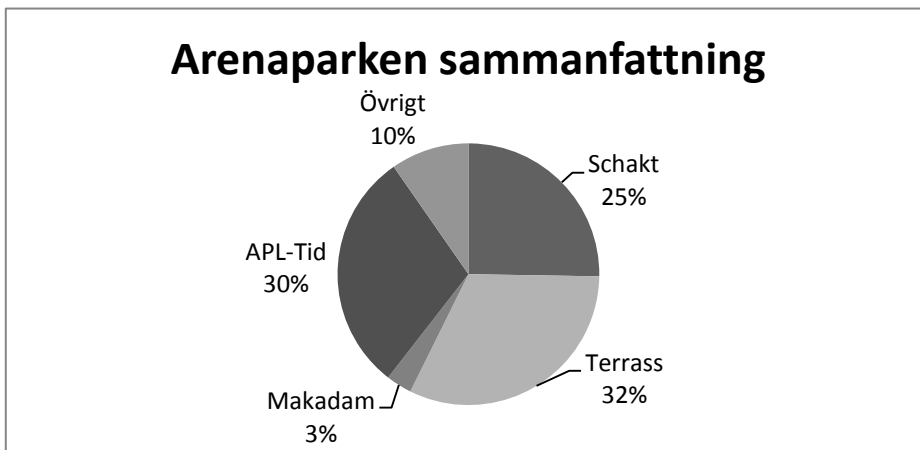
I Tabell 6 och 7 nedan redovisas grävmaskinens arbetstidsfördelning under de dagar som studien pågick. Resultatet är en sammanställning från observationsprotokollen i bilaga 3. Den första tabellen redovisar tidsfördelningen i minuter och den andra i procent av arbetsdagen. Figur visar ett diagram över den totala tidsfördelningen för grävmaskinen vid projektet.

**Tabell 6. Tidsfördelning i minuter dag för dag.**

| Plats        | Arenaparken                        |            | Geologi   | Något grusig lera |            |
|--------------|------------------------------------|------------|-----------|-------------------|------------|
| Maskin       | Doosan DX 300 LC                   |            |           |                   |            |
| Arbete       | Schakt voter plus terrassjustering |            |           |                   |            |
|              | Schakt                             | Terrass    | Makadam   | APL-Tid           | Övrigt     |
| Dag 1        | 110                                | 174        | 22        | 134               | 40         |
| Dag 2        | 103                                | 63         | 22        | 188               | 44         |
| Dag 3        | 111                                | 208        | 19        | 95                | 47         |
| Dag 4        | 86                                 | 89         | 0         | 71                | 24         |
| Dag 5        | 128                                | 149        | 5         | 147               | 51         |
| <b>Summa</b> | <b>538</b>                         | <b>683</b> | <b>68</b> | <b>635</b>        | <b>206</b> |
| <b>Andel</b> | <b>25%</b>                         | <b>32%</b> | <b>3%</b> | <b>30%</b>        | <b>10%</b> |

**Tabell 7. Tidsfördelning i procent dag för dag.**

| Plats        | Arenaparken                        |            | Geologi   | Något grusig lera |            |
|--------------|------------------------------------|------------|-----------|-------------------|------------|
| Maskin       | Doosan DX 300 LC                   |            |           |                   |            |
| Arbete       | Schakt voter plus terrassjustering |            |           |                   |            |
|              | Schakt                             | Terrass    | Makadam   | APL-Tid           | Övrigt     |
| Dag 1        | 23%                                | 36%        | 5%        | 28%               | 8%         |
| Dag 2        | 25%                                | 15%        | 5%        | 45%               | 10%        |
| Dag 3        | 23%                                | 43%        | 4%        | 20%               | 10%        |
| Dag 4        | 32%                                | 33%        | 0%        | 26%               | 9%         |
| Dag 5        | 27%                                | 31%        | 1%        | 31%               | 11%        |
| <b>Medel</b> | <b>25%</b>                         | <b>32%</b> | <b>3%</b> | <b>30%</b>        | <b>10%</b> |



Figur 15. Total tidsfördelning för grävmaskinen.

#### 5.4.4 Övriga iakttagelser

Den anläggningsarbetare som även kör hydremadumpen tillbringar sin mesta tid utanför dumpen. Han hjälper den andra anläggningsarbetaren att mäta höjder, markera ut var schakter ska vara, skyfflar makadam med mera.

Grävmaskinen som används är enligt platsledningen egentligen för stor för den här sortens arbeten. Men den använts ändå då den använts tidigare när källarschakten gjordes och andra arbeten, och skall användas när det ska göras större schakter igen framöver. Maskinisten är även van vid arbetsplatsen och medarbetarna så man vill ogärna byta maskin och maskinist.

Att schakta en pumpgrop på 0,49 m<sup>3</sup> tar 10 minuter. Att schakta en hissgrop på 14,93 m<sup>3</sup> tar 23 minuter. Detta är inte några medelvärden utan endast värden som uppmäts vid en viss schakt. Tid för mätning och utsättning av groparnas sidor är ej inräknat i denna tid, men ligger på cirka 1-3 minuter per grop. Anläggningsarbetarnas inställning av lasermottagare och mätsticka för att kontrollera schaktbotten med rotationslaser görs samtidigt som grävmaskinen håller på att schakta. De tillfällen då schakten blir för djup i groparna eller terrassen fylls det upp med ett tunt lager makadam.

Då hydremadumpen lastas med lera fylls den tills det rinner ut över kanterna. Detta då den har en relativt liten lastkapacitet, och transporten endast sker en kort sträcka och inom arbetsområdet. Skoporna som används till grävmaskinen är främst en planeringsskopa med 2 meters bredd och 1,6 m<sup>3</sup> skopkapacitet och en schaktskopa utan tänder med 0,6 meters bredd och 0,5 m<sup>3</sup> kapacitet. Med planeringsskopan fylls dumpen på cirka tre fulla skopor. Dessutom används en smalare kabelskopa. När lyft sker kopplas skopan loss. Det som lyfts är främst armeringsjärn, i buntar eller ihopsatta i nät,

för att hjälpa armerarna. Vid gjutningen av en hissgrop och en intilliggande pumpgrop används grävmaskinen med planeringsskopa för att lagra betong. Betongen som används är flytbetong som ej behöver vibreras. Höjdskillnaden är för hög från vägen där betongbilen står till källarschakten där groparna är för att betongbilen ska kunna pumpa ut betongen direkt. Istället pumpas en skopa i taget och töms sedan i gropen tills betongen är slut. När arbetet är slutförts rengörs skopan med makadam och lera för att få bort all betong. Maskinen gör små förflyttningar i stort sett hela tiden. Detta för att alltid kunna dra skopan rakt mot maskinen längs med eller vinkelrät mot schaktkanterna.

# 6 Analys och diskussion

*I detta kapitel görs en analys av det insamlade resultatet. Först analyseras vart och ett av projekten för sig, och därefter görs en jämförelse mellan dem. Utifrån uppmätta kapaciteter och antagna timkostnader görs en enkel kostnadsjämförelse mellan projekten. Sist diskuteras vilka för- och nackdelar som studien har funnit med att använda en långgrävare istället för vanliga konventionella, samt hur detta eventuellt påverkar behovet av en servicemaskin.*

## 6.1 Analys av Limhamn

Totalt sett under de 80 arbetstimmar som studien pågick i Limhamn stod långgrävaren stilla under 31 % av arbetstiden, vilket motsvarar 25 arbetstimmar på två veckor, 12,5 timmar per vecka. Hur stor del av denna tid som är driftavbrottstid noterades inte under mätningen, då det bedömdes omöjligt att veta hur långt ett stillestånd skulle visa sig vara. När observationsprotokollen studeras i efterhand kan det noteras hur många driftavbrott som skedde, om dessa definieras som ett stillestånd med varaktighet över 60 minuter. Det visar sig att inga stillestånd vid projektet varade så länge. Denna definition har dock några brister. Exempelvis om observationsprotokollet för studiens tredje dag, den 11/2 (se bilagor), studeras närmare. Mellan klockan 06:45 och 09:00 uppmättes 108 minuter stillestånd under 135 minuters arbetstid, motsvarande 80 % av arbetstiden. Under hela denna tid skedde mindre arbeten som bröt av stilleståndet, exempelvis lyft av utrustning eller kontrollmätning till höjder. En orsak till detta kan vara att maskinisten enligt egen utsago tyckte om när arbetet flöt på. Han tyckte det var segt med stillestånd och blev rastlös. En mindre ambitiös maskinist hade kanske bara suttit och väntat denna tid, och då hade ett över 2 timmar långt driftavbrott uppmätts istället. Det bör kanske även tilläggas här att maskinisten är bland de bästa som finns enligt både platsledningen vid det aktuella projektet och andra som arbetat med honom tidigare. Vid ett flertal tillfällen är det väldigt nära att villkoren för ett driftavbrott uppfylls, exempelvis när det utförs 5-10 minuters arbete under en timme. Här kan det antas finnas två förklaringar till att något litet arbete nästan alltid utförs. För det första vill maskinisten alltid ha något att göra, som tidigare nämnts. För det andra är grävmaskinen just en långgrävare. Det observeras konstant hur långgrävaren med sin räckvidd kan utföra ett annat arbetsmoment en bit bort när det uppstår ett problem med det aktuella arbetsmomentet nära maskinen. Maskinen har ett så pass stort arbetsområde, i teorin över 1000 kvadratmeter enligt punkt 4.3.2. Inom denna yta finns det nästan alltid något som kan

göras utan att maskinen behöver flyttas, särskilt på en så pass kompakt arbetsplats som ett exploateringsområde med radhus.

Vad en grävmaskin kostar per timme varierar och kan vara en företagshemlighet. Som ett räkneexempel kan det antas att den aktuella långgrävaren kostar 1400 kr/h. På en arbetsdag blir kostnaden för maskinen 11 200 kr. Andelen stilleståndstid på 31 % motsvarar då 3472 kr/dag. På tio arbetsdagar blir detta 34 720 kr. Att få ned denna stilleståndstid till 0 % av arbetstiden är naturligtvis omöjligt då en hel del av stilleståndstiden är oundviklig. I teorin skulle det gå att ta bort även den tid som ägnas åt exempelvis möte, arbetsberedning, samordning och liknande, men resultatet skulle sannolikt inte bli särskilt bra, då dessa aktiviteter är viktiga för att göra ett bra arbete och undvika omarbete. Om medelvärdet på 31 % av arbetstiden hade kunnat sänkas till 16 %, det värde som gäller för studiens bästa dag, skulle detta innebära en besparing på 1680 kr per dag, eller 8400 kr på en arbetsvecka. Kostnaden ökar linjärt med tiden.

För att beräkna produktiviten behöver värdet av det som producerats uppskattas. Detta är dock svårt att göra. Lättare är att jämföra med hur mycket som producerats räknat i kapaciteter. Totalt under studiens gång producerades, oberoende av ledningstyp eller schaktdjup, totalt 605 meter ledning, baserat på en summering av de olika längderna under 5.2.2. Fördelat på 16 arbetsdagar blir det 38 meter ledning per dag. Det måste ses som ett bra resultat. Ett värde som hörts från flera håll som ett normalt värde är 30 löpmeter per dag. Om enbart maskinkostnaden inkluderas blir kostnaden per meter enligt följande:

$$\frac{1400 \text{ kr/h} * 8 \text{ h/dag} * 16 \text{ dagar}}{605 \text{ meter}} = 296 \text{ kr/meter}$$

Som jämförelse till timkostnaden på långgrävaren kan det antas att en anläggningsarbetare kostar 350 kr/h. För tre anläggningsarbetare blir timkostnaden 1050 kr/h. Det är 75 % av kostnaden för långgrävaren. Det kan även nämnas att det endast var 2 anläggningsarbetare på plats under en hel arbetsvecka medan studien pågick.

Med hänsyn tagen till de olika ledningarnas djup och bredd har en total mängd om 550 kubikmeter schaktats, och lika mycket återfyllts. Mängden har beräknats utifrån en summering av de olika ledningsschakterna och deras mått under 5.2.2. Total schaktmängd blir 1100 m<sup>3</sup>. Fördelat på 16 arbetsdagar har 69 kubikmeter flyttats varje dag, vilket ger en maskinkostnad på 162 kr/m<sup>3</sup>.

Enligt produktionschefen vid projektet låg störst fokus på att hålla långgrävaren igång, eftersom den är dyrast. Om anläggningsarbetarna eller även schaktbilarna stod stilla utan att göra något var inte så farligt bara långgrävaren inte gjorde det. En kostnadsjämförelse med samma timkostnader som använts ovan visar att när en anläggningsarbetare står stilla i strax över 4 minuter kostar detta lika mycket som om långgrävaren står stilla en minut. Två stillastående anläggningsarbetare kostar således som en halv långgrävare. Det stämmer därmed att det är rationellt att i första hand satsa



på att just långgrävaren ska vara i arbete hela tiden, fast till en viss gräns. Ska produktiviteten vid arbetsplatsen vara maximal måste naturligtvis alla tillgängliga resurser optimeras, inte bara de dyraste.

## 6.2 Analys av ESS

På ESS stod grävmaskinerna stilla betydligt mer än i Limhamn. Detta kan ha flertalet orsaker. För det första är mätresultaten inte lika exakta som de i Limhamn. Detta då det var flera maskiner som skulle klockas samtidigt. Mätunderlaget blev även mer oregelbundet då maskinerna ibland arbetade utom synhåll, eller var stillastående av okänd anledning. En annan faktor är troligen att arbetsstyrkan på ESS inte var inarbetad eller van vid att arbeta tillsammans. Just under mätveckan var två av de tre ordinarie maskinister som studerades plus en anläggningsarbetare frånvarande. Därmed är de inte lika vana vid att arbeta tillsammans, och de nya var inte lika insatta i vilka arbetsmoment som skulle utföras. En tredje faktor är att långgrävaren var ensam maskin på sitt bygge. Den behövde inte ta hänsyn till något annat, eller vara beroende av någon annan maskin. Här ingick det istället flera grävmaskiner i arbetsstyrkan, plus att det var flertalet andra maskiner på bygget som påverkade. Att det dessutom var så trångt att allt material behövde köras iväg och sedan tillbaka på dumpers saktade ned tempot ytterligare. Grävmaskinerna hade dessutom i stort sett bara en arbetsuppgift att utföra i taget. Detta innebar att exempelvis när stamledningen skulle återfyllas kunde grävmaskinerna inte syssla med något annat. Således blev de stillastående när de behövde vänta på lera eller att det skulle packas.

Den uppmätta andelen stilleståndstid var 51 % för EC300, 44 % för Cat 325 och 56 % för Zaxis 210. Det bör dock tilläggas här att det endast var Cat 325 som följdes alla 5 dagar. För de andra maskinerna gäller värdena ett mindre antal dagar och osäkerheten är således större. Ett viktat medelvärde med hänsyn tagen till det olika antalet dagar ger en total stilleståndstid på 49 % av arbetstiden. Långgrävaren i Limhamn hade här 31 %.

Hur stor del av stilleståndstiden som egentligen var driftavbrottstid och inte APL-tid uppmättes inte vid observationstillfällena. En granskning av observationsprotokollen i efterhand visar att produktionen led av ett flertal driftavbrott. Under måndagen (dag 1) stod alla maskinerna stilla arbetsdagens första timme på grund av veckomöte. Därefter hade Zaxis 210 ytterligare ett driftavbrott på en timme. Senare hände det två gånger under dagen att maskinen endast arbetade 1-2 minuter under en timme, och följaktligen i praktiken led av ett driftavbrott. Maskinens stilleståndstid under dagen var 73 %. Nästa driftavbrott inträffade först på torsdagen. Denna dag var det endast Cat 325 som observerades bra nog för att kunna klockas. På morgonen stod maskinen stilla i 90 minuter innan den kunde börja schakta på grund av brist på dumpers. Den stod helt enkelt stilla och väntade. Fram tills frukost vid 9 var det endast 10 minuter som maskinen inte var stillastående. Även resten av dagen hade maskinen mycket stilleståndstid, men utan några nya driftavbrott.

