

CHALMERS



Informationsöverföring och programvara för effektivare masshantering vid vägbyggnation

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2014
Examensarbete 2014:42

EXAMENSARBETE 2014:42

Informationsöverföring och programvara för effektivare masshantering vid vägbyggnation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2014

Informationsöverföring och programvara för effektivare masshantering vid vägbyggnation

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM

© CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM, 2014

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2014:42

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

Omslag:
Bild från utbyggnaden av väg 40, etapp 2, Ulricehamn. (Foto: Malin Dahlström)

Chalmers reproservice / Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2014

Informationsöverföring och programvara för effektivare masshantering vid
vägbyggnation
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM
Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Geologi och geoteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Den här rapporten syftar till att samla kunskap och erfarenheter kring masshantering kopplade till produktionen av en motorväg. Genom att belysa några av de svårigheter som finns vid informationsöverföring i processen mot en färdig väg, undersöks möjligheter till effektivare masshantering.

Som fallstudie har produktionen av en motorväg använts och det är i synnerhet Veidekke och implementeringen av massdisponeringsprogrammet DynaRoad som studerats. Rapporten inleds med en förstudie där teori kring vägbyggnad och masshantering tas upp. Därefter presenteras resultatet av en intervjustudie med personal inom programvaruutveckling, detaljprojektering från konsult och kalkyl, produktion och ledning inom Veidekke.

En sammanvägning av insamlade erfarenheter pekar på att det skulle behöva avsättas mer tid och skapas tydligare rutiner för informationsöverföring och erfarenhetsåterkoppling. Slutligen visar vår studie att programvaran DynaRoad är ett användbart verktyg för att planera och visualisera arbetet med masshantering. Däremot behöver Veidekke se över vilka metoder och hjälpmedel som används för uppföljningsarbetet i programmet.

Nyckelord: Masshantering, DynaRoad, produktion, motorväg

Information transmission and software for more effective mass haul planning during motorway construction

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

CHRISTIAN HILLMAN & MALIN DAHLSTRÖM

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of GeoEngineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This report aims to gather knowledge and experience about planning mass haul during the construction of a motorway. By highlighting some of the difficulties with information transmission in the process towards a finished road construction, the possibilities for more effective planning is investigated.

The construction of a motorway is used as a case study with special interest in Veidekkes implementation of the production management software DynaRoad. The report begins with a pilot study covering the theory on road construction and mass haul. Thereafter the results from interviews with a road designer, estimators and management at Veidekke and a software developer are presented.

An appraisal of gathered experiences indicates that there is a need for more time and clearer routines for information transmission and feedback from the construction site. Finally, our study shows that DynaRoad proves to be useful for planning and visualising mass haul. However Veidekke must review which methods and tools to use for mass haul monitoring with the software.

Key words: Mass haul, DynaRoad, construction, motorway

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VII
BETECKNINGAR	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Metod	2
2 TEORI	5
2.1 Entreprenadformer	5
2.2 Vägverket blir Trafikverket	5
2.3 En ny väg blir till	5
2.3.1 Förstudie	6
2.3.2 Vägutredning	6
2.3.3 Arbetsplan	7
2.3.4 Bygghandling	8
2.4 Nytt sätt att planera	9
2.4.1 Åtgärdsvalstudie	9
2.4.2 Planläggning	10
2.4.3 Bygghandling	10
2.5 Vägkroppens uppbyggnad	11
2.5.1 Vägutformning	11
2.5.2 Väggeometri	11
2.5.3 Vägkroppens ingående delar	11
2.5.4 Material till vägbyggnad	12
2.6 Masshantering	15
2.6.1 Massberäkning	15
2.6.2 Korrektionsfaktorer	16
2.6.3 Massdisponering	17
2.7 Teknik och programvaror	19
2.7.1 Geodetisk mätning	19
2.7.2 Programvaror för vägprojektering	20
2.7.3 Programvara för masshantering- DynaRoad	20
2.7.4 Topcon - Sitelink3D	23
2.7.5 Volvo CareTrack	24
CHALMERS, Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2014:42	III

