



Arbetstidsanvändning för grävmaskiner

En produktivitetsstudie av grävmaskiner inom väg och anläggningsarbete

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

*Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och
entreprenörskap inom byggsektorn*

ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON

EXAMENSARBETE 2011:49

Arbetstidsanvändning för grävmaskiner

En produktivitetsstudie av grävmaskiner inom väg och anläggningsarbete

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

*Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap
inom byggsektorn*

ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2011

Arbetstidsanvändning för grävmaskiner
En produktivitetstudie av grävmaskiner inom väg och anläggningsarbete

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

*Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap
inom byggsektorn*

ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON

© ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON 2011

Examensarbete/Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2011:49

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Arbetstidsanvändning för grävmaskiner.

Chalmers Reproservice
Göteborg 2011

Arbetstidsanvändning för grävmaskiner

En produktivetsstudie av grävmaskiner inom väg och anläggningsarbete

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet Byggingenjör

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Rapporten utreder produktivitet inom bygg och anläggningsbranschen. Syftet är att studera i vilken utsträckning grävmaskiner är stillastående och av vilka anledningar. Fyra grävmaskiner har studerats under vardera en arbetsvecka. Uppföljningen är begränsad till larvgående grävmaskiner. För datainsamlingen har s k frekvensstudie använts som metod. Varje grävmaskin har följts under hela arbetsdagen, från 06.30 till 16.15. Med en frekvensintervall på 60 sekunder har observatören noterat vad grävmaskinen gjort vid den specifika tidpunkten. Detta har resulterat i över 10 000 observationer.

Undersökningen visar att grävmaskinerna utförde direkt arbete, alltså ett värdeökande arbete, i genomsnitt 48 % av den totala arbetstiden. Utöver detta krävdes indirekt arbete för att det direkta arbetet ska kunna utföras. Detta arbete står för 9 % av arbetstiden och avser exempelvis byte av grävskopa och förflyttning av maskinen. Studien visar också att grävmaskinerna är stillastående 43 % av den totala arbetstiden. De främsta anledningarna är planeringsbrister, förberedelser, outnyttjad arbetstid och maskintillsyn.

Nyckelord: Grävmaskin, produktivitet, effektivitet, arbetstidsanvändning, värdeökande arbete.

Productivity for excavators

A work sampling study in four different projects

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

ANDREAS JOHANSSON OCH MATHIAS OLSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This thesis investigates the productivity of excavators. It aims to explore how much the excavators are standing still during a workday and for what reasons. Four different machines have been studied for one week each. In order to make a fair comparison, only caterpillar excavators have been observed. Furthermore the method has been a work sampling. This means that every 60 seconds the observer noted a code for the specific activity. This has resulted in over 10 000 observations in four weeks.

The study shows that these four excavators perform direct work, which is the value-added work, at the average of 48 % of the total work time. Indirect work means when the excavator works, but it's not a value-added work, for example changing the bucket. The observation has shown that the excavators perform indirect work 9 % of the time. The study also shows that the excavators are standing still 43 % of the time.

Key words: Excavators, excavation machines, productivity, value-added work.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	I
DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME	II
ABSTRACT	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
FÖRORD	V
1 VARFÖR STUDERA PRODUKTIVITET FÖR GRÄVMASKINER?	1
2 LITTERATUR	2
2.1 Metoder för att studera arbetstidens användning	2
2.2 Tidigare studier	2
2.3 Produktivitet inom byggbranschen	3
2.4 Produktivitet inom andra branscher	3
2.5 Är en arbetsvecka 40 eller 168 timmar?	4
3 METOD	5
3.1 Datainsamling	5
3.2 Intervjuer	5
3.3 Frekvensstudier	6
3.4 Validitet och reliabilitet	7
4 RESULTAT	8
4.1 Uppföljning av fyra grävmaskiner	8
4.2 Arbetstidens användning	9
4.3 Direkt arbete	10
4.4 Indirekt arbete	11
4.5 Stillestånd	11
5 DISKUSSION	17
6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	20
7 REFERENSER	22
BILAGA 1 – KODER FÖR FREKVENSSSTUDIEN	
BILAGA 2 – RESULTAT ANTAL OBSERVATIONER	

BILAGA 3 – RESULTAT PROCENTUELL FÖRDELNING

BILAGA 4 – BLANKETT FÖR FREKVENSSSTUDIEN

Förord

Vi har genomfört vårt kandidatarbete vid Chalmers tekniska högskola tillsammans med Skanska Sverige AB inom region väg och anläggning väst.

Vi skulle vilja tacka våra två handledare, Markus Arfvidsson från Skanska som är distriktschef på väg och anläggning väst distrikt Göteborg, samt Per-Erik Josephson professor inom byggandets management vid Chalmers.

Vidare vill vi rikta ett stort tack till de fyra grävmaskinister som stod ut med oss innan, under och efter fältstudierna.

Tack!

Göteborg maj 2011

Andreas Johansson

Mathias Olsson

1 Varför studera produktivitet för grävmaskiner?

Samhällets krav på hållbar utveckling ökar. Samtidigt är få människor beredda att göra avkall på den levnadsstandard de har idag. EU tog 2007 beslut om att sänka koldioxidutsläppen med 20 % till år 2020 (Europeisk kommissionen, 2007). Utöver detta har Sveriges regering lagt fram en klimatproposition där Sverige ska sänka sina koldioxidutsläpp med 40 % till samma år (Riksdag & Departement, 2010). Detta är en stor utmaning för alla branscher, inte minst byggbranschen där det arbetas hårt med att sänka utsläppen och minska avfallet. Detta görs med såväl miljövänliga byggmaterial som ett livscykel-tänkande genom hela byggprocessen. Även produktivitet är en nyckelfaktor då ökad produktivitet leder till minskad energianvändning, kortare transporter och en effektivare produktion.

Vid jämförelser med andra branscher har byggbranschen fått kritik för ineffektiva processer och ett konservativt tänkande. Fordonsindustrin har till exempel jobbat länge med så kallad "lean production", ett systematiskt produktions sätt, med Toyota i spetsen. Jämförelser med tillverkningsindustrin har drivit på utvecklingen inom produktivitetens område för byggföretagen.

Skanska Sverige AB har som stort företag ambitionen att driva och utveckla dessa frågeställningar, dels för att själva öka sin konkurrenskraft men också för att främja branschens utveckling. Distriktschefen för väg och anläggning väst menar att stillastående entreprenadmaskiner är en stor och onödig kostnad för Skanska. Utöver det uppger Skanska Sverige AB:s utvecklingschef att entreprenadmaskiner kostar företaget cirka 1 miljard kronor årligen. För de projekt som använder entreprenadmaskiner motsvarar det 1/7 av den totala omsättningen.

Kan produktiviteten för entreprenadmaskinerna öka någon eller några procent, skulle flera miljoner kronor kunna sparas in. Framförallt genom minskade kostnader för maskinerna. Även lönekostnaderna skulle påverkas då följden av en stillastående grävmaskin är att maskinist, och i vissa fall även yrkesarbetaren, blir utan arbete.

Med ledning av detta har Skanska efterfrågat denna produktivetsutredning med syfte att ta reda på (1) hur mycket grävmaskiner inom byggsektorn står stilla, (2) av vilken anledning de är stillastående samt (3) ta fram eventuella förbättringsförslag. Målet är att rekommendationerna är tillräckligt specifika för att Skanska ska kunna använda dessa i sitt vardagliga förbättringsarbete ute på byggarbetsplatserna.

Då grävmaskiner är basen för arbetet inom väg- och anläggningsarbete är det naturligt att dessa studeras i första hand, även om maskinparken omfattar fler olika maskintyper. Studien har begränsats till larvgående maskiner. Dessa har befunnit sig på samma arbetsplats under hela observationsperioden, varför maskintransporter mellan byggen inte har beaktats. De maskiner som studerats har framförts av maskinister med flera års erfarenhet. Samtliga maskiner har varit inhyrda av eller varit ägda av Skanska.

2 Litteratur

2.1 Metoder för att studera arbetstidens användning

Det finns olika alternativ för att studera arbetstidsanvändning, exempel på dessa är frekvensstudie och klockning.

Vid en frekvensstudie följs det studerade objektet under en bestämd tid. Vid ett slumpmässigt eller förutbestämt frekvensintervall noterar en observatör vad objektet gör. När dessa observationer sammanställs ges en överblick av vilka arbetsmoment maskinen utför under den observerade perioden, samt hur stor andel av perioden dessa moment utförs.

Klockning är ett annat alternativ för att genomföra en produktivitetsstudie. Denna metod genomförs genom att observatören ”klockar”, eller mäter hur lång tid maskinen behöver för att utföra ett visst arbetsmoment. Vid varje nytt arbetsmoment startas klockningen om och tiden antecknas.