Timkostnaderna för grävmaskinerna är även här okänd. Den varierar troligtvis mellan de olika maskinerna. En förenkling kan vara att samtliga maskiner kostar 800 kr/h styck. Då en grävmaskin var på service en dag blir det totala antalet maskintimmar under veckan 112 timmar. Kostnaden vid valt timpris blir 89 600 kr under veckan. Kostnaden för stillestånden blir då, om man räknar 49 % av denna summa, 43 904 kr.

Mängden ledning som lades under veckan var mycket liten. Stamledningen höljdes endast då rören redan var lagda, och ledningen till pumphuset schaktades endast utan att några rör lades. Totalt lades cirka 20 meter ny ledning under veckan men den höljdes ej. Totalt under veckan schaktas det  $60 + 14 + 6 = 80$  meter där det senare ska läggas ledningar. Samtidigt återfylls det totalt  $60 + 10 = 70$  meter där det redan lagts ledningar. Eftersom båda dessa sträckor endast gjorts halvfärdiga kan man förenkla till att det motsvarar att halva den summerade sträckan färdig ledning inklusive schakt och fyll har producerats under veckan. Det blir då  $(20+80+70)/2 = 75$  längdmeter. Fördelat på 5 arbetsdagar blir det 15 meter per dag. Det är sämre än de 30 meter per dag som brukar nämnas som referens, men bättre än de 10 meter per dag som arbetsledaren på plats vid ESS nämnde. Det ska dock tilläggas att det här endast lades ledning cirka 14 meter. Resterade sträcka schaktades endast utan att någon ledning lades, eller återfylldes där ledningen redan lagts. Ett mer rättvisande värde ligger därför under 15 meter per dag, kanske snarare runt 10 meter om allt inkluderas. Om de 75 producerade längdmeterna fördelas på den totala maskinkostnaden för veckan på 89 600 kr blir kostnaden per längdmeter 1195 kr/m.

Om det istället räknas schaktvolymen höljdes det totalt under veckan  $1120 \text{ m}^3$  vid stamledningen och spillservisen. Det grävdes nya schakter på  $1698 \text{ m}^3$ . Förutom det utfördes även ett omarbete där  $360 \text{ m}^3$  först återfylldes med dåliga massor som sedan fick schaktas bort. Detta omarbete där  $720 \text{ m}^3$  flyttades i onödan var inte värdeskapande för kunden. Detta berodde dock inte på grävmaskinerna eller deras kapacitet, så i denna beräkning räknas de volymerna med som producerat arbete under veckan. Totalt flyttades således  $3538 \text{ m}^3$  lera under veckan. Beräknat på den totala maskinkostnaden på 89 600 kr blir kostnaden per kubikmeter 25 kr/ $\text{m}^3$ . I Limhamn var motsvarande kostnad 162 kr/ $\text{m}^3$ . Värdena är dock inget som kan jämföras utan visar snarare hur olika arbetena vid de båda projekten var. Vid ESS var det VA-arbeten som utfördes, men själva grävmaskinerna stod nästan bara och öste massor som vid ett rent schaktjobb. Dock med hindret att de behövde vänta på dumpers.

## 6.3 Analys av Arenaparken

Projektet vid Arenaparken är svårt att jämföra med de övriga då det inte utförs några VA-arbeten vid observationstillfällena. Det utförs endast mindre schakter och en terrassjustering. Men det går ändå att jämföra stilleståndstid, eventuella driftavbrott och kostnad fördelat på schaktvolym.

Total andel stilleståndstid för grävmaskinen vid Arenaparken var 30 %. Det är det lägsta uppmätta medelvärdet under hela studien. Orsakerna till detta kan ha varit flera. Arbetsstyrkan var här liten och van att arbeta tillsammans. Grävmaskinisten var duktig och lätt att arbeta med enligt de andra på arbetsplatsen. Arbetslaget var i stort sätt ensamt på arbetsplatsen, och behövde inte trängas eller samsas med några andra förutom ett par armeringsarbetare. De hade en egen dumper att disponera över. Den stilleståndstid som trots det uppstod bestod mestadels i väntan på att dumpern skulle köra iväg 50 meter och tippa sitt lass, eller koordinering med alternativt väntan på anläggningsarbetarna som kontrollmätte och hjälpte till med utsättning. Personalbodarna låg något närmare byggarbetsplatsen än vid de andra byggena vilket delvis kan förklara att mindre APL-tid gick åt vid transport till och från bodarna.

Arbetena som utfördes var raka motsatsen till de vid ESS. Där grävdes stora schakter med närmare 50 m<sup>2</sup> i tvärsnittsarea. Här grävs det plintgropar med måtten 2,6 x 2,6 x 0,4 meter, totalt 2,67 m<sup>3</sup>. Detta görs med en två meter bred planeringskopa. De minsta pumpgroparna som grävs är ännu mindre, två stycken på vardera 0,49 m<sup>3</sup>. Att göra den här sortens små detaljarbeten med en grävmaskin på över 30 ton är inte ekonomiskt fördelaktigt. Då passar en mindre och smidigare grävmaskin bättre. Men det kan ändå göras av andra skäl. Här exempelvis gjordes det för att kunna behålla grävmaskinen på plats, då man haft den där tidigare och kanske inte skulle kunna få tillbaka den senare när en större maskin behövs igen om den släpptes iväg till ett annat bygge.

Arbetsveckan var 37,5 h då en dag avslutades tidigare. Som antagen timkostnad för grävmaskinen används även här 800kr/h. Totalkostnaden blir då 30 000 kr. Kostnaden för stilleståndstiden blir 30 % av detta, 9 000 kr. Några driftavbrott skedde inte under veckan. Under veckan schaktas det cirka 105 m<sup>3</sup> upp ur gropar och 1525 m<sup>2</sup> terrassjusteras genom att cirka 10 cm lera skrapas bort. Det innebär en terrassjustering på cirka 152,5 m<sup>3</sup>. Om det räknas enbart som schaktvolymen innebär det totalt 258 m<sup>3</sup> under veckan, eller 6,9 m<sup>3</sup>/h. Detta ger en maskinkostnad på 116 kr/m<sup>3</sup>. Detta ligger i mitten av de tre byggena, även om det endast schaktats här och inte dessutom utförts några VA-arbeten. Men återigen, projekten är så olika att det inte går att jämföra. Schaktandet här bestod hela tiden av noggrant putsande och kontrollerande av höjder. Att schakta upp volymen för en plintgrop görs på två skopor. Här tar det istället närmare en timme då det först ska sättas ut noggrant med maskinstyrningen, sedan schaktas försiktigt så att kanterna inte rasar men ändå blir lodräta, och alla vinklar ska bli räta. Samma sak gäller vid terrassjusteringen.

Ett värde som sticker ut vid det här projektet är andelen tid som hamnar under kategorin övrigt. Den är cirka det dubbla värdet jämfört med grävmaskinerna vid de båda andra projekten. Definitionen har varit densamma och inkluderar lyft av utrustning, förflyttning av maskin samt mätning och utsättning med maskinstyrningen. Undantaget är här ett tillfälle på 24 minuter då hjälp gavs åt armerarna med att långa betong i skopan vid en gjutning. Men förutom det förklaras siffran främst av att just maskinstyrningen användes så mycket vid utsättningen istället för en mättekniker. Det skedde även en del lyft av armeringsjärn åt armerarna, och då de höll till i andra änden av källarschakten för att inte trängas i onödan blev det även lite förflyttningar vid de lyften.

## 6.4 Jämförelse mellan projekten

Sammanfattningsvis kan resultaten för de olika projekten sammanställas enligt Tabell 8 nedan:

**Tabell 8. En jämförelse av de resultat som uppmätts eller beräknats i analysen för de tre olika projekten.**

|                                    | Limhamn<br>(Långgrävare) | ESS (3 maskiner) | Arenaparken |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------|
| Andel APL-tid [%]                  | 31                       | 49               | 30          |
| Antagen timkostnad                 | 1400 kr/h                | 3 x 800 kr/h     | 800 kr/h    |
| VA-ledning [m/dag]                 | 38                       | 15               | -           |
| VA-kostnad [kr/m]                  | 296                      | 1195             | -           |
| Schaktkostnad [kr/m <sup>3</sup> ] | 162                      | 25               | 116         |

Tabellen visar en jämförelse av de resultat som uppmätts eller beräknats i analysen för de tre olika projekten. Eftersom kostnaderna är beroende på de antagna maskinkostnaderna redovisas även dessa. Att värden relaterade till VA saknas för projektet i Arenaparken beror på att där inte utfördes några VA-arbeten. De olika projekten har dessutom studerats olika antal dagar, vilket ger en skillnad i osäkerhet.

Här syns det tydliga skillnader mellan projekten. Schaktarbetena var betydligt billigare vid ESS, där stora schakter gjordes. Kostnaden för VA per längdmeter var dock sämre här än vid Limhamn där långgrävare användes. Förutom att detta kan förklaras med att schakterna var så mycket större än i Limhamn är det även värt att notera att ingen hänsyn här har tagits till hur antalet parallella rör det ligger i varje ledningsgrav varierar. För att inte tala om storleken på ledningarna, samt schaktdjupet. I Limhamn lades många längdmeter ledning men schaktvolymerna som utfördes var små, vilket speglas i enhetskostnaderna. I Arenaparken schaktades små volymer, men det var hög noggrannhet på exakt vilka massor som skulle schaktas upp vilket sänkte kapaciteten.

Värdena i tabellen kan delvis användas som svar på de frågor som ställs i frågeställningen. Frågorna berör vilken produktionsmetod har högst produktivitet i antal meter ledning per dag, vilken som har minst icke värdeskapande tid per dag samt vilken som är mest kostnadseffektiv. Men frågorna går endast att besvara för de här projekten, och svaret gäller endast om man avgränsar beräkningarna så som gjorts här. Går det att besvara vilken produktionsmetod som är bäst på ett *generellt* plan enligt de tre frågorna? För att kunna göra det hade mer likartade projekt behövts, så att de skillnader som uppkommit berott på just produktionsmetoderna och inte på allt annat som varierar. Här hade projekten helt olika arbetsuppgifter, utseende och förutsättning vilket gör det svårt att helt säkert koppla skillnaderna i enhetskostnader och APL-tid till

produktionsmetoderna. Men även om det inte går att jämföra projekten rakt av kan det konstateras vilka skillnader de olika produktionsmetoderna medför och deras för- och nackdelar.

Det faktum att förutsättningarna nästan alltid varierar så mycket gör det väldigt svårt att jämföra olika projekt. Inte bara i denna studie utan även generellt. Två projekt är sällan lika varandra. Exempel på när hänsyn inte togs till detta nämndes av flertalet anläggningsarbetare på de olika projekten. Flera historier berättades om hur ”nyutexaminerade akademiker” missat detta. Det handlade om hur blinda kapacitetsmätningar gav en felaktig bild av arbetet och skapade orimliga förväntningar. Exempelvis berättades om hur en ny arbetsledare en gång hade sagt att det var katastrof när de bara producerat 10 meter ledning på en dag, när kalkylen sa 30. Anläggningsarbetaren sa sig då ha försökt förklara att det berodde på schaktdjupet, och att det skulle komma att tas igen längre fram när schakterna blev grundare och därmed smalare. Något som naturligtvis stämde. Observatörens bakgrund som en snart nyutexaminerad civilingenjör var något som de kände till, och det är möjligt att de här historierna berättades som en förmaning att inte göra samma misstag. Det går inte att rakt av jämföra olika kapaciteter eller olika produktivitet, inte när förutsättningarna är olika. Vilket de nästan alltid är. Och även samma arbetsmoment med liknande förutsättningar kan ta olika lång tid beroende på hur pass inkörda arbetsstyrkan är. Detta visades i Limhamn där det skulle göras många servisavsättningar. Enligt kalkylen och tidplanen skulle alla serviser ta lika lång tid. Men på plats sade man sig räkna med att de första skulle ta betydligt längre tid, innan arbetslaget fick rutin på arbetsuppgifterna och hittade hur de bäst kunde utföras. Detta skulle sedan arbetas igen på de senare serviserna.

## 6.5 För- och nackdelar med långgrävare

Ett antal för- och nackdelar med att använda långgrävare har observerats under fallstudierna och vid analysen av det insamlade resultatet.

Som fördelar nämns först och främst faktorer kopplade till maskinens större räckvidd. Med ett teoretiskt arbetsområde på närmare 1080 m<sup>2</sup> istället för 380 m<sup>2</sup> (enligt punkt 4.3.2) kan maskinen utföra fler arbetsmoment utan att behöva flytta maskinen. Serviser kan schaktas och återfyllas samtidigt med huvudledning. Material kan lyftas fram även stora avstånd, vilket annars hade krävt antingen hjälp från en servismaskin eller en förflyttning av maskinen, två saker som båda försvåras om det står öppna schakter i vägen. Med längre räckvidd kan längre sträckor schaktas i taget. Då får rörläggarna sedan en längre ledningssträcka att lägga samtidigt vilket gör deras arbete mindre plottrigt och tidsödande. Samtidigt når maskinen att göra något annat arbetsmoment utan att någon förflyttning krävs. Exempelvis kan kanske kringfyll eller återfyll läggas i en annan del av rörgraven än just där anläggningsarbetarna står. Räckvidden kan möjliggöra att terrasserna justeras och görs färdiga samtidigt som VA-arbetena utförs.

Då behöver maskinen inte vänta på att anläggningsarbetarna lägger rör eller packar och liknande, utan kan utföra detta istället. Detta var något som nämndes i Limhamn, men som där inte utfördes på grund av den blöta årstiden.

En annan stor fördel är att när överskottsmassor ska lastas på en schaktbil för att köras iväg så behöver schaktbilen inte stå lika nära långgrävaren. Grävmaskinen når ändå. Detta minskar behovet av att göra byggvägar för att schaktbilen ska kunna ta sig fram inne på byggarbetsplatsen, något som sparar både plats, tid och pengar. Grävmaskinen behöver inte heller lika många olika upplag inne på arbetsplatsen. Rörkorgar behöver inte flyttas lika många gånger när maskinen ändå når dem. Schaktmassor kan stackas i färre men större högar. Det inte bara minskar ytan de upptar utan de vädersäkras även bättre mot regn och tjäle. Detta då en större andel av massorna är skyddade inne i högen.

Om dessa fördelar innebär att maskinen tappar mindre i kapacitet än vad kostnadsbesparingen är jämfört med att ha en traditionell VA-trupp på två traditionella grävmaskiner så ger det inte bara en lägre kostnad per löpmeter. Det ger även en miljömässig kostnad i form av mindre utsläpp från maskinerna.

Som nackdelar har främst faktorer som kan härledas till maskinens högre kostnad identifierats. Då maskinen är dyrare blir även stillestånden dyrare, och därmed behövs ett extra fokus på att minimera denna. Arbetet bör planeras så att det alltid finns flera olika arbetsuppgifter att utföra inom maskinens arbetsområde. På så vis behöver den inte vänta när anläggningsarbetarna håller på med ett visst moment. Exempelvis kanske makadam kan läggas ut, terrassen justeras eller lastande av överskottsmassor ske samtidigt med VA-schakten? Serviser görs samtidigt med huvudledning? Det måste även läggas extra fokus på att undvika väntetid på utsättning, bättre koordinering med mättekniker, och färdiga modeller för maskinstyrning i grävmaskinen när arbetet startar. En annan nackdel som nämndes från ett annat projekt men liknande det i Limhamn handlade om godsmottagning. Där användes inte heller någon servicemaskin utan när en lastbil kom och skulle lastas av så fick långgrävaren göra det. Dock så hade lastbilen ett fast tak, som inte kunde fällas ned. Det gick endast att öppna sidorna för att lasta ur lasten. Här var den långa räckvidden en nackdel för om grävmaskinen stod för nära slog dess bom i taket på lastbilen. Långgrävaren fick stå 15 meter bort från lastbilen och försöka lasta av pallarna med pallgafflarna. Då krävs det bra syn, tålamod och fingertoppskänsla för att lasta av en hel lastbil utan att något går fel. Och det blir ett långt stillestånd från de egentliga arbetsuppgifterna för maskinen.