3	RESULTAT	25
3.1	Organisationskarta	26
3.2	Detaljprojektering	27
3.2.1	Intervjuperson	27
3.2.2	Förutsättningar och indata	27
3.2.3	Kompletteringar och indata	27
3.2.4	Överlämning till entreprenör för kalkylering	28
3.2.5	Förslag på förändringar i handläggningen	28
3.3	Erfarenheter från kalkylchefen i Göteborg	28
3.3.1	Intervjuperson	28
3.3.2	Kalkylatorns roll	28
3.3.3	Indata till kalkylarbetet	29
3.3.4	Beräkning och disponering av massor	29
3.3.5	Metoder för massdisponering.	29
3.3.6	Överlämning till produktionsledning	30
3.3.7	Erfarenhetsåterföring	31
3.3.8	Tankar kring användandet av DynaRoad	31
3.4	Produktionsledning	31
3.4.1	Intervjuade personer	32
3.4.2	Inläring av DynaRoad	32
3.4.3	Användandet i uppstart	32
3.4.4	DynaRoad som planeringsverktyg	33
3.4.5	Uppföljning	33
3.4.6	Fortlöpande arbete	35
3.4.7	Upplärning och struktur	35
3.4.8	Förslag på förändringar i arbetet	35
3.5	Erfarenheter från kalkyl - Anläggning Region Öst	36
3.5.1	Intervjupersoner	36
3.5.2	Första gången med DynaRoad i kalkylskedet	36
3.5.3	Uppstarten	36
3.5.4	Indata	37
3.5.5	Fördelar med DynaRoad	37
3.5.6	Visualisering av tidsplanering	37
3.5.7	Lämpliga projekt	38
3.5.8	Tankar kring användandet av DynaRoad i framtiden	38
3.6	Programvaruutvecklaren	39
3.6.1	Intervjuperson	39
3.6.2	Användare	39
3.6.3	Utveckling av programmet och tillämpning	39
3.6.4	Synpunkter	39
3.6.5	Systematisera byggprocessen	40
3.7	Regionchefen	40
3.7.1	Intervjuperson	40
3.7.2	Företagsstruktur	40
3.7.3	Verksamhetsutveckling	40
3.7.4	Implementering av DynaRoad	41
3.7.5	Framtida projekt	42

3.7.6	Erfarenhetsåterföring	42
4	ANALYS OCH DISKUSSION	43
4.1.1	Kommunikation och överlämning	43
4.1.2	Synpunkter på DynaRoad	43
4.1.3	När ska DynaRoad användas?	44
4.1.4	Problem och möjligheter för uppföljning av masshantering	44
4.1.5	Kombinera system för indata	45
4.1.6	Följa upp massor i produktion	45
4.1.7	Kontinuerligt arbete	46
4.1.8	Sprida kunskapen inom företaget	46
4.1.9	Ta fram en mall	47
5	SLUTSATSER	48
6	REFERENSER	49

Förord

Detta examensarbete har genomförts under januari till maj 2014 som en avslutande del på byggingenjörsutbildningen vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg.

Arbetet med rapporten har gett oss mer än bara svar på vår frågeställning. Vi har fått en god inblick i hur ett entreprenadföretag fungerar. De intervjuer och samtal vi haft med personal, både på kontor och ute på byggarbetsplatsen, gör att vi känner oss väl rustade att komma ut i arbetslivet som nyutbildade ingenjörer.

I det här sammanhanget vill vi särskilt tacka vår handledare Mikael Einarsson från Veidekke, som på alla sätt motsvarat våra förväntningar och ställt upp med tid och engagemang. Vi vill också ge ett stort tack till alla de som ställt upp i våra intervjuer. Slutligen vill vi tacka Jan Englund och Gunnar Lanner på Chalmers och även våra klasskamrater Andreas Andersson och Markus Engström, för tips och synpunkter på rapporten.