Frekvensstudier och klockningsstudier ger svar på hur bra en organisation fungerar, hur väl planerad produktionen är och hur andra faktorer påverkar vardagen. Studierna kan senare vara underlag för att diskutera en rad olika frågeställningar, till exempel för att undersöka utnyttjandegraden för en viss maskin.

2.2 Tidigare studier

För att öka trovärdigheten och eventuellt identifiera uppenbara felaktigheter eller brister i resultatet är det önskvärt att jämföra med tidigare studier inom ämnet. Vid sådan jämförelse kan det vara missvisande att använda sig av studier som är gjorda utanför Sveriges gränser. Det beror på att byggprocessen skiljer sig avsevärt åt mellan länder, bland annat avseende arbetsmetodik och ekonomiska förutsättningar.

I Sverige har det gjorts flera frekvensstudier inom bygg- och anläggningsbranschen. Det har även gjorts studier som visar arbetstidsanvändningen på maskiner. Det är ändå svårt att jämföra med många av dessa studier då de grundläggande förutsättningarna eller studieobjekten skiljer sig allt för mycket i förhållande till vår frågeställning. För att belysa ett exempel på en sådan studie har två studenter vid Ingenjörshögskolan i Jönköping kommit fram till att CNC-styrda fräsar endast utnyttjas till 33 % (Hagström och Nilsson 2006). Det resultatet är svårt att jämföra med grävmaskiner då förutsättningarna för objekten är helt olika.

Det har dock gjorts en tidigare studie som har handlat om arbetstidsutnyttjandet för grävmaskiner. I det exemplet användes grävmaskinen 28 % av arbetstiden (Josephson och Saukkoriipi, 2005).

Ytterligare en uppföljningsstudie som gjorts är om VVS-montörers arbetstidsanvändning. Framförallt är det den outnyttjade arbetstiden som är intressant att studera då kategorierna går att jämföra med grävmaskinförarnas.

Det som bedöms som outnyttjad arbetstid är personliga behov, icke-arbetsrelaterad diskussion, sen ankomst/tidig hemgång, för lång rast och annat. Sammantaget går 10,1 % av VVS-montörernas arbetstid åt till ovanstående (Björkman m.fl. 2010).

2.3 Produktivitet inom byggbranschen

Produktivitet kan tolkas på flera olika sätt och kan likställas med till exempel effektivitet, lönsamhet, kvalitet eller flexibilitet. När företag talar om ökad produktivitet tänker de i första hand på att sänka kostnaderna och på så vis bli mer konkurrenskraftiga, alternativt öka lönsamheten.

Produktivitet, säkerhet och miljö är för närvarande tre omdebatterade ämnen inom byggbranschen. Med ökad produktivitet inom branschen är målet att minska transporter, materialspill och arbetstiden. Detta gör att både miljön och säkerheten tas i beaktning.

Byggbranschen kritiserar ofta för att vara konservativ och bakåtsträvande. I ett pressmeddelande från Sveriges Byggindustrier skrevs följande: ”Den konkurrensutsatta industrin har under många år förbättrat sin produktivitet med sex procent per år. Samtidigt framgår det av SCB-statistik att byggindustrin har en obefintlig, rent av negativ, produktivitetsutveckling” (Åkerlind, 2010). Detta uttalande förstärker bilden av att byggbranschen har en dålig produktivitetsutveckling.

Ofta försvarar byggbranschen sig genom att säga ”varje projekt är unikt”. I detta finns givetvis en viss sanning. Att jämföra byggbranschen med exempelvis fordonsindustrin är svårt. Byggbranschen har vitt skilda projekt och det slutliga resultatet finns sällan tidigare. En bil däremot byggs i tiotusentals exemplar och varje modell har i ett tidigt skede en fullskalig prototyp. Utöver det tillverkas bilar i en laboratorieliknande miljö som helt och hållet är avsedd för ändamålet. Ett markarbete däremot påverkas mycket av topografin, årstiden, tillgängligheten och vädret.

En annan orsak till skillnaden i produktivitetsutvecklingen kan vara att hus och vägbyggnad har haft 1000-tals år av effektivisering bakom sig, vilket medfört att de stora och mest drastiska förändringarna redan är gjorda. Fordonsindustrin har i sin tur endast funnits runt 100 år och det är möjligt att det därför finns fler områden som är utforskade och kan effektiviseras.

2.4 Produktivitet inom andra branscher

Som tidigare nämnts är tillverkningsindustrier och i synnerhet fordonsindustrin exempel där produktiviteten utvecklats i snabbare takt gentemot byggbranschen. Ett begrepp som är väl förankrat inom tillverkningsindustrin är det så kallade lean production. Det Japanska bilföretaget Toyota var först med detta produktionssystem, även kallat ”The Toyota Production System” (TPS).

Vid dessa system används begreppet ”Just-in-time”, som är en nyckelfaktor för att TPS skall vara möjlig. Just-in-time innebär att rätt produkt eller komponent finns på plats vid rätt tillfälle och med rätt kvantitet (Toyota, 2011). Detta produktionssystem har idag inspirerat hela fordonsindustrin. På senare tid har även andra branscher börjat anamma detta sätt att tillverka.

En annan bransch som är hårt konkurrensutsatt är flygbranschen. Här är den trånga sektorn flygplanen. Dessa bör vara i luften i så hög utsträckning som möjligt, då det är själva flygningen som genererar intäkter och inte när planen står på marken. Ett flygföretag som arbetar mycket med detta är lågprisföretaget Ryanair. Genom att effektivisera arbetet på marken med hänseende till av- och pålastning, incheckning, flygplansservice med mera, reduceras tiden på marken och planen får mer tid i luften (Ryanair, 2011).

Även taxisektorn är hårt konkurrensutsatt och många av dagens taxifordon är dyra bilar av hög standard. För att få lönsamhet i verksamheten är det därför inte önskvärt att taxibilarna står stilla 2/3 av dygnet när taxichauffören inte arbetar. Flera företag har därför valt att ha två förare per bil som arbetar i skift. Allt för att få så hög utnyttjandegrad som möjligt. Detta är någonting som eventuellt skulle kunna anammas även för grävmaskiner.

2.5 Är en arbetsvecka 40 eller 168 timmar?

Som nämnts i föregående avsnitt utnyttjas taxibilar och flygplan mer än 40 timmar i veckan och i dagens samhälle finns det mesta tillgängligt dygnet runt. Frågan bör därför ställas hur lång en arbetsvecka egentligen är? Att kollektivavtal styr hur lång en arbetsvecka är för en anställd är inget vi försöker ändra på. Människor behöver vila och mat mellan arbetspassen för att kunna fokusera och prestera på topp. Maskiner inom byggbranschen, stora som små, behöver däremot ingen rast eller vila för att orka med, de kan "jobba" dygnet runt.

Stora maskiner är oftast inhyrda från underentreprenader och utgör en stor kostnad som i slutändan hamnar på kundens räkning. Maskinerna står i regel flera veckor på samma projekt. Arbetstiden är liksom för en anställd åtta timmar fem dagar i veckan, alltså 40 timmar per vecka. Som tidigare nämnts visar en studie av Josephson och Saukkoriipi (2005) att utnyttjandegraden för dessa maskiner ligger runt 28,4 %. Detta motsvarar ungefär 11 timmar och 20 minuter per vecka. Skulle maskinen i stället för att stå stilla kvällar, nätter och helger användas med samma utnyttjandegrad som tidigare skulle den kunna vara i drift cirka 47 timmar. Med andra ord skulle grävmaskinens produktivitet kunna mer än fyrdubblas.

3 Metod

Frekvensstudie valdes som metod av skälet att resultatet av en sådan väl svarar mot arbetets syfte. Denna metod är väl förekommande i tidigare studier som också syftat till att utreda arbetstidens användning.

3.1 Datainsamling

Förberedelser inför fältstudier – För att platsobservationerna skulle bli givande har stort fokus lagts på förberedelserna. För att säkerställa att vald metod fungerar i praktiken har grävmaskinister intervjuats och testobservationer genomförts. Inför varje fältstudie har ett platsbesök skett på det aktuella projektet. Vid besöket har vi presenterat oss själva och syftet med fältstudien. Vi har även tagit tillfället i akt att bekanta oss med arbetsplatsen och de specifika områden där grävmaskinerna arbetat.

Fältstudier – Totalt har fyra fältstudier om vardera fem dagar genomförts. Fältstudierna har utförts under arbetstiden 06:30 till 16:15 under måndag – torsdag och 06:30 till 13:15 på fredagar för att följa den normala arbetstiden för dessa projekt. Observatören har befunnit sig mellan 5 och 30 meter ifrån grävmaskinen.