En annan nackdel som ofta nämns med långgrävare är den lägre grävkapaciteten. Den har mindre skopor och sämre brytkraft än motsvarande maskin, och schaktar färre kubikmeter per timme. Är detta ett hinder vid VA-arbeten? Det beror på. Vid projektet i Limhamn var det troligen inte någon större nackdel. Där var schakterna förhållandevis små och schaktarbetet utgjorde en mindre del av arbetstiden. Däremot vid ett projekt som det vid ESS där rörgravarna hade en mångdubbelt större volym så hade den sämre kapaciteten gjort sig märkbar. Som invändning här kan dock nämnas en förmiddag vid återfyllningen av stamledningen vid ESS. Då fick grävmaskinerna långa material till varandra. Först lyfte Cat 325 ned lera och lade i stamledningen så att Zaxis 210 sedan kunde nå massorna från andra sidan och fylla servisledningen. En långgrävare hade här

kunnat nå över stamledningen och själv fylla hela servisen utan att materialet behövde lyftas i flera olika led. Då hade den mindre skopvolymen snabbt tagits igen av ett mindre merarbete med omlastning.

En iakttagelse som gjordes men som det inte gjordes mätningar på är att anläggningsarbetarna fick mindre väntetid när de arbetade med en långgrävare. Detta jämfört med när det går två VA-gång, en fronttrupp och en eftertrupp. Eftersom anläggningsarbetarna nu skulle hjälpa till med både schakt, ledningsbädd, rörläggning, kringfyll, återfyll och packning hade de mer att göra istället för att bara vänta på grävmaskinen. Eftersom grävmaskinen inte behövde vänta på anläggningsarbetarna kunde den vara igång istället, och därmed behövde inte anläggningsarbetarna vänta på grävmaskinen i ett senare läge, eftersom den då hunnit så pass långt att anläggningsarbetarna kunde påbörja nästa moment. Tyvärr observerades detta för sent för att kunna inkluderas i mätningen.

## 6.6 Behov av servicemaskin?

En fördel med att använda långgrävare kan vara att behovet av en servicemaskin minskar. Detta togs upp i frågeställningen, med förhoppningen att utifrån denna studie kunna bekräfta eller avfärda detta påstående. Eftersom långgrävaren har längre räckvidd kan den nå material över en större yta. Därmed minskar behovet av en servicemaskin som kör fram material till precis där grävmaskinen står.

I Limhamn användes en mindre hjullastare som en av anläggningsarbetarna körde vid behov. En uppskattning av tiden som maskinen användes vid bygget under de två veckorna är 9-10 timmar. Då syntes inte maskinen den mesta av den tiden utan maskinen kom och lämnade utrustning eller material några minuter, sedan var den utom synhåll en kvart och antagligen plockade fram nästa leverans. Men om den istället stod stilla de minuterna går inte att veta. Avståndet till bygget från den plats där brunnar och liknande lagrades var endast 50-100 meter. De gånger leveranser kom under studiens gång lastades dessa av direkt på arbetsplatsen av långgrävaren. Här kom räckvidden till användning då maskinen snabbt kunde lasta av en lastbil utan att behöva köra runt de öppna schakterna. Hjullastaren stod dock inte helt stilla den övriga tiden utan den lånades ut uppskattningsvis 15 timmar till ett intilliggande bygge, där den körde fram material inför en stensättning.

Någon servicemaskin användes inte vid Arenaparken. Men så utfördes det inte heller några VA-arbeten där. Försök gjordes vid de båda andra byggena att klocka servicemaskinerna. Men detta visade sig ogörligt då de tillbringade sin mesta tid utom synhåll. Vid ESS hade servicemaskinen en dedikerad förare som satt i maskinen hela tiden, men maskinen var oftast utom synhåll och arbetade antagligen med andra arbetslag.

Även i fallet Limhamn är det svårt att helt avfärda behovet av en servicemaskin, även om den används endast en liten del av arbetstiden. För när den väl behövs handlar det

ofta om viktiga arbetsuppgifter med kort varsel. Exempelvis om det behövs några extra skopor makadam för att vatten tränger fram i schaktgraven. Då kan hjullastaren här snabbt rulla iväg till det intilliggande lagret och hämta material som tidigare tippats där, så att långgrävaren kan fortsätta sitt arbete utan onödigt långa stillestånd. Att försöka eliminera behovet genom att ha en just-in-time leverans här vore omöjligt eftersom det är en oplanerad händelse som det inte går att ha framförhållning för hela tiden. Att då beställa in en schaktbil med makadam blir både för dyrt och tar för lång tid.

En sak som observerats vid både dessa och andra VA-projekt är att ett just-in-time system sällan används för leveranserna. Att efterstäva just-in-time-leveranser är annars något som brukar ses som en minskning av slöserier enligt Lean-filosofin, och därmed produktivitetshöjande. Detta då det minskar lagerhållningen. Att lagerhållning av brunnar och liknande är något som kostar på ett anläggningsjobb är något som sällan verkar tas i beaktande. Ytan är ju gratis. Men det tar plats och kan vara i vägen eller behöva flyttas onödiga gånger av just en servicemaskin. En förklaring till detta är troligen att maskinerna är så dyra att ett driftavbrott på grund av en försenad eller felaktig leverans måste undvikas. Därför efterfrågas att ha materialet på plats så att det kan kontrolleras i god tid innan det ska användas.



# 7 Slutsats

*Rapporten avslutas med en slutsats. Det görs ett försök att besvara de frågor som ställs i frågeställningen för att på så sätt uppfylla syftet med studien. Resultatet i sig diskuteras, men mycket fokus ligger vid att diskutera själva studiens utformning och förutsättningar. Sist ges ett förslag på vidare studier.*

## 7.1 Återkoppling till frågeställning

Kan några direkta slutsatser dras utifrån resultatet av denna studie? Det korta svaret är nej. De frågor som ställdes i frågeställningen kan besvaras utifrån vilka värden som erhöles vid de aktuella projekten vid studien, men det går inte att på ett generellt plan koppla dessa värden till de olika produktionsmetoderna. Skillnaderna mellan projekten är alltför stora. För att lyckas med detta hade det behövts likartade projekt där det var just produktionsmetoderna som var den stora skillnaden. Nu är det så många andra faktorer som kan ha större påverkan. Resultaten kan ändå användas som referens vid en jämförelse med andra liknande projekt. Och det går att konstatera ett flertal fördelar med att använda långgrävare. Svårigheten ligger i att väga dessa fördelar gentemot nackdelarna.

En fråga som möjligen delvis kan besvaras är den om ifall en långgrävare även kan utföra en servicemaskins arbetsuppgifter. Det kan den, till en viss gräns. Den kan flytta material inne på arbetsplatsen, och möjligen även lasta av inkommande gods, förutsatt att det sker nära den plats där maskinen för tillfället arbetar. Följaktligen minskar behovet av en servicemaskin. Men för att helt ta bort behovet krävs det en annan planering och förberedelse. Allt material måste levereras direkt dit långgrävaren enkelt kan hämta det, inte till en uppställningsplats på andra sidan en asfalterad väg. Leveranserna måste därmed ske närmare inpå när de ska användas och inte veckovis i förväg. En bra kompromiss kan vara just den som valts i Limhamn. Att man har en mindre servicemaskin utan egen förare som används endast vid behov. Men detta kan även vara ett hinder för fortsatt förändringsarbete. Det finns inget incitament för att utveckla ett arbetssätt där servicemaskinen kan frigöras helt om man tänker att den ändå står där redo att användas. Kanske nästa projekt borde planeras redan från början med förutsättningen att ingen servicemaskin ska användas över huvud taget? Det borde inte vara en omöjlighet, särskilt inte om hänsyn till det tas redan från början. Men därefter gäller det att utvärdera om det blivit en fördel tillslut, eller om det kanske kan komma att

bli det när man lärt sig arbetssättet. Förändringar bör endast genomföras om de väntas leda till en förbättring på något område, inte bara för förändrandets egen skull.

Någon större skillnad i stilleståndstid har inte gått att observera som kan hänföras direkt till valet av produktionsmetod. De stillestånd som uppkommit har haft likartade anledningar vid samtliga projekt, eller berott på andra förutsättningar än just grävmaskinstyp.

## 7.2 Reflektion kring studiens utformning

Målet med denna studie har varit att studera produktiviten vid två olika produktionsmetoder, främst om den påverkas till det bättre eller sämre om långgrävare används istället för traditionella grävmaskiner. Men har det varit produktiviteten som studerats vid observationsstudierna? Att det finns ett flertal svårigheter kring att definiera vad produktivitet är framkommer under teorin i denna rapport. Där visas även att det är en än större svårighet att identifiera hur produktiviten bör mätas, för att inte tala om att jämföras.

Det som gjorts vid observationsstudierna är att de mätbara kvantiteter som producerats har uppmätts, i schaktvolym eller löpmeter färdig ledning. Detta har sedan jämförts med arbetstiden. Utifrån antagna timkostnader har sedan enhetskostnader tagits fram för det som producerats. Dessutom har fördelningen av arbetstid för varje grävmaskin observerats. Det har noterats hur stor del av arbetstiden som lagts vid olika arbetsmoment, med fokus på hur mycket maskinerna varit stillastående. Syftet med detta har varit att få en bild av maskinernas mångsidighet och potential. Dels för att se vad de kan göra för att fortsätta producera något istället för att vara helt stillastående, men även för uppskatta om det finns någon förbättringspotential. Detta för att inte bara få fram vilken kapacitet maskinerna haft, utan för att samtidigt indirekt få fram uppgifter om deras teoretiska maxkapaciteter. Detta är dock inget som det gjorts försök att beräkna eller liknande. Främst för att det är svårt att veta hur långt ned stilleståndstiden kan pressas innan det skapar nackdelar och svårigheter.

Har då studien utförts korrekt? Det enklaste att kommentera där är själva observationstillfällena. Visar de uppmätta siffrorna hela sanningen? Naturligtvis inte. Även om noggrannhet eftersträvades vid tidtagningen så är misstag oundvikliga. Till det bör observatörens oerfarenhet nämnas. En annan observatör hade troligen fått något annorlunda uppmätta värden, men troligen endast en marginell skillnad då klocka användes till största delen, och uppskattningar gjordes endast när så krävdes. Studien genomfördes endast under en kort tidsperiod som kanske inte är representativ för det normala läget på arbetsplatsen. Frågan är dock om det finns något sådant normalt läge, eftersom arbetsuppgifterna och förutsättningarna ändras hela tiden. Valdes rätt observationsobjekt för studien? Här var nog egentligen endast projektet i Limhamn relevant. De båda referensprojekten var inte alls så lika projektet i Limhamn som det först antogs. Detta är naturligtvis något som påverkar jämförelsen. Var det rätt att

använda olika kategorier för tidsfördelningen vid de olika projekten? Sannolikt ja, och dessutom var det nästan oundvikligt vid så pass olika projekt. Har studien genomförts med rätt upplägg? Den frågan är svårare att besvara. Återigen, att det finns stora svårigheter med att göra produktivitetmätningar är oomtvistat.

Att analysera stilleståndstiden på det sätt som gjorts kanske inte är något som företagen brukar göra. De lägger mer fokus vid kapaciteter och kostnader, exempelvis kostnaden i kronor per meter färdig ledning. Men hur stor del av arbetstiden som grävmaskinen är stillastående kan ändå anses vara relevant då det visar hur stor del av arbetstiden som är värdeskapande. Det visar effektiviteten på bygget. Den beror förvisso mycket på andra faktorer än valet av maskintyp men även det spelar in.

I denna studie har fokus legat vid val av grävmaskinstyp. En faktor som nämnts som minst lika viktig på samtliga byggen är vem som sitter i grävmaskinen. Skillnaden är stor mellan att ha en erfaren och duktig maskinist och en som inte är det. Om maskinisten vet vad som ska göras och vad anläggningsarbetarna vill minskas tiden som behövs för samordning. Kanske vill anläggningsarbetarna ha en maskinist som de är vana att arbeta med, även om denne kör en maskintyp som inte är helt optimal för de aktuella arbetsuppgifterna. Då kanske fördelarna med maskinisten väger upp nackdelarna med maskinen. Detta är dock något som det är svårt att mäta, och som det sällan tas hänsyn till i kalkyler.

Att i denna studie jämföra ett projekt med långgrävare med projekt där konventionella grävmaskiner används blev inte så enkelt som det först antagits. Projekten visade sig vara alltför olika för att några siffror skulle gå att jämföra rakt av. Detta troddes kunna lösas genom att istället jämföra långgrävaren med kalkylen för projektet, som då antogs bygga på traditionella grävmaskiners kapacitet och kostnader. Även detta antagande visade sig dock felaktigt, då även kalkylen utgick från långgrävare. Därför blir jämförelsen av en mer kvalitativ karaktär.

Att hitta forskningsartiklar om olika arbetsmetoder visade sig vara omöjligt. Det verkar helt enkelt inte finnas några. Kanske är det så att vilken arbetsmetod som är bäst är något som det är helt upp till företagen att själva välja, och inte något som den akademiska världen bryr sig om? De artiklar som hittades handlade antingen om saker som hur rörledningarna bryts ned i marken vid olika pH-värde, eller om hur det stod till med produktiviteten i anläggningsbranschen som helhet. Det sistnämnda var förvisso relevant, om än i en annan del av studien.

Påverkades arbetet vid projekten av att det stod en observatör där? De visste ju om att de var observerade. Men de visste även att uppdragsgivaren var ett universitet och inte deras arbetsgivare på plats. Det förklarades att fokus låg på maskintypen och arbetssättet, inte de enskildas prestation. Någon märkbar förändring i arbetet såsom kortare raster eller liknande noterades inte. Kanske var det en fördel att observatören var så pass delaktig i arbetet, att han stod precis intill där arbetena skedde, ställde frågor och hjälpte till när ett behov uppstod. Det är möjligt att det gjorde att han sågs mer som en medarbetare eller en praktikant och därmed inte påverkade på samma sätt som om han stått 25 meter bort, endast presenterat sig kort och därefter tagit fram en kamera för att

filma hela arbetsdagen. Det valda upplägget kändes bra, och de flesta anläggningsarbetare och maskinister var välkomnande och pratade mer än gärna om allt möjligt arbetsrelaterat. Om de istället hade hyst agg och blivit misstänksamma hade detta troligen påverkat resultatet mer, blivit långt ifrån lika lärorikt och inte minst gjort datainsamlandet till en betydligt mindre angenäm aktivitet.

En sista sak som borde gjorts annorlunda är att det borde noterats bättre i observationsprotokollen (se bilagor) varför de olika stillestånden uppstår. APL-tiden hade kunnat delas upp i olika kategorier. Då skulle det vara enklare att se exakt vad APL-tiden består av, och kanske även vad som skiljer en dag med exempelvis 15 % stilleståndstid från en med 40 %.

### 7.3 Förslag på vidare studier

Ett förslag på vidare studier vore att försöka göra om denna studie vid två mer likartade projekt, så att det blir lättare att urskilja skillnaderna mellan just produktionsmetoderna. Ju mer lika projekten är, desto enklare blir det att koppla eventuella skillnader i mätresultat till just produktionsmetoderna, det vill säga vilken grävmaskinstyp som används.

Det skulle även kunna göras mer studier på just servicemaskinens arbetsfördelning. Vad lägger den sin arbetstid på? Kan den arbetstiden minskas genom exempelvis leveranser som kommer mer just-in-time, eller genom användandet av långgrävare?

Ett tredje alternativ vore att fokusera enbart på stilleståndstiden, APL-tiden. När grävmaskinen står stilla. Klocka och notera orsaken till samtliga stopp, varför de uppstår, vad de beror på, om de kunnat undvikas och så vidare.

Ett fjärde alternativ vore att studera anläggningsarbetarnas tidsfördelning. Det kändes spontant som att dessa endast stod och väntade en stor del av arbetstiden, ofta mer än hälften av tiden. Inte för att de var lata utan för att det var vad som blev följden av arbetssättet. Här borde det finnas en förbättringspotential som kan vara värd att titta på.