Göteborg juni 2014

Christian Hillman & Malin Dahlström

Beteckningar

AMA	Allmän material- och arbetsbeskrivning. Referensböcker som ges ut av AB Svensk Byggtjänst
AutoCAD	Programvara för design och ritningar i 2D och 3D
Bank	Sänka i markprofilen
BIM	Building Information Model/Management. Ett begrepp utan definierad betydelse. Men kortfattat innebär BIM att samla olika typer av information kring ett byggnadsverk i en datamodell.
CAD	Computer Aided Design
CareTrack	Ett av Volvo utvecklat maskinövervakningssystem
DynaRoad	Programvara för masshantering
Gantt-schema	Flödesschema där aktivitetens tidsåtgång representeras av stolpar längs en horisontell tidsaxel.
GNSS	Global Navigation Satellite System
Kulkvarnsvärde	Mått för hur stor andel av ett prov stenmaterial, uttryckt i procent, som efter behandling i kvarn passerar en sikt på 2,0 mm.
LandXML	Filformat för geografisk data.
Leica	Tillverkare av geodetisk mätutrustning
LOU	Lagen om offentlig upphandling
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning
Novapoint VÄG	Programvara för projektering av infrastruktur
On Board Weighing system	Volvos vågsystem för dumprar
RH 2000	Rikets höjdsystem
Skärning	Topp i markprofilen
SWEREF 99	Svenskt referenssystem för positionbestämning
tam³	teoretisk anbringad volym
tfm³	teoretisk fast volym

Topcon	Tillverkare av geodetisk mätutrustning
Totalstation	Instrument för positionsbestämning
Trimble	Tillverkare av geodetisk mätutrustning
TRVK	Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion
TRVR	Trafikverkets tekniska råd Vägkonstruktion
UAS	Unmanned Aircraft Systems, obemannade luftfartyg
vam³	Verklig anbringad volym
vfm³	Verklig fast volym
vln³	Verklig lös volym
Vägorridor	Aktuellt område att bygga den planerade vägen

1 Inledning

Det här kapitlet presenterar bakgrund och syfte till rapporten. Efter problemformuleringen följer en sammanställning av de avgränsningar och metoder som använts i studien.

1.1 Bakgrund

Byggnationen av en motorväg innebär ofta hantering av stora mängder jord- och bergmassor som skall transporteras och placeras på olika platser längs sträckan. Produktionen av väg i en utförandeentreprenad föregås av en mängd olika skeden hos beställaren, teknikkonsulten och vidare till entreprenadföretaget. Inom företaget behandlas kalkyl, planering och utförande i olika steg. De olika stegen i processen kräver att mycket information ska överföras mellan de olika avdelningarna, vilket kan medföra ökad risk för missförstånd och dubbelarbete.

Med hjälp av ny teknik, exempelvis programvaror, samt rutiner för ökat informationsutbyte och erfarenhetsåterkoppling, ser Veidekke en möjlighet att effektivisera sitt arbete.

I samband med uppstart av vårt examensarbete pågick ett pilotprojekt med massdisponeringsprogrammet DynaRoad. För framtida projekt efterfrågas därför en utvärdering av dess nytta i anläggningsprojekt.



Bild 1. Tunnelöppning väg 40 (Foto: Mikael Einarsson).

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att samla in kunskap och erfarenheter kring masshantering vid produktionen av en motorväg. Den insamlade informationen ska användas för att analysera och diskutera möjliga riktlinjer för ökat informationsutbyte och erfarenhetsåterkoppling åt Veidekke, och därmed ge en effektivare masshantering.

1.3 Frågeställning

Målsättningen men examensarbetet är att besvara följande två frågor:

- Hur ska Veidekke arbeta för att få en effektivare masshantering vid anläggningsprojekt?
- Är DynaRoad ett bra verktyg till detta ändamål?

1.4 Avgränsningar

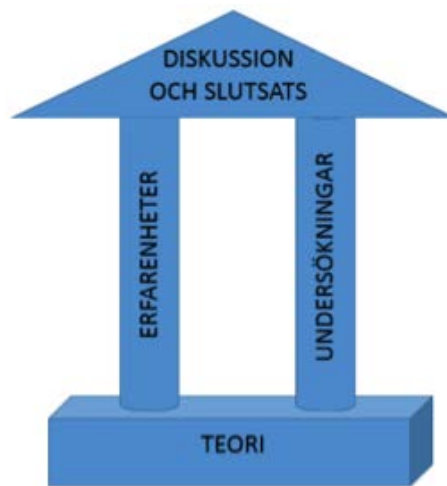
Studien avgränsas till att behandla masshanteringsprocessen från beställning till utförande av en motorväg. Insamlingen av information från fallstudien är riktad till beställare, projektör och entreprenören Veidekke men behandlar inte underentreprenörer och moment i byggnationen som inte är förknippade med masshantering. I samband med arbetet har studier av programvaran DynaRoad, Sitelink3D och Volvo CareTrack behandlats. Eventuella föregångare och alternativa program till dessa tas inte upp i studien.