Uppföljning och intervjuer – Efter sammanställningen av insamlade data åkte vi tillbaka ut till byggprojekten och redovisade våra resultat för de grävmaskinister vi följt och även för arbetsledningen. Vi bad dessa kommentera resultaten och följde upp med djupare intervjuer med grävmaskinisterna om hur de tyckte resultatet speglade deras uppfattning. Uppföljningen uppskattades mycket av grävmaskinisterna och deras svar har varit till stor hjälp under arbetets gång.

Informella möten - Då vi befunnit oss på arbetsplatserna under totalt 160 timmar har informella möten skett dagligen. Diskussioner och friare samtal har även skett under raster då möjlighet fanns att sitta tillsammans med grävmaskinisterna och yrkesarbetare i deras arbetsbodar. Detta gav oss ökad inblick i maskinisternas arbetssituation och varför stillestånd uppkommer samt andra byggnadstekniska kunskaper. Den här typen av informella möten har vi också haft med arbetsledning, mättekniker och underentreprenörer.

3.2 Intervjuer

Vi har genomfört halvstrukturerade intervjuer. Det innebär att frågor och följdfrågor har utformats i förväg, men att det inte finns några förutbestämda svarsalternativ för respondenterna.

När svarsalternativen varierar för respondenter är det svårare att jämföra och analysera svaren. Syftet med intervjuerna har dock varit att öka förståelsen för de problem som kan uppstå och leda till stillestånd hos en grävmaskin.

Följande personer har intervjuats:

- 4 feb 2011 *Peter Bernhardsson, Grävmaskinist*: Intervjun gjordes i första hand för att revidera och anpassa de koder som användes under fältstudien. Efter mötet tog vi chansen att i ett tidigt stadium testa våra koder på Peters grävmaskin.
- 16 feb 2011 *Leif Olsson, Utvecklingschef, Skanska Sverige AB*: Intervjun gjordes för att få en djupare förståelse varför Skanska var i behov av studien.
- 13 maj 2011 *Grävmaskinist 1*: Resultatsammanställningen presenterades och grävmaskinisten hade möjlighet att kommentera resultatet och ge förslag på åtgärder.
- 13 maj 2011 *Grävmaskinist 2*: Resultatsammanställningen presenterades och grävmaskinisten hade möjlighet att kommentera resultatet och ge förslag på åtgärder.
- 13 maj 2011 *Grävmaskinist 3*: Resultatsammanställningen presenterades och grävmaskinisten hade möjlighet att kommentera resultatet och ge förslag på åtgärder.
- 13 maj 2011 *Grävmaskinist 4*: Resultatsammanställningen presenterades och grävmaskinisten hade möjlighet att kommentera resultatet och ge förslag på åtgärder.
- 13 maj 2011 *Hannes Persson, Arbetsledare*: Uppföljande intervju för att arbetsledningen skulle få en möjlighet att kommentera resultatet.

3.3 Frekvensstudier

Som tidigare nämnts valdes frekvensstudie som metod för att kartlägga grävmaskinernas arbetstidsanvändning. Tidsintervallet mellan observationerna bestämdes till 60 sekunder. Det innebär att observatören exakt var 60:e sekund iakttag vad grävmaskinen gör och antecknar koden för det aktuella arbetsmomentet. I bilaga 1 presenteras de koder som använts. I bilaga 4 presenteras den blankett som använts vid frekvensstudien.

Datainsamlingen har skett under veckorna 10-12, då fyra grävmaskiner har studerats. Varje grävmaskin har studerats fem dagar i följd. Att fem dagar studerades beror på att det motsvarar en arbetsvecka och eventuella avvikelser såsom stormöten, fredagsfika, planeringsmöten och sådant som är vanligt förekommande veckovis skulle upptäckas.

Under fältstudierna har observatörerna dels suttit med grävmaskinisterna på raster för att få en möjlighet att ställa frågor och sätta sig in i deras arbetssituation, dels med arbetsledningen för att få deras syn på produktivitet och även sätta sig in i deras arbetssituation. Detta har bidragit till att skapa en bättre förståelse för problemen samtidigt som idéer och förbättringsförslag har kunnat granskas och revideras.

Den använda metoden tillsammans med längden på frekvensstudien har gett 2400 observationer per grävmaskin, vilket vi bedömer vara tillräckligt underlag för att ge ett trovärdigt exempel. Sammantaget har alltså 9600 observationer registrerats.

För att koderna ska vara ändamålsenliga har stor vikt lagts på att ta fram koder som är anpassade till det valda studieobjektet och studiens syfte. Vi har utgått från de koder som använts vid studier av VVS-montörer (se Björkman m fl, 2011). Syftet med dessa

koder var att identifiera värdeökande arbete, förberedande arbete och slöseri hos VVS-montörer.

Kodsystemet arbetas om för att anpassas till uppföljning av grävmaskiner. Efter en första omarbetning gick vi genom koderna tillsammans med vår handledare på Skanska. Vid det här tillfället intervjuade vi också en av grävmaskinisterna, som poängterade att koder för service på maskin, trasig maskin, GPS-fel, telefonsamtal, vänta på trafik samt oförutsedda ledningar och markförhållanden bör vara med.

Slutligen stämde vi av det nya anpassade kodsystemet med Lasse Björkman, Chalmers, som genomfört liknande studier tidigare (se t. ex. Josephson och Saukkoriipi, 2005, och Björkman m fl, 2011). Han poängterade att det var viktigt att maskinerna endast manövrerades av en förare för att de framtagna koderna skulle fungera, men i övrigt bedömde han att de framtagna koderna är lämpliga.

3.4 Validitet och reliabilitet

Med ett forskningsresultat med god validitet menas att det som undersöks verkligen varit avsett att undersöka. Reliabiliteten syftar till att undersökningen är trovärdig och vid ett upprepat test ska samma resultat erhållas.

Det är viktigt att mätningarna har hög validitet så det är säkert att resultatet svarar på frågeställningen. Det är lika viktigt att det är hög reliabilitet eller trovärdighet på studien för att resultatet ska vara till nytta.

De fältstudier som genomförs i detta projekt eftersträvar hög validitet, det vill säga resultatet svarar på frågeställningen. För att uppnå hög validitet har mycket tid lagts på att ta fram relevanta koder. Fokus har även legat på att ta fram intressanta studieobjekt.

Reliabiliteten i studien är inte lika hög. Eftersom grävmaskinerna har studerats under en begränsad tidsperiod (vardera fem arbetsdagar), blir resultatet endast ett exempel och kan inte ses gälla för hela byggprojektet. Eftersom förutsättningarna dessutom varierar i hög grad mellan olika byggprojekt kan inte heller resultaten sägas gälla för grävmaskiner i allmänhet. För att uppnå högre reliabilitet i en sådan här studie skulle det krävas att grävmaskinerna studerades under längre tidsperioder, under samtliga arbetsuppgifter och under olika väderförhållanden. Vi har ändå arbetat med avsikt att uppnå så hög reliabilitet som möjligt. Detta har vi framförallt gjort genom

- att stämma av resultatet med grävmaskinisterna för att se om det har varit några ovanliga störningar under veckan
- att kolla med arbetsledningen om maskinen har följt tidsplanen under veckan
- att jämföra med tidigare studier inom området för att se om det finns markanta skillnader
- att noga dokumentera arbetsuppgiften för maskinen och aktuella väderförhållanden.

4 Resultat

4.1 Uppföljning av fyra grävmaskiner

Uppföljningen har gjorts vid fyra anläggningsarbeten i Göteborgsregionen. De studerade objekten har varit i olika faser i produktionen och har studerats under en arbetsvecka. Totalt gjordes 9600 observationer, varav varje observation motsvarar en minut. Detta motsvarar 160 timmars effektiv arbetstid. Den avtalsenliga rasten ingår inte i dessa resultat.

Projekten är valda av Skanska och målsättningen har varit att studera maskiner som haft sysselsättning. Maskinförarna som har valts ut har många års erfarenhet. Tre av förarna är inhyrda och en är anställd av Skanska. Tabell 1 visar en överblick av de maskiner som studerats. Därefter följer kortare beskrivningar av projekten och de omständigheter som har påverkat resultatet.

Tabell 1 – Beskrivning av observerade grävmaskiner.

	Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4
Modell	Larvgående grävmaskin	Larvgående grävmaskin	Larvgående grävmaskin	Larvgående grävmaskin
Vikt	26 ton	30 ton	23 ton	23 ton
Arbetsmoment	Terrassering Städa tippstation	Schakta massor Fylla igen med krossmaterial	VA-läggning Terrassering Diverse småjobb	VA- rörläggning Lägga bärlag för motorväg
Årstid	Sen vinter	Tidig vår	Sen vinter	Tidig vår
Observationsperiod	Torsdag – onsdag	Fredag - torsdag	Torsdag – onsdag	Fredag - torsdag
Väder	Mestadels uppehåll En dag snö- blandat regn	Mestadels uppehåll Blåsigt	Snöblandat regn och minusgrader övergick i slutet av veckan till sol och uppehåll	Uppehåll
Dagsljus	Ja	Ja	Ja	Ja

- *Maskin 1* observerades innan tjälen gått ur marken, vilket påverkade såväl arbetsuppgifterna som resultatet. Projektets nästkommande stora rörläggningsetapp var beroende av tjällossningen för att kunna påbörjas. Under tiden utförde grävmaskinen flertalet mindre terrasseringsjobb samt städjobb på tippstationen. Grävmaskinisten uppgav att vädret inte har påverkat arbetet.
- *Maskin 2* observerades när tjälen nästan hade gått ur marken. Projektet var ett motorvägsbygge i utkanten av Göteborg. Första delen av veckan arbetade maskinen med att schakta bort den gamla vägen och lasta schaktmassorna på lastbilar. Andra delen av veckan bestod av att förbereda för den nya motorvägen genom att fylla igen med krossmaterial som kontinuerligt levererades av lastbilar. Projektet hade krav på sig att trafiken skulle kunna passera under arbetet. Grävmaskinen kunde trots det arbeta obehindrat från trafiken men arbetsplatsen behövde anpassas så att lastbilarna kunde komma till för att lasta och lossa. Etableringen med arbetsbodar låg cirka fem minuters bilväg från arbetsplatsen. Grävmaskinisten uppgav att vädret inte har påverkat arbetet.
- *Maskin 3* hade stora problem med tjälen och fick ofta använda tjälkrok när tjälen vandrat nedåt cirka en och en halv meter. En tjälkrok används för att bryta upp marken inför schaktning. På grund av tjälen eldade de med kol på de ställen där schaktning skulle utföras. Kolen läggs under ett metallskal som för värmen nedåt i marken. Detta gjordes etappvis med cirka två meter åt gången, vilket är både tid- och kostnadskrävande. Arbetsuppgifterna bestod huvudsakligen av vatten och avloppsläggning samt terrassering av en ny gång- och cykelbana. När det inte fanns några stora planerade arbeten fick grävmaskinen larva runt och utföra diverse småjobb. Ingen yrkesarbetare var bunden till grävmaskinen, men olika yrkesarbetare hjälpte till sporadiskt när det behövdes.
- *Maskin 4* arbetade med att lägga vatten och avloppsrör vid en motorväg samt att lägga ut bärlag för motorväg. Rören, som var av typen toppsnittsdränering, användes för att leda bort dagvatten. Arbetet innebar schaktning, lyfta rören på plats i schakten, terrassering med mera. Till sin hjälp vid rörläggningen hade grävmaskinisten en yrkesarbetare vars uppgift var att placera och justera rörledningarna i rätt höjd. Tjälen hade inte helt gått ur marken, vilket resulterade i att tjälkrok behövde användas vid några tillfällen.

4.2 Arbetstidens användning

Arbetstidsanvändningen är uppdelad i tre huvudkategorier, se tabell 2. Det direkta arbetet är det arbete som ger en värdeökning för den investerade kronan. Denna står i genomsnitt för 48 % av den totala arbetstiden. Det indirekta arbetet är sådant som är nödvändigt för att grävmaskinen skall kunna utföra ett direkt arbete. Indirekt arbete syftar exempelvis till förflyttning eller byte av skopa. Stilleståndet är då grävmaskinen inte utför något arbete alls.

Detta kan vara allt från planeringsmöte till GPS-fel i maskinen. Var och en av dessa huvudkategorier har flera underkategorier och beskrivs mer detaljerat i de följande avsnitten.

Tabell 2, Arbetstidens användning (% av arbetstid).

Aktivitet	Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Direkt arbete	46,2	64,5	34,0	47,0	47,9
Indirekt arbete	11,0	4,8	7,6	13,0	9,1
Stillestånd	42,8	30,7	58,4	40,0	42,9

4.3 Direkt arbete

Omfattningen av det direkta arbetet skiljer mycket mellan maskinerna. I denna studie skiljer maskin 2 och maskin 3 sig så mycket som 30,5 % av den totala arbetstiden, se tabell 2. Detta har flera orsaker, men beror främst av att maskinernas arbetstuppgifter har varierat.

Maskin 2 schaktade och var självgående under hela observationsperioden och kunde därför arbeta utan ständiga avbrott. För grävmaskinist 3 däremot gick över 7 % arbetstiden till planeringsmöten och diskussioner om arbetsutförandet. Utöver det gick 8,8 % av arbetstiden till maskintillsyn, vilket kan jämföras med 2,5 % för maskin 2.

Det direkta arbetet är uppdelat i två underkategorier, vilka vi benämner direkt arbete 1 och direkt arbete 2. Skillnaden mellan dessa har ibland varit hårfin, men syftet är att beskriva om grävmaskinen arbetat med full kapacitet (direkt arbete 1) eller om kapaciteten har varit reducerad (direkt arbete 2).

Exempel på direkt arbete 1 är då grävmaskinen schaktar eller lastar, alltså när grävskopan används och är fullt utnyttjad.

Exempel på direkt arbete 2 är när grävmaskinen använder tjälkrok för att bryta upp marken inför schaktningen eller när grävmaskinen har en specifik höjd att anpassa sig efter för att justera in rörledningar och därför behöver gräva mycket försiktigt.

Skillnaden på uppdelningen av det direkta arbetet mellan maskinerna är stor, se tabell 3. Den huvudsakliga anledningen är även här de varierande arbetsuppgifterna.

Maskin 2 har den högsta andelen direkt arbete 1, hela 40 % av arbetstiden. Maskinen har huvudsakligen schaktat och fyllt igen krossmaterial. Det som begränsat hur snabbt arbetet utförts har sällan varit maskinen utan logistiken med lastbilarna. Det som räknats som direkt arbete 2 är som tidigare nämnts dels när grävmaskinen använt tjälkroken för att bryta upp marken, dels de förberedelser som gjorts när det inte funnits någon lastbil på plats.

Maskin 4 har endast 3,6 % direkt arbete 1, men å andra sidan hela 43,5 % direkt arbete 2. Grävmaskinen har lagt toppsnittsdränering och det har varit mycket finjusteringar med exakt precision som gjort att arbetet gått långsammare.

Tabell 3 – Arbetstidens användning, direkt arbete (% av arbetstid)

<i>Direkt arbete</i>		<i>Maskin 1</i>	<i>Maskin 2</i>	<i>Maskin 3</i>	<i>Maskin 4</i>	<i>Genomsnitt</i>
Kod	Aktivitet	46,2	64,5	34,0	47,0	47,9
10	Direkt arbete 1	15,3	40,0	7,8	3,6	16,7
11	Direkt arbete 2	30,8	24,6	26,3	43,5	31,3

4.4 Indirekt arbete

Det indirekta arbetet kan ses som förberedelser och är sådant arbete som behövs för att det direkta arbetet ska kunna utföras. Totalt står det för 9,1 % av arbetstiden och innefattar kategorier som förflyttning och byta skopa. Det ger inget direkt värde för kunden, men är som sagt nödvändigt för att det värdeökande arbetet ska kunna utföras.

Indirekt arbete skiljer sig mer procentuellt sett mellan maskinerna än vad det direkta arbetet gör. Maskin 2, som hade den största andelen direkt arbete har den lägsta andelen indirekt arbete med 4,8 %. Den största orsaken är att maskinen knappt behövde förflytta sig för att utföra arbetsmomenten. Den maskin som har den största andelen indirekt arbete är maskin 4 med 13 %. Det beror på att maskinen behövde förflytta sig mycket på arbetsplatsen för att kunna utföra arbetet samt att hämta och förflytta material.

Maskin 1 och 3 har haft flera mindre jobb och maskinerna har därför behövt lägga en betydande del av arbetstiden på att förflytta sig mellan de olika arbetsmomenten. Se tabell 4 för att jämföra det indirekta arbetet mellan maskinerna.

Tabell 4 – Arbetstidens användning, indirekt arbete (% av arbetstid)

<i>Indirekt arbete</i>		<i>Maskin 1</i>	<i>Maskin 2</i>	<i>Maskin 3</i>	<i>Maskin 4</i>	<i>Genomsnitt</i>
Kod	Aktivitet	11,0	4,8	7,6	13,0	9,1
12	Förflyttning maskin i arbete	5,3	1,5	3,2	8,1	4,5
13	Flytta material	1,3	1,4	0,8	3,3	1,7
14	Flytta utrustning	0,9	0,3	0,2	0,2	0,4
15	Förflyttning	2,8	0,7	2,5	1,1	1,8
16	Byta skopa	0,8	1,0	0,9	0,3	0,8

4.5 Stillestånd

Stillestånd är då grävmaskinen inte utför något arbete alls. Stilleståndet kan bero på en rad olika orsaker och delas upp i fem stycken kategorier, se tabell 5.