# 8 Litteraturförteckning

- Bell, J., 2006. *Introduktion till forskningsmetodik*. 4:8 red. Lund: Studentlitteratur.
- Blücher, D., Öjmertz, B., Hamon, E. & Jarebrant, C., 2007. *Effektivt byggande - utmanadina processer! : resurseffektiva tankesätt och principer - en introduktion till Lean i byggandet*. Mölndal: IVF Industriforskning och utveckling AB.
- Byggkommissionen, 2002. *Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kostnaderna, kvaliteten och kompetensen i byggsektorn*, Stockholm: Näringsdepartementet.
- Gunnarsson, R., 2002. *Dept of Prim Health Care Göteborg University - Research methodology web site*. [Online]  
<http://www.infovoice.se/fou/bok/10000035.shtml>  
[Använd 03 Mars 2016].
- Gustafson, C.-H. & Hansson, J., u.d. *Arbetad tid - en svardefinierad variabel i produktionsmätning*. [Online]  
<http://www.scb.se/Statistik/AM/AM9903/dokument/Arbetad-tid--en-svardefinierad-variabel-i-produktivitetsmatning.pdf>  
[Använd 3 Februari 2016].
- Harris, F. & McCaffer, R., 2013. *Modern Construction Management*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Holmberg, A., 2010. *Hur skapas en hälsosam byggetablering*, KTH: Examensarbete inom Byggteknik och hälsa.
- Höst, M., Regnell, B. & Runesson, P., 2006. *Att genomföra examensarbete*. 1:4 red. Lund: Studentlitteratur.
- Jonsson, J., 1996. *Construction Site Productivity Measurements*, Tekniska högskolan i Luleå: Doctoral thesis, Division of construction management.
- Joäng, V. & Sadiković, A., 2014. *Radiokommunikationens inverkan på produktiviteten inom anläggningsprojekt*, Lunds tekniska högskola: Institutionen för bygghvetenskaper.
- Lidström, V., 2012. *Vårt vatten, grundläggande lärobok i vatten- och avloppsteknik*. u.o.:Svenskt vatten.
- Malm, A. & Svensson, G., 2011. *Material och åldersfördelning för Sveriges VA-nät och framtida förnyelsebehov 2011-13*, Stockholm: Svenskt Vatten AB.
- Merriam, S. B., 1994. *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.

- Nykvarns kommun, 2012. *Teknisk standard för VA-utbyggnad eller VA-anslutning till Nykvarns kommuns VA-system*. [Online]  
<https://www.nykvarn.se/download/18.34ad21dd14a499878ff5eca/1418633375591/Teknisk+standard+f%C3%B6r+VA-anslutning.pdf>  
[Använd 9 Februari 2016].
- Olander, S. & Widén, K., 2010. *Mätning av produktivitet i bygg- och anläggningssektorn - problem och möjligheter*, Lunds Universitet: Avdelningen för Byggproduktion.
- Olander, S., Widen, K., Hansson, B. & Pemsel, S., 2010. *Productivity Comparisons, Are They Possible or Even Desirable?*, Lund University: Construction Management.
- Olsson, H. & Sörensen, S., 2001. *Forskningsprocessen: Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. Stockholm: Liber.
- Persson, M., 2012. *Planering och beredning av bygg- och anläggningsprojekt*. Lund: Studentlitteratur.
- Produktivitetskommittén, 2012. *Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen (SOU 2012:39)*, Stockholm: Näringsdepartementet.
- Statistiska Centralbyrån, 2005. *BNP- produktivitetsutveckling, merchanting och terms-of-trade NR-PM 2005 : 05*. [Online]  
[http://www.scb.se/statistik/NR/NR0102/2005A01/Produktivitet\\_och\\_%20BNPutv1.pdf](http://www.scb.se/statistik/NR/NR0102/2005A01/Produktivitet_och_%20BNPutv1.pdf)  
[Använd 1 Februari 2016].
- Statskontoret, 2010. *Att mäta produktivitetsutvecklingen i anläggningsbranschen 2010:19*. [Online]  
<http://www.statskontoret.se/globalassets/publikationer/2010/201019.pdf>  
[Använd 3 Februari 2016].
- Svensk Byggtjänst, 2013. *AMA Anläggning 13*. u.o.:Svensk byggtjänst AB.
- Svensk Byggtjänst, 2016:1. *byggtjanst.se*. [Online]  
<http://byggtjanst.se/tjanster/ama/>  
[Använd 15 Februari 2016].
- Svensk Byggtjänst, 2016:2. *byggtjanst.se*. [Online]  
<http://byggtjanst.se/tjanster/ama/ama-anlaggning/>  
[Använd 15 Februari 2016].
- Sörqvist, L., 2013. *Lean : processutveckling med fokus på kundvärde och effektiva flöden*. Lund: Studentlitteratur.
- Trafikverksutredningen, 2009. *De statliga beställarfunktionerna och anläggningsmarknaden (SOU 2009:24)*. Stockholm: Näringsdepartementet.
- VA SYD, 2016. *vasyd.se*. [Online]  
<http://www.vasyd.se/Artiklar/Om-VA-SYD/Ordlista-for-vatten-och-avlopp>  
[Använd 15 Februari 2016].

# Bilagor

- 1: Observationsprotokoll från Limhamn (långgravare), 10 stycken.
- 2: Observationsprotokoll från ESS, 5 stycken.
- 3: Observationsprotokoll från Arenaparken, 5 stycken.

| <b>Plats</b>  | Limhamn                                                               |                         | <b>Datum</b>        | 2016-02-09     | Tisdag                      | <b>Maskin</b> | EC300 LR  |  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------|---------------|-----------|--|
| <b>Väder</b>  | Molnigt, delvis eftermiddag. +5                                       |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| <b>Arbete</b> | Schakt, kring, återfyll 110 dagvatten 15 m. Djup 1 m. 1 Brunn. 1-2 YA |                         |                     |                |                             |               |           |  |
|               |                                                                       |                         |                     | <b>Geologi</b> | Lera. Kalksten 0,5 ned 15 m |               |           |  |
| Tid           | Schakt                                                                | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor   | APL-tid                     | Övrigt        | Kommentar |  |
| 06:45         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               | Möte      |  |
| 07:00         | 5                                                                     |                         |                     | 5              | 3                           | 2             | Flytt     |  |
| 07:15         | 5                                                                     | 2                       |                     | 3              | 3                           | 2             | Flytt     |  |
| 07:30         | 2                                                                     | 8                       |                     |                | 5                           |               |           |  |
| 07:45         | 9                                                                     | 3                       |                     |                | 3                           |               |           |  |
| 08:00         | 11                                                                    | 2                       |                     |                | 2                           |               |           |  |
| 08:15         | 10                                                                    | 3                       |                     |                | 2                           |               |           |  |
| 08:30         | 13                                                                    | 2                       |                     |                |                             |               |           |  |
| 08:45         | 10                                                                    |                         |                     |                | 5                           |               |           |  |
| 09:00         |                                                                       |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| 09:15         |                                                                       |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| 09:30         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               | Möte      |  |
| 09:45         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               | Möte      |  |
| 10:00         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               | Möte      |  |
| 10:15         | 5                                                                     | 5                       |                     |                | 5                           |               |           |  |
| 10:30         | 8                                                                     | 6                       |                     | 1              |                             |               |           |  |
| 10:45         | 8                                                                     | 7                       |                     |                |                             |               |           |  |
| 11:00         | 15                                                                    |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| 11:15         | 2                                                                     | 11                      |                     | 2              |                             |               |           |  |
| 11:30         |                                                                       | 6                       | 5                   |                | 4                           |               |           |  |
| 11:45         |                                                                       | 4                       | 11                  |                |                             |               |           |  |
| 12:00         |                                                                       |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| 12:15         |                                                                       |                         |                     |                |                             |               |           |  |
| 12:30         |                                                                       |                         | 10                  |                | 5                           |               |           |  |
| 12:45         |                                                                       |                         | 8                   | 6              | 1                           |               |           |  |
| 13:00         |                                                                       |                         | 3                   | 12             |                             |               |           |  |
| 13:15         |                                                                       | 1                       | 4                   | 9              | 1                           |               |           |  |
| 13:30         |                                                                       |                         | 5                   | 2              | 6                           | 2             | Flytt     |  |
| 13:45         |                                                                       |                         | 2                   |                | 13                          |               |           |  |
| 14:00         |                                                                       |                         |                     | 2              | 11                          | 2             | Flytt     |  |
| 14:15         | 5                                                                     |                         |                     |                | 6                           | 4             | Lyft      |  |
| 14:30         |                                                                       | 2                       |                     |                | 13                          |               |           |  |
| 14:45         |                                                                       | 2                       |                     |                | 11                          | 2             | Lyft      |  |
| 15:00         |                                                                       |                         |                     |                |                             | 15            | Lyft      |  |
| 15:15         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               |           |  |
| 15:30         |                                                                       |                         |                     |                | 15                          |               |           |  |
| <b>Summa</b>  | 108                                                                   | 64                      | 48                  | 42             | 189                         | 29            | 480       |  |
| <b>Andel</b>  | 23%                                                                   | 13%                     | 10%                 | 9%             | 39%                         | 6%            |           |  |



| Plats        | Limhamn                                                                              | Datum                   | 2016-02-10 Onsdag   | Maskin       | EC300 LR |        |              |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|----------|--------|--------------|
| Väder        | Molnigt. Regn eftermiddag. +5                                                        |                         |                     |              |          |        |              |
| Arbete       | Schakt 3 x 15 m serviser. 1 m djup. Mycket försiktig grävning under elkablar. 1-2 YA |                         |                     |              |          |        |              |
|              |                                                                                      |                         |                     | Geologi      |          |        |              |
| Tid          | Schakt                                                                               | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor | APL-tid  | Övrigt | Kommentar    |
| 06:45        |                                                                                      |                         |                     |              | 15       |        | Möte         |
| 07:00        |                                                                                      |                         |                     | 11           | 4        |        |              |
| 07:15        | 12                                                                                   |                         |                     | 2            | 1        |        |              |
| 07:30        | 13                                                                                   |                         |                     |              | 2        |        |              |
| 07:45        | 13                                                                                   |                         |                     |              | 2        |        |              |
| 08:00        | 14                                                                                   |                         |                     |              | 1        |        |              |
| 08:15        | 11                                                                                   | 2                       |                     | 1            | 1        |        |              |
| 08:30        | 1                                                                                    |                         |                     | 9            |          | 5      | Lyft         |
| 08:45        | 7                                                                                    |                         |                     |              | 8        |        |              |
| 09:00        |                                                                                      |                         |                     |              |          |        |              |
| 09:15        |                                                                                      |                         |                     |              |          |        |              |
| 09:30        |                                                                                      |                         |                     |              | 15       |        |              |
| 09:45        | 11                                                                                   |                         |                     | 2            |          | 2      | Flytt + Lyft |
| 10:00        | 13                                                                                   |                         |                     | 2            |          |        |              |
| 10:15        | 7                                                                                    |                         |                     | 8            |          |        |              |
| 10:30        | 7                                                                                    |                         |                     | 6            | 2        |        |              |
| 10:45        | 7                                                                                    |                         |                     | 5            |          | 3      | Lyft         |
| 11:00        | 10                                                                                   |                         |                     | 2            | 3        |        |              |
| 11:15        | 10                                                                                   |                         |                     | 2            | 3        |        |              |
| 11:30        | 14                                                                                   |                         |                     |              | 1        |        |              |
| 11:45        | 7                                                                                    |                         |                     |              | 8        |        |              |
| 12:00        |                                                                                      |                         |                     |              |          |        |              |
| 12:15        |                                                                                      |                         |                     |              |          |        |              |
| 12:30        |                                                                                      |                         |                     |              | 15       |        | Möte         |
| 12:45        | 15                                                                                   |                         |                     |              |          |        |              |
| 13:00        | 11                                                                                   | 1                       |                     | 1            | 2        |        |              |
| 13:15        | 11                                                                                   |                         |                     | 2            | 2        |        |              |
| 13:30        | 10                                                                                   | 1                       |                     | 3            | 1        |        |              |
| 13:45        |                                                                                      |                         |                     | 5            | 10       |        |              |
| 14:00        | 1                                                                                    |                         |                     |              | 14       |        |              |
| 14:15        |                                                                                      | 3                       |                     | 5            | 7        |        |              |
| 14:30        |                                                                                      | 7                       |                     |              | 8        |        |              |
| 14:45        |                                                                                      | 5                       |                     |              | 10       |        |              |
| 15:00        | 2                                                                                    | 3                       |                     | 1            | 8        | 1      | Flytt        |
| 15:15        |                                                                                      | 1                       |                     | 4            | 8        | 2      | Lyft         |
| 15:30        |                                                                                      |                         |                     | 4            | 9        | 2      | Flytt        |
| <b>Summa</b> | 207                                                                                  | 23                      | 0                   | 75           | 160      | 15     | 480          |
| <b>Andel</b> | 43%                                                                                  | 5%                      | 0%                  | 16%          | 33%      | 3%     |              |

| <b>Plats</b>  | Limhamn                                                                                                         | <b>Datum</b>            | 2016-02-11          | Torsdag                 | <b>Maskin</b> | EC300 LR |                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|----------|-------------------|
| <b>Väder</b>  | Molnigt, regn eftermiddag. +5                                                                                   |                         |                     |                         |               |          |                   |
| <b>Arbete</b> | Väntan på rörläggning av gårdagens serviser. Krockar, felutsättning, ändrad ritning, extra möten. Dag katastrof |                         |                     |                         |               |          |                   |
|               |                                                                                                                 |                         | <b>Geologi</b>      | Lera. Endast lite grävt |               |          |                   |
| Tid           | Schakt                                                                                                          | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor            | APL-tid       | Övrigt   | Kommentar         |
| 06:45         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          | Möte              |
| 07:00         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 10            | 5        | Flytt             |
| 07:15         |                                                                                                                 | 6                       |                     |                         | 8             | 1        | Lyft              |
| 07:30         |                                                                                                                 | 1                       |                     |                         | 13            | 1        | Lyft              |
| 07:45         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 13            | 2        | Lyft              |
| 08:00         | 2                                                                                                               |                         |                     |                         | 10            | 3        | Mät. Rör fel höjd |
| 08:15         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 12            | 3        | Mät. Rör fel höjd |
| 08:30         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 12            | 3        | Mät. Rör fel höjd |
| 08:45         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          | Möte              |
| 09:00         |                                                                                                                 |                         |                     |                         |               |          |                   |
| 09:15         |                                                                                                                 |                         |                     |                         |               |          |                   |
| 09:30         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          | Möte              |
| 09:45         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          | Möte              |
| 10:00         | 6                                                                                                               |                         |                     |                         | 7             | 2        | Lyft              |
| 10:15         | 11                                                                                                              | 2                       |                     |                         | 1             | 1        | Flytt             |
| 10:30         | 4                                                                                                               |                         |                     |                         | 6             | 5        | Flytt             |
| 10:45         | 8                                                                                                               |                         |                     |                         | 7             |          |                   |
| 11:00         | 6                                                                                                               |                         |                     |                         | 9             |          |                   |
| 11:15         |                                                                                                                 |                         |                     | 2                       | 13            |          |                   |
| 11:30         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          |                   |
| 11:45         |                                                                                                                 | 4                       |                     |                         | 11            |          |                   |
| 12:00         |                                                                                                                 |                         |                     |                         |               |          |                   |
| 12:15         |                                                                                                                 |                         |                     |                         |               |          |                   |
| 12:30         |                                                                                                                 |                         |                     | 2                       | 13            |          |                   |
| 12:45         | 8                                                                                                               | 6                       |                     |                         | 1             |          |                   |
| 13:00         |                                                                                                                 | 13                      |                     |                         |               | 2        | Mät               |
| 13:15         |                                                                                                                 | 9                       | 4                   |                         |               | 2        | Lyft              |
| 13:30         |                                                                                                                 | 5                       |                     | 5                       | 5             |          |                   |
| 13:45         |                                                                                                                 | 5                       |                     |                         | 10            |          |                   |
| 14:00         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          |                   |
| 14:15         |                                                                                                                 | 5                       |                     |                         | 10            |          |                   |
| 14:30         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          |                   |
| 14:45         |                                                                                                                 | 10                      |                     |                         | 5             |          |                   |
| 15:00         | 13                                                                                                              |                         |                     |                         |               | 2        | Flytt + Lyft      |
| 15:15         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          |                   |
| 15:30         |                                                                                                                 |                         |                     |                         | 15            |          |                   |
| <b>Summa</b>  | 58                                                                                                              | 66                      | 4                   | 9                       | 311           | 32       | 480               |
| <b>Andel</b>  | 12%                                                                                                             | 14%                     | 1%                  | 2%                      | 65%           | 7%       |                   |