1.5 Metod

Detta kapitel beskriver tillvägagångssättet för att samla in information till studien. För att kunna kartlägga hur hanteringen av berg- och jordmassor behandlas från planering till utförande, har utbyggnationen av väg 40, utanför Ulricehamn använts som fallstudie. Första kontakten med Veidekke som utför produktionen, togs med företagets regionchef på anläggningssidan. Regionchefen presenterade projektet i stora drag och redogjorde för en önskan att se över masshanteringsprocessen inom företaget. Mikael Einarsson, anställd på Veidekke har tillsammans med Jan Englund på avdelningen Geologi och geoteknik på Chalmers bistått med handledning under arbetets gång

Insamling av information

Informationsinsamlingen till arbetet har först byggts upp av ett fundament och ovanpå fundamentet två fristående pelare på vilka kapitlen diskussion och slutsats ska bäras upp, se figur 1.



Figur 1. Modell över arbetets upplägg.

Fundamentet utgörs av en litteraturstudie av de teorier som ligger till grund för en nybyggnation och ger en förståelse för varför massor måste hanteras och disponeras. Materialet i den första pelaren består av insamling av information och erfarenheter från personal hos Veidekke, projektör och programvaruutvecklare. Den informationen har i huvudsak samlats in genom intervjuer och studiebesök. Den sista pelaren är uppbyggd av undersökning av några tekniska hjälpmedel som finns ute på marknaden. Undersökningen berör också vilken riktning utvecklingen är på väg åt.

Litteraturstudie

Som en naturlig inledning på arbetet söktes information från en rad olika källor, både tryckta och webbaserade. Resultatet av denna sökning har två huvudsyften, dels ska den ge läsaren en grundläggande inblick i masshantering vid vägbyggnation och dels ska den utgöra den teoretiska referensramen för författarna att arbeta med frågeställningen.

Intervjuer

En stor del av arbetet består i studiebesök och intervjuer med olika yrkesroller kopplade till projektet längs väg 40. De personer som intervjuats har valts ut efter inrådan från handledare. Studiebesöken och intervjuerna har utförts med kvalitativ metod, vilket innebär att intervjuerna till strukturen mer liknat ett samtal där intervjuobjektet och intervjuerna med mycket liten styrning har kunnat tala fritt. Valet av metod grundar sig dels på att författarna innan intervjusituationen saknat tillräcklig kunskap om den intervjuades arbetsmetoder och att de olika yrkesrollerna skiljt sig i så pass stor omfattning att det inte varit möjligt att strukturera intervjuerna enligt samma modell.

Undersökning av tillgängliga hjälpmedel

Undersökningen syftar till att undersöka och redogöra för några av de tekniska hjälpmedel, till exempel programvaror, som antingen redan finns ute på marknaden eller är under utveckling. Enda kriteriet för undersökning av ett tänkbart hjälpmedel är att det ska underlätta en eller flera delar av hanteringen eller informationen kring

massor. Redan i framtagningen av frågeställningen till studien dök idén upp om att testa och utvärdera programvaran DynaRoad för massdisponering. Programmet visade sig dock ha varit både ämne för tidigare examensarbeten och använts under en längre tid på andra företag. Som en del av den sammanlagda undersökningen förvärvades studentlicenser och med mängder från fallstudien har programmet testats. Men som följd av att DynaRoad redan varit utsatt för tidigare utvärderingar flyttades det ut mot periferin i förhållandet till arbetets huvudlinje. Information kring andra hjälpmedel har dykt upp under arbetets gång. Tekniken kring GPS, vågförsedda dumprar och program för uppföljning har i huvudsak tillverkarens internetsidor som informationskällor. Den övervägande delen av information kring Sitelink3D förvärvades genom studiebesök och genomgång hos den svenska distributören av systemet.