Stilleståndet stod i genomsnitt för 42 % av den totala arbetstiden. Variationen mellan maskinerna ligger i intervallet 30,7 – 58,4 %.

Tabell 5 – Underkategorier till stillestånd (% av arbetstid)

Stillestånd		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	42,8	30,7	58,4	40,0	42,9
3x	Förberedelser	10,3	2,9	7,3	5,5	6,5
4x	Maskintillsyn	6,8	2,5	8,8	1,5	4,9
5x	Outnyttjad tid	6,1	0,0	6,2	2,4	3,7
6x	Planeringsbrister	13,5	23,2	29,0	27,0	23,2
7x	Giltig frånvaro/Övrigt	6,2	2,0	6,9	3,0	4,5

Förberedelser

Förberedelser ses som stillestånd eftersom denna studie uteslutande behandlar användningsgraden av grävmaskiner. Det kan dock tyckas att förberedelser är nödvändigt för produktionen, skulle istället grävmaskinisten studeras skulle förberedelser ses som ett indirekt arbete.

Grävmaskinisterna för maskin 1, 3 och 4 hade varje morgon ett planeringsmöte med arbetsledningen och de berörda yrkesarbetare där de gick igenom vad som skulle göras under dagen. Trots detta lade de mellan 4,5 och 7,3 % av arbetstiden på att diskutera arbetsutförandet. Dessa diskussioner fördes huvudsakligen mellan arbetsledare och maskinisten, men ibland även mellan maskinist och yrkesarbetare.

Det är anmärkningsvärt att maskinisterna för maskin 1, 3 och 4 hade planeringsmöte på morgonen och samtidigt hade en betydande del diskussion om arbetsutförande under dagen.

Tabell 6 – Arbetstidens användning, förberedelser (% av arbetstiden)

Förberedelser		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	10,3	2,9	7,3	5,5	6,5
	Diskussion om					
30	arbetsutförande	7,3	2,3	4,5	4,9	4,8
31	Ritningsläsning	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
32	Planeringsmöte	2,2	0,0	2,7	0,5	1,4
33	Inspektion inför arbete	0,6	0,6	0,0	0,0	0,3

Maskintillsynen

Maskintillsyn är sådant stillestånd som när grävmaskinisten ser över grävmaskinen. Det stillestånd, som detta innebär kan vara både planerat, såsom tankning, och oplanerat, såsom GPS-fel.

Maskintillsynen varierar på ett sådant sätt att det är svårt att dra några slutsatser. Tankningen tar mellan 1 – 2 % av arbetstiden, förutom för maskin 3 som endast behövde tanka en gång under veckan. Det gjordes under ett morgonmöte och har därför inte registrerats, se tabell 7. Hur ofta grävmaskinerna behöver tanka beror naturligtvis på hur mycket de används. Anledningen till att maskin 1 har lite mer tid till tankning än maskin 4 var på grund av en längre sträcka för grävmaskinen att förflytta sig till dieseltanken.

Anledningen till att det är svårt att dra allt för långdragna slutsatser är att de två stora posterna, GPS-fel för maskin 1 och Service/behov av service för maskin 3, var engångsföreteelser. Maskinisten som hade GPS-fel berättade att det var första gången han hade haft ett längre uppehåll på grund av att GPS:en inte fungerade. Service/behov av service stod för 8,6 % av arbetstiden för maskin 3 och berodde på en trasig rototilt, vilket enligt maskinisten inte förekom särskilt ofta. När den gick sönder blev hela grävmaskinen stillastående flera timmar. En rototilt fungerar som en led mellan grävmaskinens arm och skopa, vilken gör det möjligt att rotera och tilta i samma rörelse.

Anmärkningsvärt är ändå att dessa två fel stod för 8,6 respektive 3,6 % av maskinernas totala arbetstid. Med detta resultat kan frågan ställas om stillestånd på grund av maskinfel inträffar oftare än vad grävmaskinisterna själva tror.

Tabell 7 – Arbetstidens användning, maskintillsyn (% av arbetstid)

Maskintillsyn		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	6,8	2,5	8,8	1,5	4,9
40	Service/behov av service	1,3	0,5	8,6	0,0	2,6
41	GPS-fel	3,6	0,0	0,0	0,0	0,9
42	Tanka	1,3	1,7	0,0	1,0	1,0
43	Uppstart/Avstängning	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4

Outnyttjad arbetstid

Outnyttjad arbetstid är tid som i stället för arbete gått till rent slöseri, se tabell 8. Detta stod i snitt för 3,7 % av arbetstiden. Maskin 1, 3 och 4 har registrerats med outnyttjad tid, motsvarande 1 till 2,5 timma per vecka och maskin.

Det bör poängteras att det varit svårt att identifiera om och när grävmaskinisten pratat i telefon. Då grävmaskinen stått stilla utan synbar anledning har koden ”vänta utan synbar anledning” antecknats. Denna aktivitet återfinns under planeringsbrister. Här kan finnas ett mörkertal då grävmaskinisten pratat i telefon där samtalet inte varit arbetsrelaterat. Detta borde då noterats under ”icke-arbetsrelaterad diskussion”.

Tabell 8 – Arbetstidens användning, outnyttjad arbetstid (% av arbetstid)

Outnyttjad tid		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	6,1	0,0	6,2	2,4	3,7
50	Personliga behov Icke-arbetsrelaterad	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
51	diskussion	0,5	0,0	0,0	0,4	0,2
52	Sen ankomst/tidig hemgång	3,5	0,0	3,0	0,0	1,6
53	För lång rast	2,0	0,0	3,2	2,0	1,8

Planeringsbrister

Planeringsbrister är den kategori som arbetsledningen tydligast kan påverka. Planeringen kan avse antal lastbilar vid ett schaktarbete för att undvika onödig väntan. Planeringen kan också avse att placera arbetsbodar i nära anslutning till det område

grävmaskinen arbetar i för att reducera avståndet mellan arbetsområde och arbetsbodar.

Planeringsbrister står för den största delen av stilleståndet med 23,2 %, vilket motsvarar nästan 10 timmar i veckan eller 1/4 av den totala arbetstiden, se tabell 8. Det varierar kraftigt mellan maskinerna hur stor del av arbetstiden de är stillastående till följd av planeringsbrister. Klart är att det är den största orsaken för samtliga maskiner med ett intervall på mellan 13,5 till 29 % av total arbetstid.

För maskin 2 går nästan 15 % av den totala arbetstiden till att vänta på lastbilar, framförallt var arbetsplatsdisponeringen ett problem. Lastbilarna var tvungna att köra in på arbetsplatsen och vända för att sedan backa till grävmaskinen. Under tiden stod maskinen stilla och väntade. Grävmaskinisten förklarade själv att det inte var någonting som varken han eller arbetsledningen kunde göra någonting åt när arbetet skulle utföras på en begränsad yta och trafiken inte fick stängas av under byggtiden. Ett annat problem för maskin 2 var den långa sträckan mellan etableringen och arbetsplatsen. Totalt tog transporten till och från rast 7 % av arbetstiden, vilket motsvarar knappt tre timmar i veckan. Maskinföraren sa att han hade pratat med arbetsledningen om problemet och att den bästa lösningen hade varit att ställa upp en mindre bod hos honom där de som jobbade i närheten kunde äta frukost och lunch.

Maskin 3 hade den största delen planeringsbrister, med 29 %. Den enskilt största kategorin var ”väntan på grund av arbetsbrist”. Denna uppstod delvis till följd av rådande väderförhållanden. Tjälén i marken gjorde att flera arbetsmoment fick vänta. Väntan på grund av maskinbrist/transport uppkom då grävmaskinisten inväntade lastbilar med krossmaterial, vilka kom med glesa mellanrum. Utöver detta var maskinen stillastående då underentreprenören var försenad med att stänga av vattenledningarna.

Maskin 4, som lade dränering, fick under 8,7 % av sin arbetstid vänta på yrkesarbetaren, som jobbade med rörläggning nere i schakten. Detta var enligt maskinföraren helt normalt. Utöver det gick över 10 % av arbetstiden till att vänta på lastbilar med material vilket kunnat undvikas med bättre planering.

Den väntan som uppstod för de olika maskinerna går till stor del att härleda till vilket arbetsmoment som utförts. Samtidigt finns det en stor potential att minska stilleståndet i den här kategorin med bättre planering.