| Plats        | Limhamn                                                                                               | Datum                   | 2016-02-22          | Måndag                        | Maskin  | EC300 LR |               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|---------|----------|---------------|
| Väder        | Soligt, blåsig. +5                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| Arbete       | Schakt, kringfyll av dag-, spill-, vattenstam 30 m. Återfyll 15 m. Flytt dåliga massor. 1 brunn. 3 YA |                         |                     |                               |         |          |               |
|              |                                                                                                       |                         | Geologi             | Blött. Lera och mjuk kalksten |         |          |               |
| Tid          | Schakt                                                                                                | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor                  | APL-tid | Övrigt   | Kommentar     |
| 06:45        |                                                                                                       |                         |                     |                               | 15      |          | Möte          |
| 07:00        |                                                                                                       |                         |                     |                               | 15      |          | pilot kör L30 |
| 07:15        |                                                                                                       | 2                       |                     | 8                             | 1       | 4        | Flytt         |
| 07:30        |                                                                                                       |                         | 15                  |                               |         |          |               |
| 07:45        |                                                                                                       | 7                       | 2                   | 5                             |         | 1        | Lyft          |
| 08:00        | 7                                                                                                     |                         |                     |                               | 1       | 7        | Flytt         |
| 08:15        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 08:30        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 08:45        |                                                                                                       |                         |                     | 15                            |         |          |               |
| 09:00        |                                                                                                       |                         |                     |                               |         |          |               |
| 09:15        |                                                                                                       |                         |                     |                               |         |          |               |
| 09:30        |                                                                                                       |                         |                     |                               | 15      |          | Möte          |
| 09:45        |                                                                                                       |                         |                     |                               | 15      |          | Möte          |
| 10:00        | 3                                                                                                     |                         |                     | 4                             | 8       |          | pilot kör L30 |
| 10:15        | 5                                                                                                     | 1                       |                     | 6                             | 3       |          |               |
| 10:30        |                                                                                                       |                         |                     | 4                             | 6       | 5        | Lyft          |
| 10:45        |                                                                                                       | 3                       |                     | 11                            | 1       |          |               |
| 11:00        |                                                                                                       |                         |                     | 11                            |         | 4        | Lyft          |
| 11:15        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 11:30        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 11:45        | 1                                                                                                     | 3                       |                     | 7                             | 4       |          |               |
| 12:00        |                                                                                                       |                         |                     |                               |         |          |               |
| 12:15        |                                                                                                       |                         |                     |                               |         |          |               |
| 12:30        |                                                                                                       |                         |                     | 2                             | 12      | 1        | maskinflytt   |
| 12:45        |                                                                                                       | 2                       |                     | 13                            |         |          |               |
| 13:00        | 5                                                                                                     |                         |                     | 6                             | 2       | 2        | Lyft          |
| 13:15        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 13:30        | 10                                                                                                    | 3                       |                     |                               | 2       |          |               |
| 13:45        | 11                                                                                                    |                         |                     |                               | 2       | 2        | Mät           |
| 14:00        | 15                                                                                                    |                         |                     |                               |         |          |               |
| 14:15        | 8                                                                                                     |                         |                     |                               | 3       | 4        | Flytt         |
| 14:30        | 10                                                                                                    | 4                       |                     |                               |         | 1        | Flytt         |
| 14:45        | 9                                                                                                     | 4                       |                     |                               |         | 2        | Flytt         |
| 15:00        | 13                                                                                                    |                         |                     |                               |         | 2        | Flytt         |
| 15:15        |                                                                                                       | 3                       |                     | 7                             |         | 5        | Platt+Lyft    |
| 15:30        |                                                                                                       |                         |                     | 5                             | 6       | 4        | Flytt         |
| <b>Summa</b> | 172                                                                                                   | 32                      | 17                  | 104                           | 111     | 44       | 480           |
| <b>Andel</b> | 36%                                                                                                   | 7%                      | 4%                  | 22%                           | 23%     | 9%       |               |

| <b>Plats</b>  | Limhamn                                             |                                       | <b>Datum</b>                      | 2016-02-23                 | Tisdag         | <b>Maskin</b> | EC300 LR         |
|---------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|---------------|------------------|
| <b>Väder</b>  | Soligt, blåsig, regnskur. +5                        |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| <b>Arbete</b> | Schakt, kring, återfyll stamm 15 m. 4 brunnar. 2 YA |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
|               |                                                     |                                       | <b>Geologi</b>                    | Blött. Lera, mjuk kalksten |                |               |                  |
| <b>Tid</b>    | <b>Schakt</b>                                       | <b>Ledn.-bädd</b><br><b>Kringfyll</b> | <b>Återfyll</b><br><b>Terrass</b> | <b>Flytt massor</b>        | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> | <b>Kommentar</b> |
| 06:45         |                                                     |                                       |                                   |                            | 15             |               |                  |
| 07:00         |                                                     |                                       |                                   |                            | 2              | 13            | Lyft+flytt       |
| 07:15         | 4                                                   | 2                                     |                                   |                            | 5              | 4             | Lyft             |
| 07:30         | 13                                                  |                                       |                                   |                            | 2              |               |                  |
| 07:45         | 12                                                  |                                       |                                   |                            | 1              | 2             | Lyft             |
| 08:00         | 8                                                   | 2                                     |                                   |                            |                | 5             | Flytt            |
| 08:15         | 2                                                   | 5                                     |                                   |                            | 8              |               |                  |
| 08:30         | 5                                                   | 8                                     |                                   |                            | 2              |               |                  |
| 08:45         | 8                                                   |                                       |                                   |                            | 7              |               |                  |
| 09:00         |                                                     |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 09:15         |                                                     |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 09:30         | 1                                                   | 8                                     |                                   |                            | 6              |               |                  |
| 09:45         | 15                                                  |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 10:00         | 15                                                  |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 10:15         | 15                                                  |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 10:30         | 13                                                  |                                       |                                   |                            | 2              |               |                  |
| 10:45         | 2                                                   | 2                                     |                                   |                            | 11             |               |                  |
| 11:00         |                                                     | 12                                    |                                   |                            | 2              | 1             | flytt            |
| 11:15         |                                                     | 7                                     | 8                                 |                            |                |               |                  |
| 11:30         |                                                     | 4                                     | 11                                |                            |                |               |                  |
| 11:45         |                                                     |                                       |                                   | 10                         | 5              |               |                  |
| 12:00         |                                                     |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 12:15         |                                                     |                                       |                                   |                            |                |               |                  |
| 12:30         |                                                     |                                       |                                   |                            | 15             |               |                  |
| 12:45         |                                                     | 2                                     | 7                                 |                            | 2              | 4             | Lyft             |
| 13:00         |                                                     | 2                                     | 13                                |                            |                |               |                  |
| 13:15         |                                                     |                                       | 12                                |                            | 3              |               |                  |
| 13:30         |                                                     | 7                                     | 2                                 |                            | 6              |               | Lyft             |
| 13:45         |                                                     | 14                                    |                                   |                            | 1              |               |                  |
| 14:00         |                                                     |                                       | 15                                |                            |                |               |                  |
| 14:15         |                                                     | 2                                     | 9                                 | 4                          |                |               |                  |
| 14:30         |                                                     | 3                                     | 10                                |                            | 2              |               |                  |
| 14:45         |                                                     | 2                                     | 13                                |                            |                |               |                  |
| 15:00         |                                                     | 5                                     | 10                                |                            |                |               |                  |
| 15:15         |                                                     | 9                                     | 4                                 |                            | 2              |               | Lyft             |
| 15:30         |                                                     | 11                                    |                                   | 4                          |                |               | ÖB               |
| <b>Summa</b>  | 113                                                 | 107                                   | 114                               | 18                         | 99             | 29            | 480              |
| <b>Andel</b>  | 24%                                                 | 22%                                   | 24%                               | 4%                         | 21%            | 6%            |                  |

| Plats        | Limhamn                                                                      | Datum                   | 2016-02-24          | Onsdag       | Maskin  | EC300 LR |              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|---------|----------|--------------|
| Väder        | Blåsigt, +5                                                                  |                         |                     |              |         |          |              |
| Arbete       | 3 x 11 m serviser schakt, kring, åter. 1 extra schaktad. Återfyll 15 m stam. |                         |                     |              |         |          |              |
|              |                                                                              |                         | Geologi             | Lera         |         |          |              |
| Tid          | Schakt                                                                       | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor | APL-tid | Övrigt   | Kommentar    |
| 06:45        |                                                                              |                         |                     | 1            | 12      | 2        | Lyft         |
| 07:00        | 4                                                                            | 7                       |                     |              | 2       | 2        | Lyft + Flytt |
| 07:15        | 11                                                                           |                         |                     |              | 3       | 1        | Lyft         |
| 07:30        | 12                                                                           | 2                       |                     |              |         | 1        | Flytt        |
| 07:45        | 11                                                                           |                         | 3                   |              | 1       |          |              |
| 08:00        | 13                                                                           |                         |                     |              | 1       | 1        | Lyft         |
| 08:15        | 15                                                                           |                         |                     |              |         |          |              |
| 08:30        | 15                                                                           |                         |                     |              |         |          |              |
| 08:45        | 11                                                                           |                         |                     |              | 3       | 1        | Flytt        |
| 09:00        |                                                                              |                         |                     |              |         |          |              |
| 09:15        |                                                                              |                         |                     |              |         |          |              |
| 09:30        |                                                                              |                         |                     |              | 15      |          |              |
| 09:45        |                                                                              | 4                       |                     | 4            | 7       |          | ÖB           |
| 10:00        |                                                                              | 13                      |                     |              | 2       |          |              |
| 10:15        |                                                                              |                         | 12                  | 2            |         | 1        | Lyft + ÖB    |
| 10:30        |                                                                              | 1                       | 8                   |              | 4       | 2        | Flytt        |
| 10:45        |                                                                              | 3                       | 4                   | 2            | 4       | 2        | Lyft + Flytt |
| 11:00        |                                                                              | 5                       |                     |              | 10      |          |              |
| 11:15        |                                                                              | 2                       | 5                   |              | 7       | 1        | Flytt        |
| 11:30        |                                                                              | 2                       |                     | 13           |         |          | ÖB           |
| 11:45        |                                                                              | 6                       | 4                   | 1            | 4       |          | ÖB           |
| 12:00        |                                                                              |                         |                     |              |         |          |              |
| 12:15        |                                                                              |                         |                     |              |         |          |              |
| 12:30        |                                                                              | 3                       |                     |              | 12      |          |              |
| 12:45        |                                                                              | 8                       | 6                   |              |         | 1        | Lyft         |
| 13:00        |                                                                              | 11                      | 4                   |              |         |          |              |
| 13:15        |                                                                              | 1                       | 12                  |              | 2       |          |              |
| 13:30        |                                                                              |                         | 14                  |              | 1       |          |              |
| 13:45        |                                                                              |                         | 11                  | 1            | 1       | 2        | Flytt + ÖB   |
| 14:00        | 15                                                                           |                         |                     |              |         |          |              |
| 14:15        | 8                                                                            | 5                       |                     |              | 2       |          |              |
| 14:30        |                                                                              | 7                       |                     | 1            | 6       | 1        | Flytt + ÖB   |
| 14:45        |                                                                              | 8                       |                     | 7            |         |          | ÖB           |
| 15:00        |                                                                              | 7                       | 6                   | 1            |         | 1        | Flytt + ÖB   |
| 15:15        |                                                                              | 7                       |                     |              | 8       |          |              |
| 15:30        |                                                                              |                         |                     |              | 11      | 4        | Lyft + Flytt |
| <b>Summa</b> | 115                                                                          | 102                     | 89                  | 33           | 118     | 23       | 480          |
| <b>Andel</b> | 24%                                                                          | 21%                     | 19%                 | 7%           | 25%     | 5%       |              |

| Plats        | Limhamn                                                           | Datum                   | 2016-02-25          | Torsdag      | Maskin  | EC300 LR |              |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|---------|----------|--------------|
| Väder        | Soligt, +2                                                        |                         |                     |              |         |          |              |
| Arbete       | 3 serviser schakt & kringfyll. 1 endast kringfyll. Fyll 10 m stam |                         |                     |              |         |          |              |
|              |                                                                   |                         |                     | Geologi      | Lera    |          |              |
| Tid          | Schakt                                                            | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor | APL-tid | Övrigt   | Kommentar    |
| 06:45        |                                                                   |                         |                     |              | 15      |          |              |
| 07:00        | 5                                                                 |                         | 1                   | 1            | 3       | 5        | Flytt + ÖB   |
| 07:15        | 15                                                                |                         |                     |              |         |          |              |
| 07:30        | 6                                                                 | 5                       |                     | 2            |         | 2        | Lyft         |
| 07:45        | 11                                                                |                         |                     | 1            | 3       |          | Vänt på mät  |
| 08:00        | 11                                                                | 1                       |                     |              | 1       | 2        | Lyft + Flytt |
| 08:15        | 15                                                                |                         |                     |              |         |          |              |
| 08:30        | 13                                                                |                         |                     |              | 1       | 1        | Flytt        |
| 08:45        | 9                                                                 | 3                       |                     | 1            | 1       | 1        | Flytt        |
| 09:00        |                                                                   |                         |                     |              |         |          |              |
| 09:15        |                                                                   |                         |                     |              |         |          |              |
| 09:30        |                                                                   |                         |                     |              | 15      |          | Kör L30      |
| 09:45        | 15                                                                |                         |                     |              |         |          |              |
| 10:00        | 6                                                                 | 2                       | 3                   | 1            | 1       | 2        | Flytt + ÖB   |
| 10:15        | 2                                                                 | 1                       | 10                  | 2            |         |          | ÖB           |
| 10:30        |                                                                   | 7                       | 8                   |              |         |          |              |
| 10:45        |                                                                   | 2                       | 11                  |              | 2       |          |              |
| 11:00        |                                                                   |                         |                     | 10           | 5       |          |              |
| 11:15        |                                                                   | 4                       | 2                   | 9            |         |          |              |
| 11:30        |                                                                   | 10                      |                     |              | 5       |          |              |
| 11:45        |                                                                   |                         | 13                  |              | 2       |          |              |
| 12:00        |                                                                   |                         |                     |              |         |          |              |
| 12:15        |                                                                   |                         |                     |              |         |          |              |
| 12:30        |                                                                   |                         | 6                   | 4            | 5       |          |              |
| 12:45        |                                                                   |                         | 10                  | 5            |         |          |              |
| 13:00        | 1                                                                 | 2                       | 12                  |              |         |          |              |
| 13:15        |                                                                   | 1                       | 13                  |              |         | 1        | Flytt        |
| 13:30        |                                                                   | 1                       | 12                  | 2            |         |          |              |
| 13:45        |                                                                   | 12                      | 3                   |              |         |          |              |
| 14:00        |                                                                   | 4                       | 11                  |              |         |          |              |
| 14:15        |                                                                   | 5                       | 3                   | 3            | 4       |          | ÖB           |
| 14:30        |                                                                   | 6                       | 1                   | 7            | 1       |          | ÖB           |
| 14:45        |                                                                   | 6                       |                     |              | 8       | 1        | Lyft         |
| 15:00        |                                                                   | 4                       | 4                   |              | 6       | 1        | Lyft         |
| 15:15        |                                                                   | 6                       | 3                   | 4            |         | 2        | Lyft         |
| 15:30        | 6                                                                 | 1                       | 2                   | 5            | 1       |          |              |
| <b>Summa</b> | 115                                                               | 83                      | 128                 | 57           | 79      | 18       | 480          |
| <b>Andel</b> | 24%                                                               | 17%                     | 27%                 | 12%          | 16%     | 4%       |              |

| Plats        | Limhamn                                                                                                                 | Datum                   | 2016-02-26 Fredag   | Maskin       | EC300 LR        |         |        |              |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|-----------------|---------|--------|--------------|
| Väder        | Soligt, +2                                                                                                              |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| Arbete       | 1 servis komplett. Alla serviser återfylls helt. 15 m stam återfylls helt. Dåliga massor körs bort. Terrass slätas till |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| Tid          | Schakt                                                                                                                  | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor | Geologi<br>Lera | APL-tid | Övrigt | Kommentar    |
| 06:45        |                                                                                                                         |                         | 1                   |              |                 | 14      |        |              |
| 07:00        |                                                                                                                         | 5                       | 10                  |              |                 |         |        |              |
| 07:15        |                                                                                                                         | 3                       | 7                   | 5            |                 |         |        | ÖB           |
| 07:30        |                                                                                                                         | 2                       |                     | 13           |                 |         |        |              |
| 07:45        | 3                                                                                                                       |                         | 2                   | 4            |                 | 6       |        | S+Å samtid.  |
| 08:00        |                                                                                                                         | 5                       |                     |              |                 | 6       | 4      | Flytt        |
| 08:15        |                                                                                                                         | 5                       | 4                   | 3            |                 | 3       |        |              |
| 08:30        |                                                                                                                         | 5                       | 7                   |              |                 | 3       |        |              |
| 08:45        |                                                                                                                         | 6                       | 2                   |              |                 | 7       |        |              |
| 09:00        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| 09:15        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| 09:30        |                                                                                                                         |                         | 2                   |              |                 | 13      |        |              |
| 09:45        |                                                                                                                         |                         | 15                  |              |                 |         |        |              |
| 10:00        |                                                                                                                         | 13                      |                     |              |                 | 2       |        |              |
| 10:15        |                                                                                                                         | 10                      |                     |              |                 | 5       |        |              |
| 10:30        |                                                                                                                         | 4                       | 4                   | 7            |                 |         |        |              |
| 10:45        |                                                                                                                         | 5                       | 9                   |              |                 |         | 1      | Flytt        |
| 11:00        |                                                                                                                         |                         | 7                   | 8            |                 |         |        |              |
| 11:15        |                                                                                                                         | 1                       | 4                   | 7            |                 | 3       |        | ÖB           |
| 11:30        |                                                                                                                         | 11                      |                     | 3            |                 |         | 1      | Flytt        |
| 11:45        |                                                                                                                         |                         |                     | 12           |                 | 3       |        |              |
| 12:00        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| 12:15        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 |         |        |              |
| 12:30        |                                                                                                                         |                         |                     | 3            |                 | 12      |        |              |
| 12:45        |                                                                                                                         | 4                       | 11                  |              |                 |         |        |              |
| 13:00        |                                                                                                                         | 3                       | 12                  |              |                 |         |        |              |
| 13:15        |                                                                                                                         |                         | 8                   | 6            |                 |         | 1      | Lyft         |
| 13:30        |                                                                                                                         |                         | 9                   |              |                 | 2       | 4      | Lyft + Flytt |
| 13:45        |                                                                                                                         |                         | 11                  |              |                 | 2       | 2      | Lyft         |
| 14:00        |                                                                                                                         |                         | 15                  |              |                 |         |        |              |
| 14:15        |                                                                                                                         |                         | 7                   | 8            |                 |         |        |              |
| 14:30        |                                                                                                                         |                         | 6                   |              |                 | 9       |        |              |
| 14:45        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 | 8       | 7      | Lyft + Flytt |
| 15:00        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 | 15      |        |              |
| 15:15        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 | 15      |        |              |
| 15:30        |                                                                                                                         |                         |                     |              |                 | 15      |        |              |
| <b>Summa</b> | 3                                                                                                                       | 82                      | 153                 | 79           |                 | 143     | 20     | 480          |
| <b>Andel</b> | 1%                                                                                                                      | 17%                     | 32%                 | 16%          |                 | 30%     | 4%     |              |

| <b>Plats</b>                     | Limhamn                                                                             | <b>Datum</b>            | 2016-02-29          | Måndag                           | <b>Maskin</b> | EC300 LR |                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------|----------|--------------------|
| <b>Väder</b>                     | Delvis sol, +0                                                                      |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| <b>Arbete</b>                    | Schakt + kringfyll dränledning 70 m. 2-1 m djup. 2 brunnar 3 YA avrav 2 mest väntar |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| Schakt + dåliga massor körs bort |                                                                                     |                         | <b>Geologi</b>      | Lera + lite kalksten. Lite tjäle |               |          |                    |
| Tid                              | Schakt                                                                              | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor                     | APL-tid       | Övrigt   | Kommentar          |
| 06:45                            |                                                                                     |                         |                     |                                  | 15            |          | Möte               |
| 07:00                            |                                                                                     |                         |                     | 3                                | 10            | 2        | Möte + Flytt       |
| 07:15                            |                                                                                     |                         |                     | 14                               | 1             |          |                    |
| 07:30                            |                                                                                     |                         | 5                   | 7                                |               | 3        | Lyft               |
| 07:45                            |                                                                                     |                         | 12                  | 3                                |               |          |                    |
| 08:00                            |                                                                                     |                         | 11                  | 4                                |               |          |                    |
| 08:15                            | 1                                                                                   |                         | 11                  | 3                                |               |          |                    |
| 08:30                            |                                                                                     |                         | 5                   | 10                               |               |          |                    |
| 08:45                            |                                                                                     |                         | 10                  |                                  | 5             |          |                    |
| 09:00                            |                                                                                     |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| 09:15                            |                                                                                     |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| 09:30                            |                                                                                     |                         |                     | 5                                | 10            |          | Möte               |
| 09:45                            |                                                                                     |                         |                     | 8                                | 6             | 1        |                    |
| 10:00                            | 13                                                                                  |                         |                     | 2                                |               |          |                    |
| 10:15                            | 12                                                                                  |                         |                     | 3                                |               |          |                    |
| 10:30                            | 5                                                                                   | 1                       |                     | 9                                |               |          |                    |
| 10:45                            | 4                                                                                   |                         |                     | 8                                | 2             | 1        | Lyft               |
| 11:00                            | 7                                                                                   | 1                       |                     | 6                                | 1             |          |                    |
| 11:15                            |                                                                                     | 4                       |                     | 7                                |               | 4        | flytt hämt. Massor |
| 11:30                            | 11                                                                                  | 1                       |                     | 3                                |               |          |                    |
| 11:45                            | 2                                                                                   |                         |                     | 6                                | 7             |          |                    |
| 12:00                            |                                                                                     |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| 12:15                            |                                                                                     |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| 12:30                            |                                                                                     |                         |                     | 8                                | 7             |          |                    |
| 12:45                            | 7                                                                                   |                         |                     | 7                                | 1             |          |                    |
| 13:00                            |                                                                                     | 6                       |                     | 6                                | 1             | 2        | Lyft               |
| 13:15                            | 10                                                                                  |                         |                     | 4                                | 1             |          |                    |
| 13:30                            | 13                                                                                  | 2                       |                     |                                  |               |          |                    |
| 13:45                            | 7                                                                                   | 8                       |                     |                                  |               |          |                    |
| 14:00                            | 7                                                                                   | 7                       | 1                   |                                  |               |          |                    |
| 14:15                            | 10                                                                                  | 5                       |                     |                                  |               |          |                    |
| 14:30                            | 15                                                                                  |                         |                     |                                  |               |          |                    |
| 14:45                            | 7                                                                                   | 4                       |                     | 4                                |               |          |                    |
| 15:00                            | 10                                                                                  | 5                       |                     |                                  |               |          |                    |
| 15:15                            | 5                                                                                   | 5                       |                     | 3                                | 2             |          |                    |
| 15:30                            |                                                                                     | 5                       | 2                   | 8                                |               |          |                    |
| <b>Summa</b>                     | 146                                                                                 | 54                      | 57                  | 141                              | 69            | 13       | 480                |
| <b>Andel</b>                     | 30%                                                                                 | 11%                     | 12%                 | 29%                              | 14%           | 3%       |                    |



| Plats                      | Limhamn                                                                         |                         | Datum               | 2016-02-09 Tisdag |                       | Maskin | EC300 LR  |  |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------|-----------|--|
| Väder                      | molnigt, -1                                                                     |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| Arbete                     | Schakt + kringfyll 45 m drän förmiddag. Djup schakt nära väg för brunn. Problem |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| Släta till ytor inför regn |                                                                                 |                         | Geologi             |                   | Lera. Blött vid brunn |        |           |  |
| Tid                        | Schakt                                                                          | Ledn.-bädd<br>Kringfyll | Återfyll<br>Terrass | Flytt massor      | APL-tid               | Övrigt | Kommentar |  |
| 06:45                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        | Möte      |  |
| 07:00                      | 5                                                                               |                         |                     | 5                 | 3                     | 2      | Flytt     |  |
| 07:15                      | 5                                                                               | 2                       |                     | 3                 | 3                     | 2      | Flytt     |  |
| 07:30                      | 2                                                                               | 8                       |                     |                   | 5                     |        |           |  |
| 07:45                      | 9                                                                               | 3                       |                     |                   | 3                     |        |           |  |
| 08:00                      | 11                                                                              | 2                       |                     |                   | 2                     |        |           |  |
| 08:15                      | 10                                                                              | 3                       |                     |                   | 2                     |        |           |  |
| 08:30                      | 13                                                                              | 2                       |                     |                   |                       |        |           |  |
| 08:45                      | 10                                                                              |                         |                     |                   | 5                     |        |           |  |
| 09:00                      |                                                                                 |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| 09:15                      |                                                                                 |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| 09:30                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        | Möte      |  |
| 09:45                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        | Möte      |  |
| 10:00                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        | Möte      |  |
| 10:15                      | 5                                                                               | 5                       |                     |                   | 5                     |        |           |  |
| 10:30                      | 8                                                                               | 6                       |                     | 1                 |                       |        |           |  |
| 10:45                      | 8                                                                               | 7                       |                     |                   |                       |        |           |  |
| 11:00                      | 15                                                                              |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| 11:15                      | 2                                                                               | 11                      |                     | 2                 |                       |        |           |  |
| 11:30                      |                                                                                 | 6                       | 5                   |                   | 4                     |        |           |  |
| 11:45                      |                                                                                 | 4                       | 11                  |                   |                       |        |           |  |
| 12:00                      |                                                                                 |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| 12:15                      |                                                                                 |                         |                     |                   |                       |        |           |  |
| 12:30                      |                                                                                 |                         | 10                  |                   | 5                     |        |           |  |
| 12:45                      |                                                                                 |                         | 8                   | 6                 | 1                     |        |           |  |
| 13:00                      |                                                                                 |                         | 3                   | 12                |                       |        |           |  |
| 13:15                      |                                                                                 | 1                       | 4                   | 9                 | 1                     |        |           |  |
| 13:30                      |                                                                                 |                         | 5                   | 2                 | 6                     | 2      | Flytt     |  |
| 13:45                      |                                                                                 |                         | 2                   |                   | 13                    |        |           |  |
| 14:00                      |                                                                                 |                         |                     | 2                 | 11                    | 2      | Flytt     |  |
| 14:15                      | 5                                                                               |                         |                     |                   | 6                     | 4      | Lyft      |  |
| 14:30                      |                                                                                 | 2                       |                     |                   | 13                    |        |           |  |
| 14:45                      |                                                                                 | 2                       |                     |                   | 11                    | 2      | Lyft      |  |
| 15:00                      |                                                                                 |                         |                     |                   |                       | 15     | Lyft      |  |
| 15:15                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        |           |  |
| 15:30                      |                                                                                 |                         |                     |                   | 15                    |        |           |  |
| <b>Summa</b>               | 108                                                                             | 64                      | 48                  | 42                | 189                   | 29     | 480       |  |
| <b>Andel</b>               | 23%                                                                             | 13%                     | 10%                 | 9%                | 39%                   | 6%     |           |  |

|               |                    |                |               |                     |                |               |                           |                |               |
|---------------|--------------------|----------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|---------------------------|----------------|---------------|
| <b>Plats</b>  | ESS Lund           |                |               | <b>Datum</b>        | 2016-03-07     |               | Måndag                    |                |               |
| <b>Väder</b>  | Soligt, +5         |                |               | <b>Geologi</b>      | Ren lera       |               |                           |                |               |
| <b>Maskin</b> | EC 380             |                |               | Cat 325             |                |               | Zaxis 210                 |                |               |
| <b>Arbete</b> | Schakt okänd mängd |                |               | Fyll stam 30x2x5 m3 |                |               | Fyll runt brunn 10x2x2 m3 |                |               |
|               | m3                 |                |               | 300 m3              |                |               | 40 m3                     |                |               |
|               | <b>Grävning</b>    | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> | <b>Grävning</b>     | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> | <b>Grävning</b>           | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> |
| 07:00         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 07:15         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 07:30         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 07:45         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 08:00         | 6                  | 8              | 1             | 11                  | 2              | 2             |                           | 15             |               |
| 08:15         | 12                 | 3              |               | 8                   | 4              | 3             |                           | 15             |               |
| 08:30         | 10                 | 5              |               | 14                  |                | 1             |                           | 14             | 1             |
| 08:45         | 5                  | 10             |               | 5                   | 10             |               |                           | 15             |               |
| 09:00         |                    |                |               |                     |                |               |                           |                |               |
| 09:15         |                    |                |               |                     |                |               |                           |                |               |
| 09:30         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 09:45         | 14                 | 1              |               | 14                  | 1              |               | 2                         | 12             | 1             |
| 10:00         | 9                  | 2              | 4             | 14                  | 1              |               | 8                         | 7              |               |
| 10:15         | 15                 |                |               | 15                  |                |               | 1                         | 14             |               |
| 10:30         | 15                 |                |               | 12                  |                | 3             | 2                         | 10             | 3             |
| 10:45         | 15                 |                |               | 12                  | 3              |               |                           | 15             |               |
| 11:00         | 10                 | 3              | 2             | 13                  | 2              |               |                           | 15             |               |
| 11:15         | 7                  | 8              |               | 2                   | 5              | 8             |                           | 15             |               |
| 11:30         | 13                 | 2              |               | 12                  | 3              |               |                           | 15             |               |
| 11:45         | 7                  | 8              |               | 7                   | 8              |               | 7                         | 8              |               |
| 12:00         |                    |                |               |                     |                |               |                           |                |               |
| 12:15         |                    |                |               |                     |                |               |                           |                |               |
| 12:30         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| 12:45         | 5                  | 10             |               |                     | 15             |               | 6                         | 5              | 4             |
| 13:00         | 9                  | 2              | 4             | 4                   | 11             |               | 4                         | 9              | 2             |
| 13:15         | 15                 |                |               | 15                  |                |               | 2                         | 8              | 5             |
| 13:30         | 11                 | 4              |               | 15                  |                |               | 11                        | 4              |               |
| 13:45         | 2                  | 13             |               | 13                  | 2              |               | 11                        | 4              |               |
| 14:00         | 10                 | 5              |               | 13                  | 2              |               | 14                        | 1              |               |
| 14:15         | 8                  | 7              |               | 15                  |                |               | 8                         | 7              |               |
| 14:30         | 8                  | 7              |               | 8                   | 7              |               | 8                         | 7              |               |
| 14:45         | 11                 | 4              |               | 15                  | 0              |               | 5                         | 10             |               |
| 15:00         | 12                 | 3              |               | 9                   | 6              |               |                           | 15             |               |
| 15:15         | 12                 | 3              |               | 15                  |                |               | 2                         | 13             |               |
| 15:30         | 4                  | 11             |               | 5                   | 10             |               |                           | 15             |               |
| 15:45         |                    | 15             |               |                     | 15             |               |                           | 15             |               |
| <b>Summa</b>  | 245                | 224            | 11            | 266                 | 197            | 17            | 91                        | 373            | 16            |
| <b>Andel</b>  | 51%                | 47%            | 2%            | 55%                 | 41%            | 4%            | 19%                       | 78%            | 3%            |