Tabell 9 – Arbetstidens användning, planeringsbrister (% av arbetstiden)

Planeringsbrister		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	13,5	23,2	29,0	27,0	23,2
60	Väntan p.g.a. info/samordningsbrister	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1
61	Väntan p.g.a. materialbrist	3,6	0,0	3,8	10,3	4,4
62	Väntan p.g.a. maskinbrist/transport	0,8	14,9	6,7	1,6	6,0
63	Väntan p.g.a. arbetsbrist	1,1	0,0	8,4	0,0	2,4
64.1	Väntan på yrkesarbetare.	2,2	0,5	2,6	8,7	3,5
64.2	Väntan på underentreprenör	0,0	0,0	3,1	0,3	0,8
65	Vänta utan synbar anledning	0,5	0,6	0,5	1,7	0,8
66.1	Hjälper yrkesarbetare	0,8	0,2	1,1	0,0	0,5
66.2	Hjälper underentreprenör	0,0	0,0	0,9	0,0	0,2
67	Trafikstopp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
68	Oförutsedda markförhållanden	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
69	Gå till rast	4,1	7,0	2,0	4,3	4,4

Giltig frånvaro/Övrigt

Giltig frånvaro/Övrigt är observationer som ligger utanför de normala arbetsmomenten och inte är projektberoende. Den frånvaro vi observerade på projekten var att maskinförare samt yrkesarbetare gick på en byggmässa för att titta på nya maskiner och verktyg.

Det är tillåtet att gå på läkarbesök under arbetstiden och en av förarna gick tidigare från arbetsplatsen för att besöka optikern.

Ytterligare avbrott var ett stormöte där arbetsledningen presenterade företagets nuvarande och kommande projekt.

Dessa avbrott påverkas inte av grävmaskinisten eller arbetsledningen på plats utan av Skanska centralt och dess kollektivavtal.

Tabell 10 – Arbetstidens användning, giltig frånvaro/Övrigt (% av arbetstiden)

Giltig frånvaro/Övrigt		Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
Kod	Aktivitet	6,2	2,0	6,9	3,0	4,5
71	Avtalsenlig rast Diskussion med	-	-	-	-	-
72	observatör	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2
73	Observatör upptagen	0,2	0,3	0,6	1,3	0,6
74	Stormöte	0,0	1,4	0,0	1,4	0,7
75	Optiker	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2
76	Mässa	5,0	0,0	6,2	0,0	2,8

5 Diskussion

Baserat på resultatet av frekvensstudien och de uppföljande intervjuerna har vi arbetat fram förslag för hur Skanska ska kunna öka produktiviteten för sina grävmaskiner. Förslagen, som vi diskuterar i detta kapitel, har vi arbetat fram tillsammans med arbetsledning, yrkesarbetare och grävmaskinister. Några förslag är generella och kan appliceras för alla projekt med grävmaskiner, medans andra förslag är mer specifika och hade framförallt varit till hjälp under de observerade veckorna.

Bättre planering – De enskilt största orsakerna till avbrott i arbetet är att det saknas maskiner eller material. Tillsammans står dessa avbrott för 10,4 % av arbetstiden. Grävmaskinerna får ofta vänta på fyllnadsmaterial, bland annat makadam och sand. Om arbetsledningen lyckades planera materialtransporterna bättre och såg till att rätt saker finns på plats vid rätt tidpunkt skulle produktiviteten kunna höjas med flera procentenheter.

Vid intervjuer med maskinförarna framkom att materialet är beställt till en viss tidpunkt. Om grävmaskinen på morgonen arbetat snabbare än beräknat kunde det leda till stillestånd senare på dagen, eftersom det då saknades material. Samma situation kan uppstå då en grävmaskin schaktar. Arbetsledningen har beräknat att grävmaskinen ska schakta ett visst antal fulla lastbilar per timma. Är det lätt schaktat ökar produktiviteten och till följd blir grävmaskinen stillastående i väntan på lastbilar.

Att se till så rätt material finns på plats vid rätt tidpunkt är arbetsledningens uppgift. När stillestånd uppstår till följd av materialbrist bör arbetsledningen i samråd med grävmaskinisten diskutera varför materialet inte finns på plats. Förhoppningsvis kan de berörda parterna dra lärdom av händelsen så att problemet inte uppstår igen.

När det gäller transporterna är det svårare att komma till rätta med problemet. För maskin 2 stod transportbristerna för 15 % av den totala arbetstiden och sammanlagt var det upp till sju lastbilar som körde skytteltrafik mellan schakten och krossen som låg sex kilometer bort. Uppstod en trafikstörning påverkade det alla lastbilar med förseningar och stillestånd hos grävmaskinen som följd. Att anlita fler lastbilar hade till viss mån löst problemet, men även dessa riskerar att fastna i samma trafikstockning. När trafiken flöt som vanligt stod det ibland 4-5 lastbilar och väntade på att lastas, vilket också kostar pengar. Om fler lastbilar var i omlopp skulle dessa stå i kö under långa perioder. De åtgärder som ändå rekommenderas är att arbetsledningen lägger stort fokus på logistiken kring transporterna och har regelbunden uppföljning med maskinisterna om hur den logistiska delen fungerar.

Bättre förberedelser – Vid samtal med grävmaskinisterna framkom att de, när arbetsmomenten krävde, hade morgonmöten för att planera dagen. Det ansågs positivt och sparade mycket tid. Vid mätningarna framkom att trots dessa arbetsmöten gick nästan 5 % av arbetstiden bort till diskussioner om arbetsutförandet. Maskinisterna påpekade att det ofta berodde på att arbetsledaren var oerfaren och hade behov av att följa upp hur arbetet fortskred. När det var en mer erfaren arbetsledare, som litade på att grävmaskinisten sa till när han var i behov av hjälp, minskade dessa avbrott drastiskt.

Den andra stora orsaken till dessa avbrott var att arbetsledningen inte var tillräckligt förberedd på morgonmötet och behövde revidera planeringen under dagens gång.

Åtgärderna som enkelt kan göras för att minimera dessa uppehåll är dels att arbetsledningen är bättre förberedd på morgonen, dels att arbetsledningen tänker på att inte störa grävmaskinisten om det inte är nödvändigt. Ett annat alternativ som grävmaskinisterna föreslog var att arbetsledningen i större utsträckning tog kontakt via walkie-talkie eller mobiltelefon.

Bättre kommunikation – En av grävmaskinisterna upplevde viss frustration över arbetets upplägg. Hans uppgift var att lägga ner VA-ledningar på en arbetsplats där det redan var förshaktat. Dessvärre stämde inte schakten med var VA-ledningen skulle ligga och grävmaskinisten fick därför gräva om delar av schakten (Detta har dock observerats som direkt arbete då det var svårt att bedöma hur stor del av arbetet som var omarbete).

Maskinisten menade att det hade varit effektivare om han utfört både schaktarbetet och rörläggningen. Det hade resulterat i att han kontinuerligt hade kunnat lägga ned VA-rören under schaktningen. Arbetsledningen i sin tur sa att grävmaskinen, som utfört förshakten, hade större kapacitet och därför kunde utföra arbetet fortare. Med en bättre kommunikation mellan arbetsledningen och grävmaskinisterna hade eventuellt en optimal lösning kunnat arbetas fram som båda parter varit nöjda med.

Minska antalet raster – Att gå till och från rasterna, samt att sätta på och stänga av maskinen, står för totalt 5 % av arbetstidens användning. Vid särskilt utsatta projekt där maskinföraren har långt mellan etableringen och arbetsplatsen skulle mycket tid kunna sparas om arbetsdagen delades upp i tre arbetspass i stället för fyra. Detta skulle resultera i färre transporter mellan arbetsplats och etablering. Ett annat alternativ kan tänkas vara att placera ut flera mindre bodar i stället för att ha en stor etablering på projekt som täcker en stor geografisk yta.

Visuell styrning – För att öka maskinförarnas förståelse för vilka arbetsmoment som ska utföras, samt minimera tiden som läggs på planeringsmöten och diskussioner om arbetsutförandet, har arbetsledare och grävmaskinister vid intervjuer lyft fram visuell styrning. Det innebär att en whiteboardtavla eller liknande sätts upp inne i grävmaskinisternas bodar med en synlig checklista över uppgifter som skall utföras. Dessa bockas sedan av och fylls på under arbetets gång, vilket hela tiden klargör vad som ska göras efter en rast eller efter ett möte.

Skiftarbete – Maskinerna är inte i behov av vila. Med tanke på de höga kostnaderna för grävmaskiner borde det vara önskvärt att de utnyttjades bättre. Om två grävmaskinister skulle arbeta i skift skulle maskinens körtid fördubblas. Det skulle även lönekostnaderna göra, men maskinhyran skulle kunna slås ut på dubbelt så många arbetstimmar. Det skulle leda dels till en kostnadseffektivisering per timme, dels att maskinen kan utföra dubbelt så mycket arbete.