| Plats        | ESS Lund                        |         | Datum   | 2016-03-08                   | Tisdag  |        |                            |         |        |
|--------------|---------------------------------|---------|---------|------------------------------|---------|--------|----------------------------|---------|--------|
| Väder        | Soligt, +5                      |         | Geologi | Ren lera                     |         |        |                            |         |        |
| Maskin       | EC 380                          |         |         | Cat 325                      |         |        | Zaxis 210                  |         |        |
| Arbete       | Schakt okänd mängd utom synhåll |         |         | Fyll stam 30x2x6m3<br>360 m3 |         |        | Fyll stamm ihop med 325 m3 |         |        |
|              | Grävning                        | APL-tid | Övrigt  | Grävning                     | APL-tid | Övrigt | Grävning                   | APL-tid | Övrigt |
| 07:00        |                                 | 15      |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 07:15        | 5                               | 10      |         | 5                            | 10      |        |                            | 5       | 10     |
| 07:30        | 10                              | 5       |         | 9                            | 6       |        | 10                         | 5       |        |
| 07:45        | 8                               | 7       |         | 11                           |         | 4      |                            | 5       | 10     |
| 08:00        | 12                              | 3       |         | 15                           |         |        | 15                         |         |        |
| 08:15        | 12                              | 3       |         | 15                           |         |        | 15                         |         |        |
| 08:30        | 15                              |         |         | 15                           |         |        | 14                         | 1       |        |
| 08:45        | 5                               | 10      |         | 5                            | 10      |        | 1                          | 14      |        |
| 09:00        |                                 |         |         |                              |         |        |                            |         |        |
| 09:15        |                                 |         |         |                              |         |        |                            |         |        |
| 09:30        |                                 | 15      |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 09:45        | Saknar värden pga ser ej        |         |         | 10                           | 1       | 4      | 13                         | 2       |        |
| 10:00        |                                 |         |         | 8                            | 2       | 5      | 8                          | 4       | 3      |
| 10:15        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 10:30        |                                 |         |         | 9                            | 6       |        | 2                          | 13      |        |
| 10:45        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 11:00        |                                 |         |         | 9                            | 6       |        | 8                          | 7       |        |
| 11:15        |                                 |         |         | 13                           | 2       |        | 14                         | 1       |        |
| 11:30        |                                 |         |         | 11                           | 2       | 2      | 11                         |         | 4      |
| 11:45        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 12:00        |                                 |         |         |                              |         |        |                            |         |        |
| 12:15        |                                 |         |         |                              |         |        |                            |         |        |
| 12:30        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 12:45        |                                 |         |         | 10                           | 3       | 2      | 8                          | 5       | 2      |
| 13:00        |                                 |         |         | 5                            | 10      |        | 5                          | 10      |        |
| 13:15        |                                 |         |         | 3                            | 12      |        | 1                          | 11      | 3      |
| 13:30        |                                 |         |         | 15                           |         |        | 10                         | 5       |        |
| 13:45        |                                 |         |         | 4                            | 11      |        | 4                          | 11      |        |
| 14:00        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 14:15        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| 14:30        |                                 |         |         | 12                           |         | 3      | 12                         |         | 3      |
| 14:45        |                                 |         |         | 14                           |         | 1      | 14                         |         | 1      |
| 15:00        |                                 |         |         | 13                           |         | 2      | 13                         |         | 2      |
| 15:15        |                                 |         |         | 14                           |         | 1      | 14                         |         | 1      |
| 15:30        |                                 |         |         | 12                           | 3       |        | 12                         | 3       |        |
| 15:45        |                                 |         |         |                              | 15      |        |                            | 15      |        |
| <b>Summa</b> | 67                              | 68      | 0       | 237                          | 219     | 24     | 204                        | 237     | 39     |
| <b>Andel</b> | 50%                             | 50%     | 0%      | 49%                          | 46%     | 5%     | 43%                        | 49%     | 8%     |

| Plats        | ESS Lund                        |         | Datum   | 2016-03-09                      | Onsdag  |        |                                                 |         |        |
|--------------|---------------------------------|---------|---------|---------------------------------|---------|--------|-------------------------------------------------|---------|--------|
| Väder        | Soligt, +5                      |         | Geologi | Ren lera                        |         |        |                                                 |         |        |
| Maskin       | EC 300                          |         |         | Cat 325                         |         |        | Zaxis 210                                       |         |        |
| Arbete       | Schakt okänd mängd utom synhåll |         |         | Fyll stam 30x1,5x8 m3<br>360 m3 |         |        | FM: med 325. EM: Lastar på dumpers utom synhåll |         |        |
|              | Grävning                        | APL-tid | Övrigt  | Grävning                        | APL-tid | Övrigt | Grävning                                        | APL-tid | Övrigt |
| 07:00        | Saknar värden pga ser ej        |         |         |                                 | 15      |        |                                                 | 15      |        |
| 07:15        |                                 |         |         | 13                              | 2       |        | 13                                              | 2       |        |
| 07:30        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 15                                              |         |        |
| 07:45        |                                 |         |         | 13                              | 2       | 1      | 11                                              | 4       | 1      |
| 08:00        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 15                                              |         |        |
| 08:15        |                                 |         |         | 14                              | 1       |        | 14                                              | 1       |        |
| 08:30        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 9                                               | 1       | 5      |
| 08:45        |                                 |         |         |                                 | 15      |        |                                                 | 15      |        |
| 09:00        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| 09:15        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| 09:30        |                                 |         |         |                                 | 15      |        |                                                 | 15      |        |
| 09:45        |                                 |         |         | 12                              | 2       | 1      | 11                                              | 2       | 2      |
| 10:00        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 15                                              |         |        |
| 10:15        |                                 |         |         | 14                              | 1       |        | 13                                              | 2       |        |
| 10:30        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 15                                              |         |        |
| 10:45        |                                 |         |         | 14                              | 1       |        | 13                                              | 2       |        |
| 11:00        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 14                                              | 1       |        |
| 11:15        |                                 |         |         | 15                              |         |        |                                                 |         | 15     |
| 11:30        |                                 |         |         | 15                              |         |        | 15                                              |         |        |
| 11:45        |                                 |         |         |                                 | 15      |        |                                                 | 15      |        |
| 12:00        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| 12:15        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| 12:30        |                                 |         |         |                                 | 15      |        |                                                 | 15      |        |
| 12:45        |                                 |         |         | 15                              |         |        | Lastar lera på dumpers                          |         |        |
| 13:00        |                                 |         |         | 14                              | 1       |        | utom synhåll.                                   |         |        |
| 13:15        |                                 |         |         | 14                              |         | 1      |                                                 |         |        |
| 13:30        |                                 |         |         | 15                              |         |        |                                                 |         |        |
| 13:45        |                                 |         |         | 13                              | 2       |        |                                                 |         |        |
| 14:00        |                                 |         |         | 14                              |         | 1      |                                                 |         |        |
| 14:15        |                                 |         |         | 15                              |         |        |                                                 |         |        |
| 14:30        |                                 |         |         | 14                              | 1       |        |                                                 |         |        |
| 14:45        |                                 |         |         | 10                              |         | 5      |                                                 |         |        |
| 15:00        |                                 |         |         |                                 |         | 15     |                                                 |         |        |
| 15:15        |                                 |         |         |                                 | 15      |        |                                                 |         |        |
| 15:30        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| 15:45        |                                 |         |         |                                 |         |        |                                                 |         |        |
| <b>Summa</b> | 0                               | 0       | 0       | 324                             | 103     | 24     | 173                                             | 90      | 23     |
| <b>Andel</b> | #####                           | #####   | #####   | 72%                             | 23%     | 5%     | 60%                                             | 31%     | 8%     |

| Plats        | ESS Lund                              |         | Datum   | 2016-03-10                                  | Torsdag |        |                         |         |        |
|--------------|---------------------------------------|---------|---------|---------------------------------------------|---------|--------|-------------------------|---------|--------|
| Väder        | Soligt, +5                            |         | Geologi | Ren lera                                    |         |        |                         |         |        |
| Maskin       | EC 300                                |         |         | Cat 325                                     |         |        | Zaxis 210               |         |        |
| Arbete       | Schakt utom synhåll.<br>10x7x3 420 m3 |         |         | Schakt 5x3x6 m3. 1 dumper<br>Lagt rör 90 m3 |         |        | På service              |         |        |
|              | Grävning                              | APL-tid | Övrigt  | Grävning                                    | APL-tid | Övrigt | Grävning                | APL-tid | Övrigt |
| 07:00        | Grävning utom synhåll                 |         |         |                                             | 15      |        | Maskin borta på service |         |        |
| 07:15        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 07:30        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 07:45        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 08:00        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 08:15        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 08:30        |                                       |         |         | 10                                          | 5       |        |                         |         |        |
| 08:45        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 09:00        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 09:15        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 09:30        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 09:45        |                                       |         |         | 10                                          | 5       |        |                         |         |        |
| 10:00        |                                       |         |         | 14                                          | 1       |        |                         |         |        |
| 10:15        |                                       |         |         | 15                                          |         |        |                         |         |        |
| 10:30        |                                       |         |         | 5                                           | 10      |        |                         |         |        |
| 10:45        |                                       |         |         |                                             | 5       | 10     |                         |         |        |
| 11:00        |                                       |         |         | 6                                           | 4       | 5      |                         |         |        |
| 11:15        |                                       |         |         | 9                                           |         | 6      |                         |         |        |
| 11:30        |                                       |         |         | 4                                           | 9       | 2      |                         |         |        |
| 11:45        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| 12:00        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 12:15        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 12:30        |                                       |         |         | Inga värden pga                             |         |        |                         |         |        |
| 12:45        |                                       |         |         | rundvisning på bygget.                      |         |        |                         |         |        |
| 13:00        |                                       |         |         | Kalkstabilisering                           |         |        |                         |         |        |
| 13:15        |                                       |         |         | Schaktat ca 2 m under tiden.                |         |        |                         |         |        |
| 13:30        |                                       |         |         | haft fortsatt dumperbrist                   |         |        |                         |         |        |
| 13:45        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 14:00        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 14:15        |                                       |         |         |                                             |         |        |                         |         |        |
| 14:30        |                                       |         |         | 4                                           | 11      |        |                         |         |        |
| 14:45        |                                       |         |         | 5                                           | 10      |        |                         |         |        |
| 15:00        |                                       |         |         | 5                                           | 10      |        |                         |         |        |
| 15:15        |                                       |         |         | 5                                           | 10      |        |                         |         |        |
| 15:30        |                                       |         |         | 4                                           | 11      |        |                         |         |        |
| 15:45        |                                       |         |         |                                             | 15      |        |                         |         |        |
| <b>Summa</b> | 0                                     | 0       | 0       | 96                                          | 241     | 23     | 0                       | 0       | 0      |
| <b>Andel</b> | #####                                 | #####   | #####   | 27%                                         | 67%     | 6%     | #####                   | #####   | #####  |

|               |                        |                |                |                 |                |               |                              |                |               |
|---------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------------|----------------|---------------|
| <b>Plats</b>  | ESS Lund               |                | <b>Datum</b>   | 2016-03-11      |                | fredag        |                              |                |               |
| <b>Väder</b>  | Soligt, +5             |                | <b>Geologi</b> | Ren lera        |                |               |                              |                |               |
| <b>Maskin</b> | <b>EC 300</b>          |                |                | <b>Cat 325</b>  |                |               | <b>Zaxis 210</b>             |                |               |
| <b>Arbete</b> | Schaktför spillservis. |                |                | Schakt 7x3x6 m3 |                |               | Utom synhåll. Stilla. Lyfter |                |               |
|               | Mkt ledningar          |                | m3             | 126 m3          |                |               | några rör till svets.        |                |               |
|               | <b>Grävning</b>        | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b>  | <b>§</b>        | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> | <b>Grävning</b>              | <b>APL-tid</b> | <b>Övrigt</b> |
| 07:00         |                        | 12             | 3              |                 | 15             |               | Utom synhåll                 |                |               |
| 07:15         |                        | 15             |                |                 | 11             | 4             |                              |                |               |
| 07:30         |                        | 15             |                | 8               | 2              | 5             |                              |                |               |
| 07:45         |                        | 15             |                | 15              |                |               |                              |                |               |
| 08:00         |                        | 15             |                | 14              | 1              |               |                              |                |               |
| 08:15         | 4                      | 11             |                | 15              |                |               |                              |                |               |
| 08:30         | 15                     |                |                | 13              | 2              |               |                              |                |               |
| 08:45         | 5                      | 10             |                | 5               | 10             |               |                              |                |               |
| 09:00         |                        |                |                |                 |                |               |                              |                |               |
| 09:15         |                        |                |                |                 |                |               |                              |                |               |
| 09:30         |                        | 15             |                |                 | 15             |               |                              |                |               |
| 09:45         | 10                     | 5              |                | 5               | 10             |               |                              |                |               |
| 10:00         | 15                     |                |                |                 | 11             | 4             |                              |                |               |
| 10:15         | 15                     |                |                | 12              | 3              |               |                              |                |               |
| 10:30         | 13                     | 2              |                | 5               | 10             |               |                              |                |               |
| 10:45         | 10                     | 5              |                | 15              |                |               |                              |                |               |
| 11:00         | 14                     | 1              |                | 13              | 2              |               |                              |                |               |
| 11:15         | 15                     |                |                | 14              | 1              |               |                              |                |               |
| 11:30         | 8                      | 7              |                | 12              | 3              |               |                              |                |               |
| 11:45         | 1                      | 14             |                | 4               | 11             |               |                              |                |               |
| 12:00         |                        |                |                |                 |                |               |                              |                |               |
| 12:15         |                        |                |                |                 |                |               |                              |                |               |
| 12:30         |                        | 15             |                |                 | 15             |               |                              |                |               |
| 12:45         |                        | 15             |                | 10              | 5              |               |                              |                |               |
| 13:00         | 10                     | 2              | 3              | 3               | 2              | 10            |                              |                |               |
| 13:15         | 7                      | 2              | 6              | 2               | 5              | 8             |                              |                |               |
| 13:30         | 2                      | 9              | 4              | 2               | 7              | 6             |                              |                |               |
| 13:45         |                        | 13             | 2              | 4               | 11             |               |                              |                |               |
| 14:00         |                        | 5              | 10             |                 | 7              | 8             |                              |                |               |
| 14:15         |                        | 4              | 11             | 2               | 12             | 1             |                              |                |               |
| 14:30         | 6                      | 7              | 2              | 10              | 5              |               |                              |                |               |
| 14:45         | 2                      | 13             |                | 6               | 9              |               |                              |                |               |
| 15:00         | 6                      | 9              |                | 10              | 5              |               |                              |                |               |
| 15:15         | 8                      | 7              |                | 1               | 14             |               |                              |                |               |
| 15:30         |                        | 15             |                |                 | 15             |               |                              |                |               |
| 15:45         |                        | 15             |                |                 | 15             |               |                              |                |               |
| <b>Summa</b>  | 166                    | 273            | 41             | 200             | 234            | 46            | 0                            | 0              | 0             |
| <b>Andel</b>  | 35%                    | 57%            | 9%             | 42%             | 49%            | 10%           | #####                        | #####          | #####         |

| <b>Plats</b>                                                          | Arenaparken                        |         | <b>Datum</b> | 2016-03-21 | Måndag | <b>Doosan DX 300 LC</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|--------------|------------|--------|-------------------------|
| <b>Väder</b>                                                          | Soligt, delvis molningt, +5        |         |              |            |        |                         |
| <b>Arbete</b>                                                         | Schakt voter plus terrassjustering |         |              |            |        |                         |
| Schakt 2 x 9,08 + 4 x 1,93 + 1,02 = 26,9 m3. Terrass 15 x 20 = 300 m2 |                                    |         |              |            |        |                         |
| Tid                                                                   | Schakt                             | Terrass | Makadam      | APL-Tid    | Övrigt | Kommentar               |
| 07:00                                                                 |                                    |         |              | 15         |        | Möte                    |
| 07:15                                                                 |                                    |         |              | 15         |        |                         |
| 07:30                                                                 |                                    | 3       |              | 4          | 8      | Flytt+Mät               |
| 07:45                                                                 | 4                                  | 11      |              |            |        |                         |
| 08:00                                                                 |                                    | 10      |              | 5          |        |                         |
| 08:15                                                                 |                                    | 12      | 3            |            |        |                         |
| 08:30                                                                 |                                    | 8       | 4            | 2          | 1      |                         |
| 08:45                                                                 |                                    | 9       |              | 6          |        |                         |
| 09:00                                                                 |                                    |         |              |            |        |                         |
| 09:15                                                                 |                                    |         |              |            |        |                         |
| 09:30                                                                 | 10                                 |         |              | 5          |        |                         |
| 09:45                                                                 | 9                                  |         |              | 2          | 4      | Flytt                   |
| 10:00                                                                 | 6                                  |         | 4            | 5          |        |                         |
| 10:15                                                                 | 8                                  |         |              | 4          | 3      |                         |
| 10:30                                                                 | 2                                  | 13      |              |            |        |                         |
| 10:45                                                                 |                                    | 11      | 1            | 3          |        |                         |
| 11:00                                                                 | 8                                  | 3       |              | 4          |        |                         |
| 11:15                                                                 | 4                                  | 5       | 2            |            | 4      | Mät                     |
| 11:30                                                                 |                                    | 14      |              | 1          |        |                         |
| 11:45                                                                 |                                    | 9       |              | 5          | 1      |                         |
| 12:00                                                                 |                                    |         |              |            |        |                         |
| 12:15                                                                 |                                    |         |              |            |        |                         |
| 12:30                                                                 | 8                                  |         |              | 5          | 2      | Flytt                   |
| 12:45                                                                 | 7                                  | 4       | 4            |            |        |                         |
| 13:00                                                                 |                                    | 8       |              | 7          |        |                         |
| 13:15                                                                 |                                    | 9       |              | 1          | 5      | Mät                     |
| 13:30                                                                 |                                    | 13      |              | 2          |        |                         |
| 13:45                                                                 |                                    | 13      | 2            |            |        |                         |
| 14:00                                                                 | 12                                 |         | 2            |            | 1      |                         |
| 14:15                                                                 |                                    | 6       |              | 9          |        |                         |
| 14:30                                                                 | 11                                 |         |              |            | 4      | Flytt+Mät               |
| 14:45                                                                 | 12                                 |         |              | 3          |        |                         |
| 15:00                                                                 | 7                                  |         |              | 8          |        |                         |
| 15:15                                                                 | 2                                  |         |              | 13         |        |                         |
| 15:30                                                                 |                                    | 13      |              |            | 2      |                         |
| 15:45                                                                 |                                    |         |              | 10         | 5      |                         |
| <b>Summa</b>                                                          | 110                                | 174     | 22           | 134        | 40     | 480                     |
| <b>Andel</b>                                                          | 23%                                | 36%     | 5%           | 28%        | 8%     |                         |

| <b>Plats</b>                                                           | Arenaparken                        | <b>Datum</b> | 2016-03-22 | Tisdag  | <b>Doosan DX 300 LC</b> |                         |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Väder</b>                                                           | Soligt, delvis molningt, +5        |              |            |         |                         |                         |
| <b>Arbete</b>                                                          | Schakt voter plus terrassjustering |              |            |         |                         |                         |
| Schakt 1,01 + 0,49 + 14,93 + 9,75 = 26,18 m3. Terrass 10 x 20 = 200 m2 |                                    |              |            |         |                         |                         |
| Tid                                                                    | Schakt                             | Terrass      | Makadam    | APL-Tid | Övrigt                  | Kommentar               |
| 07:00                                                                  |                                    | 1            |            | 9       | 5                       | Flytt                   |
| 07:15                                                                  |                                    |              |            | 15      |                         | Frågetecken kring mät   |
| 07:30                                                                  | 2                                  |              |            | 13      |                         | krav på noggrannhet?    |
| 07:45                                                                  | 5                                  |              |            |         |                         | Observatör frånvarande  |
| 08:00                                                                  |                                    |              |            |         |                         | pga läkarbesök          |
| 08:15                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 08:30                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 08:45                                                                  |                                    |              |            | 10      |                         |                         |
| 09:00                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 09:15                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 09:30                                                                  |                                    |              |            | 10      | 5                       | Flytt                   |
| 09:45                                                                  |                                    | 2            |            | 13      |                         |                         |
| 10:00                                                                  |                                    | 8            |            | 4       | 3                       | Mät                     |
| 10:15                                                                  |                                    | 12           |            | 3       |                         |                         |
| 10:30                                                                  |                                    | 5            |            | 10      |                         |                         |
| 10:45                                                                  | 10                                 |              | 1          | 1       | 3                       | Flytt (10 min pumpgrop) |
| 11:00                                                                  | 11                                 |              |            | 4       |                         | (11+12 min hisschakt)   |
| 11:15                                                                  | 12                                 |              |            | 3       |                         | (11+12 min hisschakt)   |
| 11:30                                                                  | 11                                 |              |            | 2       | 2                       | Mät                     |
| 11:45                                                                  | 8                                  |              |            | 7       |                         | 5 min för lunch         |
| 12:00                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 12:15                                                                  |                                    |              |            |         |                         |                         |
| 12:30                                                                  | 3                                  |              |            | 11      | 1                       | Flytt                   |
| 12:45                                                                  | 6                                  |              |            | 6       | 3                       | Mät                     |
| 13:00                                                                  |                                    |              |            | 7       | 8                       | Flytt + lastn. Makadam  |
| 13:15                                                                  |                                    |              | 10         | 5       |                         |                         |
| 13:30                                                                  | 5                                  |              | 5          | 5       |                         |                         |
| 13:45                                                                  | 5                                  |              |            | 10      |                         |                         |
| 14:00                                                                  | 13                                 |              |            | 2       |                         |                         |
| 14:15                                                                  | 9                                  |              |            | 6       |                         |                         |
| 14:30                                                                  | 1                                  |              | 6          | 4       | 4                       | Flytt                   |
| 14:45                                                                  | 2                                  |              |            | 8       | 5                       | Flytt + Lyft armering   |
| 15:00                                                                  |                                    | 10           |            |         | 5                       | Flytt                   |
| 15:15                                                                  |                                    | 15           |            |         |                         |                         |
| 15:30                                                                  |                                    | 10           |            | 5       |                         |                         |
| 15:45                                                                  |                                    |              |            | 15      |                         |                         |
| <b>Summa</b>                                                           | 103                                | 63           | 22         | 188     | 44                      | 420                     |
| <b>Andel</b>                                                           | 25%                                | 15%          | 5%         | 45%     | 10%                     |                         |



| <b>Plats</b>                                              | Arenaparken                        | <b>Datum</b> | 2016-03-23 | Onsdag  | <b>Doosan DX 300 LC</b> |                             |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------|---------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Väder</b>                                              | Molningt, +3. Någon regnskur       |              |            |         |                         |                             |
| <b>Arbete</b>                                             | Schakt voter plus terrassjustering |              |            |         |                         |                             |
| Schakt 6,51 + 10 + 0,49 = 17 m3. Terrass 10 x 35 = 350 m2 |                                    |              |            |         |                         |                             |
| Tid                                                       | Schakt                             | Terrass      | Makadam    | APL-Tid | Övrigt                  | Kommentar                   |
| 07:00                                                     |                                    | 8            |            |         | 7                       | Plattar terrassmassor       |
| 07:15                                                     |                                    | 15           |            |         |                         |                             |
| 07:30                                                     |                                    | 9            |            |         | 2                       | 4 Flytt + Mät               |
| 07:45                                                     | 14                                 |              |            |         | 1                       |                             |
| 08:00                                                     | 6                                  |              | 6          |         | 1                       | 2 Flytt                     |
| 08:15                                                     | 4                                  | 4            | 5          |         | 2                       |                             |
| 08:30                                                     |                                    | 14           |            |         | 1                       |                             |
| 08:45                                                     |                                    | 10           |            |         | 5                       |                             |
| 09:00                                                     |                                    |              |            |         |                         |                             |
| 09:15                                                     |                                    |              |            |         |                         |                             |
| 09:30                                                     |                                    | 10           |            |         | 5                       |                             |
| 09:45                                                     |                                    | 15           |            |         |                         |                             |
| 10:00                                                     |                                    | 8            |            |         | 1                       | 6 Flytt + Lyft armering     |
| 10:15                                                     | 5                                  | 4            | 2          |         | 3                       | 1                           |
| 10:30                                                     |                                    | 6            | 6          |         | 3                       |                             |
| 10:45                                                     |                                    | 10           |            |         | 5                       |                             |
| 11:00                                                     |                                    | 12           |            |         | 3                       |                             |
| 11:15                                                     | 3                                  | 6            |            |         | 1                       | 5 Flytt + Mät               |
| 11:30                                                     | 12                                 |              |            |         | 1                       | 2 Flytt + mät               |
| 11:45                                                     | 8                                  |              |            |         | 7                       |                             |
| 12:00                                                     |                                    |              |            |         |                         |                             |
| 12:15                                                     |                                    |              |            |         |                         |                             |
| 12:30                                                     |                                    |              |            |         | 15                      |                             |
| 12:45                                                     | 12                                 |              |            |         |                         | 3 Mät                       |
| 13:00                                                     | 11                                 | 4            |            |         |                         |                             |
| 13:15                                                     | 13                                 |              |            |         | 2                       |                             |
| 13:30                                                     | 14                                 |              |            |         | 1                       |                             |
| 13:45                                                     | 9                                  |              |            |         | 6                       |                             |
| 14:00                                                     |                                    |              |            |         | 5                       | 10 Lyfter ned betong från   |
| 14:15                                                     |                                    |              |            |         | 1                       | 14 betongbil till hisschakt |
| 14:30                                                     |                                    | 13           |            |         | 2                       |                             |
| 14:45                                                     |                                    | 14           |            |         | 1                       |                             |
| 15:00                                                     |                                    | 15           |            |         |                         |                             |
| 15:15                                                     |                                    | 13           |            |         | 2                       |                             |
| 15:30                                                     |                                    | 13           |            |         | 2                       |                             |
| 15:45                                                     |                                    | 5            |            |         | 10                      |                             |
| <b>Summa</b>                                              | 111                                | 208          | 19         | 95      | 47                      | 480                         |
| <b>Andel</b>                                              | 23%                                | 43%          | 4%         | 20%     | 10%                     |                             |

| <b>Plats</b>                                                          | Arenaparken                                 | <b>Datum</b> | 2016-03-24 | Torsdag | <b>Doosan DX 300 LC</b> |               |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|------------|---------|-------------------------|---------------|
| <b>Väder</b>                                                          | Soligt, delvis molningt, +5                 |              |            |         |                         |               |
| <b>Arbete</b>                                                         | Schakt voter plus terrassjustering          |              |            |         |                         |               |
| Schakt 5,12 + 1,93 + 1,01 + 1,93 = 9,99 m3. Terrass 15 x 30 = 450 m2. |                                             |              |            |         |                         |               |
| Tid                                                                   | Schakt                                      | Terrass      | Makadam    | APL-Tid | Övrigt                  | Kommentar     |
| 07:00                                                                 | 1                                           |              |            | 12      | 2                       | Flytt         |
| 07:15                                                                 | 8                                           |              |            | 7       |                         |               |
| 07:30                                                                 | 12                                          |              |            | 2       | 1                       |               |
| 07:45                                                                 | 14                                          |              |            | 1       |                         |               |
| 08:00                                                                 | 10                                          |              |            | 1       | 4                       | Mät           |
| 08:15                                                                 | 11                                          |              |            | 1       | 3                       | Mät           |
| 08:30                                                                 | 15                                          |              |            |         |                         |               |
| 08:45                                                                 |                                             | 8            |            | 7       |                         |               |
| 09:00                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 09:15                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 09:30                                                                 |                                             | 3            |            | 12      |                         |               |
| 09:45                                                                 | 11                                          |              |            |         | 4                       | Mät           |
| 10:00                                                                 | 4                                           | 7            |            | 2       | 2                       | Mät           |
| 10:15                                                                 |                                             | 14           |            | 1       |                         |               |
| 10:30                                                                 |                                             | 10           |            |         | 5                       | Lyft armering |
| 10:45                                                                 |                                             | 13           |            | 2       |                         |               |
| 11:00                                                                 |                                             | 11           |            | 4       |                         |               |
| 11:15                                                                 |                                             | 15           |            |         |                         |               |
| 11:30                                                                 |                                             | 8            |            | 4       | 3                       | Flytt         |
| 11:45                                                                 |                                             |              |            | 15      |                         |               |
| 12:00                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 12:15                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 12:30                                                                 | Bjuds på lunch pga påsk. Slutar efter lunch |              |            |         |                         |               |
| 12:45                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 13:00                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 13:15                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 13:30                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 13:45                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 14:00                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 14:15                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 14:30                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 14:45                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 15:00                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 15:15                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 15:30                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| 15:45                                                                 |                                             |              |            |         |                         |               |
| <b>Summa</b>                                                          | 86                                          | 89           | 0          | 71      | 24                      | 270           |
| <b>Andel</b>                                                          | 32%                                         | 33%          | 0%         | 26%     | 9%                      |               |

| <b>Plats</b>  | Arenaparken                                                     | <b>Datum</b> | 2016-03-29 | Tisdag  | <b>Doosan DX 300 LC</b> |           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|------------|---------|-------------------------|-----------|
| <b>Väder</b>  | Soligt, +9                                                      |              |            |         |                         |           |
| <b>Arbete</b> | Schakt voter plus terrassjustering                              |              |            |         |                         |           |
| Schakt        | 1,01 + 1,02 + 6,86 + 15,75 = 24,64 m3. Terrass 15 x 15 = 225 m2 |              |            |         |                         |           |
| Tid           | Schakt                                                          | Terrass      | Makadam    | APL-Tid | Övrigt                  | Kommentar |
| 07:00         |                                                                 |              |            | 15      |                         |           |
| 07:15         |                                                                 |              |            | 10      | 5                       | Möte      |
| 07:30         |                                                                 | 12           |            | 3       |                         |           |
| 07:45         |                                                                 | 13           |            | 2       |                         |           |
| 08:00         |                                                                 | 13           |            | 2       |                         |           |
| 08:15         | 2                                                               | 6            |            |         | 7                       | Mät       |
| 08:30         | 13                                                              | 2            |            |         |                         |           |
| 08:45         | 6                                                               |              |            | 7       | 2                       |           |
| 09:00         |                                                                 |              |            |         |                         |           |
| 09:15         |                                                                 |              |            |         |                         |           |
| 09:30         | 6                                                               |              |            | 5       | 4                       | Lyft      |
| 09:45         | 12                                                              |              |            | 3       |                         |           |
| 10:00         | 6                                                               |              | 2          | 7       |                         |           |
| 10:15         |                                                                 | 9            |            | 3       | 3                       |           |
| 10:30         |                                                                 | 10           |            | 5       |                         |           |
| 10:45         |                                                                 | 15           |            |         |                         |           |
| 11:00         | 6                                                               | 2            |            | 4       | 3                       | Mät       |
| 11:15         | 8                                                               |              |            | 7       |                         |           |
| 11:30         | 11                                                              |              |            | 4       |                         |           |
| 11:45         | 2                                                               |              |            | 10      | 3                       | Flytt     |
| 12:00         |                                                                 |              |            |         |                         |           |
| 12:15         |                                                                 |              |            |         |                         |           |
| 12:30         | 5                                                               |              | 3          | 5       | 2                       |           |
| 12:45         |                                                                 | 12           |            | 3       |                         |           |
| 13:00         |                                                                 | 10           |            | 5       |                         |           |
| 13:15         |                                                                 | 12           |            |         | 3                       |           |
| 13:30         | 6                                                               | 4            |            |         | 5                       | Mät       |
| 13:45         | 8                                                               | 3            |            | 4       |                         |           |
| 14:00         | 9                                                               |              |            | 6       |                         |           |
| 14:15         |                                                                 | 6            |            | 7       | 2                       | Flytt     |
| 14:30         |                                                                 | 2            |            | 13      |                         |           |
| 14:45         |                                                                 | 10           |            | 5       |                         |           |
| 15:00         | 2                                                               | 6            |            | 1       | 6                       | Mät       |
| 15:15         | 10                                                              |              |            | 5       |                         |           |
| 15:30         | 12                                                              |              |            | 3       |                         |           |
| 15:45         | 4                                                               | 2            |            | 3       | 6                       | Flytt     |
| <b>Summa</b>  | 128                                                             | 149          | 5          | 147     | 51                      | 480       |
| <b>Andel</b>  | 27%                                                             | 31%          | 1%         | 31%     | 11%                     |           |