Samma arbetsmoment – Förflyttningar mellan olika arbetsmoment står för nästan 2 % av arbetstiden. Vid flera tillfällen observerades att en grävmaskin fick avbryta sitt arbete och förflytta sig till någonting som var mer prioriterat för stunden och sedan

återgå till det tidigare arbetsmomentet. Med bättre planering skulle grävmaskinerna kunna undvika dessa förflyttningar och produktiviteten skulle således öka. Det skulle även bidra till bättre kontinuitet i det utförda arbetet, vilket är någonting som grävmaskinisterna har lyft fram i intervjuerna som eftersträvansvärt.

Arbetsledning och yrkesarbetare i samma bodar – Skanska har ett uttalat mål att arbetsledning och yrkesarbetare ska äta frukost och lunch i samma bodar. Så har det inte varit på något av de projekt vi besökt. Vid intervjuerna uppger båda parterna att det skulle underlätta arbetet om det skapades naturliga möten där de kunde prata om pågående och kommande arbetsuppgifter. Det är därför eftersträvansvärt att i högre utsträckning följa detta mål som Skanska redan satt upp.

Platsbyten i bodarna - I regel sitter alltid samma människor tillsammans i fikarummen. För att skapa en bättre gemenskap samt en större bredd på kompetens borde platsbyte i fikarummen vara obligatoriskt med jämna mellanrum.

6 Slutsatser och rekommendationer

Arbetets syfte var att undersöka hur stort stilleståndet är för grävmaskiner. Det står nu klart att 48 % av den totala arbetstiden går till direkt arbete, det vill säga att grävmaskinen utför ett arbete som fysiskt tillför ett värde för kunden. Utöver det direkta arbetet finns ett indirekt arbete. Det sker när grävmaskinen förflyttar sig, byter skopa eller flyttar material. Det utförs alltså ett arbete, men det tillför inget direkt värde för kunden. Totalt står det indirekta arbetet för 9 % av arbetstiden. Den tredje kategorin är när grävmaskinen är helt stillastående, vilket i vår studie uppgick till 43 % av arbetstiden.

Ett delsyfte med studien var att ta reda på varför maskinerna står stilla. Nedan följer en lista med de vanligast förekommande anledningarna till stillestånd:

- Planeringsbrister 23,2 %
- Förberedelser 6,5 %
- Maskintillsyn 4,9 %
- Giltig frånvaro/Övrigt 4,5 %
- Outnyttjad arbetstid 3,7 %

Under arbetets gång har flera förslag diskuterats som kan förbättra produktiviteten och grävmaskinisternas arbetssituation. I kapitel fem diskuterar vi ett flertal av dessa förslag till förbättringar. Nedan följer de förbättringsförslag som har särskilt stor betydelse för att minska stilleståndet:

- *Skiftarbete*

Likt taxibilar och flygplan behöver det inte vara operatörens arbetstid som styr användningsgraden för maskinen. Med kvälls/natt-arbete kan grävmaskinen utnyttjas maximalt.

Grävmaskinen finns på plats 24 timmar om dygnet alla dagar i veckan. Istället för att endast utnyttja 48 % av normalarbetstiden på 40 timmar skulle det med ett skiftarbete, som täcker in veckans alla timmar, vara teoretiskt möjligt att utnyttja maskinerna mer än fyra gånger så många timmar. Med ledning av ovanstående bedömer vi detta som ett viktigt steg för att få en högre utnyttjandegrad.

- *Bättre planering*

Planeringsbrister orsakar att grävmaskinerna står stilla 23 % av tiden, vilket är en betydande del av arbetstiden. Bättre planering bedömer vi som viktig då det är denna kategori som arbetsledningen i första hand kan påverka. 10,5 % av grävmaskinens tid går till att vänta på material, lastbilar, dumperar etcetera. Finns rätt utrustning på plats vid rätt tidpunkt kan denna väntan minimeras.

Grävmaskinisterna blir avbrutna i sitt arbete 5 % av arbetstiden för att diskutera arbetsutförandet, främst av arbetsledningen. Utöver detta tillkommer ofta planeringsmöten på morgonen. Om dessa möten var bättre förberedda och mer specifika skulle grävmaskinisterna kunna fokusera på sitt arbete utan att bli avbrutna med nya direktiv.

- *Minska antalet raster*

Att gå till och från rasterna, samt att stänga av och starta upp maskinen står för totalt 5 % av arbetstidens användning. Vid särskilt utsatta projekt där maskinföraren har långt mellan etableringen och arbetsplatsen skulle mycket tid kunna sparas om arbetsdagen delades upp i tre arbetspass i stället för fyra. Ett annat alternativ kan tänkas vara att placera ut flera mindre bodar i stället för att ha en stor etablering på projekt som täcker in en stor geografisk spridning.

7 Referenser

Björkman, L, Josephson, P-E och Kling, R (2010), *Arbetstidens användning vid VVS-montage, en fråga om struktur och ledarskap*. VVS företagen

Europeiska Kommissionen (2007), *Gränslöst samarbete för en hållbar framtid, EU-kommissionens klimatpaket*. <http://ec.europa.eu> (2011-05-13 17:50)

Hagström, P och Nilsson M (2006), *Kartläggning av kapacitetsutnyttjandet och ställtider på Stålöv AB*. Högskolan i Jönköping

Josephson, P-E och Saukkoriipi L (2005), *Slöseri i byggprojekt, Behov av förändrat synsätt*. (Rapport 0507). FoU-Väst, Sveriges Byggindustrier

Riksdag & Departement (2010), *Sveriges koldioxidutsläpp ska ner till noll*. <http://rod.se> (2011-05-13 17:24)

Ryanair (2011) *History of Ryanair* <http://www.ryanair.com/se/about> (2011-03-01)

Toyota (2011) *Vår Historia* <http://www.toyota.se> (2011-03-01)

Åkerlind, Mats (2010) *Pressmeddelande 2010-07-07, Sveriges byggindustrier* (2011-03-04)

Bilaga 1 – Koder för frekvensstudien

Här presenteras samtliga koder. Vissa med beskrivning och andra utan då dessa är uppenbara.

DIREKT ARBETE:

10. Direkt arbete 1 – Avser direkt arbete vid full kapacitet.
11. Direkt arbete 2 – Avser direkt arbete då grävmaskinisten har full effekt, men inte full kapacitet sett till grävmaskinen. Exempelvis har kod 11 noterats då grävmaskin använt tjärkrok istället för grävskopa, eller då grävskopan inte varit full.

INDIREKT ARBETE:

12. Förflyttning maskin i arbete – Grävmaskin förflyttar sig i sitt arbetsområde.
13. Flytta material – Grävmaskin flyttar material.
14. Flytta utrustning – Grävmaskin flyttar utrustning.
15. Förflyttning – Grävmaskin förflyttar sig mellan två arbetsområden.
16. Byte av skopa – Grävmaskin byter skopa.

OMARBETE:

20. Omarbete – Grävmaskin tvingas göra om ett redan utfört arbete.

FÖRBEREDELSE:

30. Diskussion om arbetsutförande – Grävmaskinisten diskuterar arbetsutförande med arbetsledning/yrkesarbetare/underentreprenör.
31. Ritningsläsning – Grävmaskinist läser ritning.
32. Planeringsmöte – Grävmaskinist tillsammans med yrkesarbetare och arbetsledning startar dagen med ett morgonmöte.
33. Inspektion inför arbete – Grävmaskinist inspekterar själv eller tillsammans med arbetsledning/yrkesarbetare/underentreprenör ett område före arbetet startar.

MASKINTILLSYN:

40. Service/Behov av service – Grävmaskin är på service eller i behov av detta, och kan därför inte användas som planerat.
41. GPS-fel – Grävmaskinen störs av GPS-fel och kan därför inte användas som planerat.
42. Tanka
43. Uppstart/Avstängning

OUTNYTTJAD TID:

- 50. Personliga behov – Toalettbesök och dylikt.
- 51. Icke-arbetsrelaterad diskussion
- 52. Sen ankomst/Tidig hemgång
- 53. För lång rast/För tidig rast

PLANERINGSBRISTER:

- 60. Väntan p.g.a. info/samordningsbrister
- 61. Väntan p.g.a. materialbrist
- 62. Väntan p.g.a. maskinbrist/transport – Grävmaskin inväntar annan maskin eller transport(lastbil etc.)
- 63. Väntan p.g.a. arbetsbrist
- 64.1 Väntan på yrkesarbetare. – Inväntar yrkesarbetare.
- 64.2 Väntan på underentreprenör – Inväntar underentreprenör.
- 65. Vänta utan synbar anledning – Går inte att klargöra varför grävmaskinist väntar.
- 66.1 Hjälper yrkesarbetare – Grävmaskinist går ur sin grävmaskin för att hjälpa yrkesarbetare.
- 66.2 Hjälper underentreprenör - Grävmaskinist går ur sin grävmaskin för att hjälpa underentreprenör.
- 67. Trafikstopp
- 68. Oförutsedda markförhållanden
- 69. Gå till rast

GILTIG FRÅNVARO/ÖVRIGT:

- 71. Avtalsenlig rast
- 72. Diskussion med observatör
- 73. Observatör upptagen
- 74. Stormöte – Utbildning/informations-möte om Skanska.
- 75. Mässa
- 76. Optiker

Bilaga 2 – Resultat antal observationer

Kod	Aktivitet	Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4
	Totalt	2400	2400	2400	2400
	Direkt arbete	1108	1549	816	1129
10	Direkt arbete 1	368	959	186	86
11	Direkt arbete 2	740	590	630	1043
	Indirekt arbete	264	116,0	183,0	313,0
12	Förflyttning maskin	126	35	77	195
13	Flytta material	32	33	19	79
14	Flytta utrustning	21	8	5	4
15	Förflyttning	67	16	60	27
16	Byta skopa	18	24	22	8
	Omarbete	0	0	6	10
20	Omarbete	0	0	6	10
	Förberedelser	247	70	174	133
30	Diskussion om arbetsutförande	175	56	109	118
31	Ritningsläsning	4	0	0	2
32	Planeringsmöte	53	0	64	13
33	Inspektion inför arbete	15	14	1	0
	Maskintillsyn	162	60	210	37
40	Service/behov av service	32	12	206	1
41	GPS-fel	87	0	0	0
42	Tanka	32	41	0	24
43	Uppstart/Avstängning	11	7	4	12
	Outnyttjad tid	146	0	148	58
50	Personliga behov	3	0	0	0
51	Icke-arbetsrelaterad diskussion	12	0	1	10
52	Sen ankomst/tidig hemgång	84	0	71	0
53	För lång rast	47	0	76	48
	Planeringsbrister	324	557	697	649
	Väntan p.g.a.				
60	info/samordningsbrister	10	0	0	2
61	Väntan p.g.a. materialbrist	86	0	91	247
62	Väntan p.g.a. maskinbrist/transport	18	358	161	38
63	Väntan p.g.a. arbetsbrist	26	0	201	0
64.1	Väntan på yrkesarbetare	52	11	63	208
64.2	Väntan på underentreprenör	0	0	74	6
65	Vänta utan synbar anledning	12	15	11	41
66.1	Hjälper Y.A	20	4	27	0
66.2	Hjälper U.E	0	0	22	0
67	Trafikstopp	1	0	0	0
68	Oförutsedda markförhållanden	0	0	0	3
69	Gå till rast	99	169	47	104
	Giltig frånvaro/Övrigt	149	48	166	71
71	Avtalsenlig rast	-	-	-	-
72	Diskussion med observatör	3	9	4	6
73	Observatör upptagen	5	6	14	31
74	Stormöte	0	33	0	34
75	Optiker	21	0	0	0
76	Mässa	120	0	148	0

Bilaga 3 – Resultat procentuell fördelning

Kod	Aktivitet	Maskin 1	Maskin 2	Maskin 3	Maskin 4	Genomsnitt
	Direkt arbete	46,2	64,5	34,0	47,0	47,9
10	Direkt arbete 1	15,3	40,0	7,8	3,6	16,7
11	Direkt arbete 2	30,8	24,6	26,3	43,5	31,3
	Indirekt arbete	11,0	4,8	7,6	13,0	9,1
12	Förflyttning maskin	5,3	1,5	3,2	8,1	4,5
13	Flytta material	1,3	1,4	0,8	3,3	1,7
14	Flytta utrustning	0,9	0,3	0,2	0,2	0,4
15	Förflyttning	2,8	0,7	2,5	1,1	1,8
16	Byta skopa	0,8	1,0	0,9	0,3	0,8
	Omarbete	0,0	0,0	0,3	0,4	0,2
20	Omarbete	0,0	0,0	0,3	0,4	0,2
	Förberedelser	10,3	2,9	7,3	5,5	6,5
30	Diskussion om arbetsutförande	7,3	2,3	4,5	4,9	4,8
31	Ritningsläsning	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
32	Planeringsmöte	2,2	0,0	2,7	0,5	1,4
33	Inspektion inför arbete	0,6	0,6	0,0	0,0	0,3
	Maskintillsyn	6,8	2,5	8,8	1,5	4,9
40	Service/behov av service	1,3	0,5	8,6	0,0	2,6
41	GPS-fel	3,6	0,0	0,0	0,0	0,9
42	Tanka	1,3	1,7	0,0	1,0	1,0
43	Uppstart/Avstängning	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4
	Outnyttjad tid	6,1	0,0	6,2	2,4	3,7
50	Personliga behov	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
51	Icke-arbetsrelaterad diskussion	0,5	0,0	0,0	0,4	0,2
52	Sen ankomst/tidig hemgång	3,5	0,0	3,0	0,0	1,6
53	För lång rast	2,0	0,0	3,2	2,0	1,8
	Planeringsbrister	13,5	23,2	29,0	27,0	23,2
	Väntan p.g.a.					
60	info/samordningsbrister	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1
61	Väntan p.g.a. materialbrist	3,6	0,0	3,8	10,3	4,4
62	Väntan p.g.a. maskinbrist/transport	0,8	14,9	6,7	1,6	6,0
63	Väntan p.g.a. arbetsbrist	1,1	0,0	8,4	0,0	2,4
64.1	Väntan på yrkesarbetare	2,2	0,5	2,6	8,7	3,5
64.2	Väntan på underentreprenör	0,0	0,0	3,1	0,3	0,8
65	Vänta utan synbar anledning	0,5	0,6	0,5	1,7	0,8
66.1	Hjälper Y.A	0,8	0,2	1,1	0,0	0,5
66.2	Hjälper U.E	0,0	0,0	0,9	0,0	0,2
67	Trafikstopp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
68	Oförutsedda markförhållanden	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
69	Gå till rast	4,1	7,0	2,0	4,3	4,4
	Giltig frånvaro/Övrigt	6,2	2,0	6,9	3,0	4,5
71	Avtalsenlig rast	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
72	Diskussion med observatör	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2
73	Observatör upptagen	0,2	0,3	0,6	1,3	0,6
74	Stormöte	0,0	1,4	0,0	1,4	0,7
75	Optiker	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2
76	Mässa	5,0	0,0	6,2	0,0	2,8

Bilaga 4 – Blankett för frekvensstudien

Datum:	Timme:	Projekt:	Maskin:	Maskin Kod	Min Kod	Kommentarer	
				10. Direkt arbete 1		14. Flytta utrustning	MASKIN ARBETAR
				11. Direkt arbete 2		15. Förflyttning	MASKIN ARBETAR
				12. Förflyttning maskin i arbete		16. Byte av skopa	MASKIN ARBETAR
				13. Flytta material			MASKIN ARBETAR
				20. Omarbete			OMARBETE
				30. Diskussion om arbetsutförande		32. Planeringsmöte	FÖRBEREDELSE
				31. Ritningsläsning		33. Inspektion inför arbete	FÖRBEREDELSE
				40. Service/Behov av service			MASKINTILLSYN
				41. GPS-fel			MASKINTILLSYN
				42. Tanka			MASKINTILLSYN
				43. Uppstart/Avstängning			MASKINTILLSYN
				50. Personliga behov			OUTNYTTJAD TID
				51. Icke-arbetsrelaterad diskussion			OUTNYTTJAD TID
				52. Sen ankomst/Tidig hemgång			OUTNYTTJAD TID
				53. För lång rast/För tidig rast			OUTNYTTJAD TID
				60. Väntan p.g.a. info/samordningsbrister			PLANERINGSBRISTER
				61. Väntan p.g.a. materialbrist			PLANERINGSBRISTER
				62. Väntan p.g.a. maskinbrist/transport			PLANERINGSBRISTER
				63. Väntan p.g.a. arbetsbrist			PLANERINGSBRISTER
				64. Väntan på Y.A.			PLANERINGSBRISTER
				64.2 Väntan på U.E.			PLANERINGSBRISTER
				65. Vänta utan synbar anledning			PLANERINGSBRISTER
				66. Hjälper Y.A.			PLANERINGSBRISTER
				66.2 Hjälper U.E.			PLANERINGSBRISTER
				67. Trafikstopp			PLANERINGSBRISTER
				68. Oförutsedda markförhållanden			PLANERINGSBRISTER
				69. Gå till rast			PLANERINGSBRISTER
				71. Avtalsenlig rast		74. Stormöte	GILTIG FRÅNVARO
				72. Diskussion med observatör		75. Mässa	GILTIG FRÅNVARO
				73. Observatör upptagen		76. Optiker	GILTIG FRÅNVARO