Fallstudie

Arbetet med att se över masshanteringen har utförts med inblick i projektet *Väg 40 Dällebo-Hester, Etapp 2*. Formen för projektet är utförandeentreprenad där Veidekke står för produktionen av den andra etappen av sammanlagt 3. Syftet med byggnationen är att bygga motorväg på den enda kvarvarande sträckan Göteborg-Jönköping som ännu inte är mötesseparerad (Trafikverket, 2014). Etapp 2 utgör 7,2 kilometer väg med 7 stycken broar och en 400 meter lång tunnel. Byggtiden är beräknad till cirka 3 år med start i december 2012.

2 Teori

Uppförandet av en ny väg är en stor och komplicerad process som ofta kräver flera år av planering. Förutom de rent tekniska problem som uppstår, ska också värden för till exempel miljö och samhällsnyttan vägas in. Masshanteringen för ett sådant projekt är det enskilt mest omfattande momentet och innebär stora utmaningar både ekonomiskt och logistiskt. Kapitlet behandlar entreprenadformer, processen till förfrågningsunderlag, väguppbyggnad och masshantering.

2.1 Entreprenadformer

I byggprojekt skiljer man på tre olika typer av entreprenadformer.

Utförandeentreprenad:

Denna entreprenadform innebär att beställaren av till exempel en vägbyggnation står för projekteringen och en kontrakterad entreprenör utför produktionen.

Totalentreprenad:

Entreprenadformen innebär att entreprenören på uppdrag av en beställare själv står för projektering och produktion. Formen kallas även generalentreprenad.

Underentreprenad

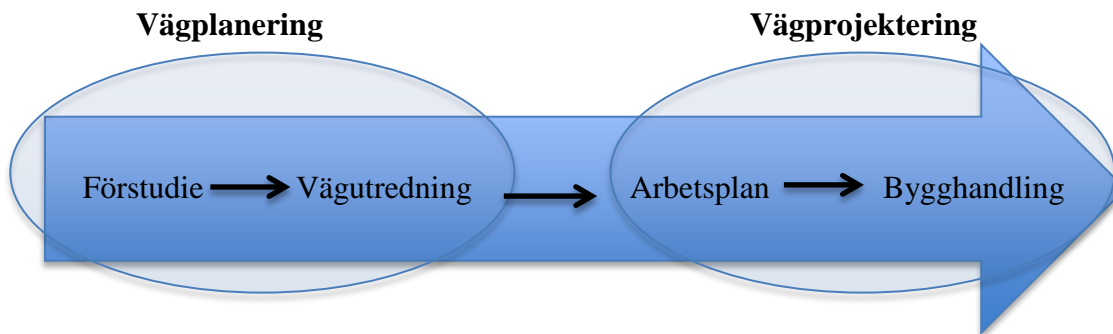
En underentreprenör utför arbete på beställning av en huvudentreprenör. Det kan till exempel röra sig om en dumperfirma som kontrakteras för att utföra transporter åt huvudentreprenören. Formen kallas även delad entreprenad (Révai, 2012).

2.2 Vägverket blir Trafikverket

Vägverket slogs 2010 ihop med Banverket och delar av Sjöfartsverket för att bilda Trafikverket (Regeringen, 2009). Nuförtiden utförs varken projektering eller produktion av myndigheten som istället fokuserar på att beställa och leda projekt (Jellbin, 2014).

2.3 En ny väg blir till

Vid uppförandet av en ny väg delas arbetet upp i olika faser. Först måste alltid en *förstudie* inledas, där ingår en problembeskrivning över den rådande situationen, som i sin tur motiverar varför en ny väg behövs i området. Om det i förstudien framgår att den planerade vägen har flera alternativ till sträckning genom området så krävs det att en *vägutredning* genomförs. Förstudien och vägutredningen ingår i det som kallas *vägplanering*. När dessa har genomförts går arbetet vidare i form av *vägprojektering*. Vägprojekteringen börjar med att en *arbetsplan* tas fram för vägprojektet. Arbetsplanen är den handling som konkretiserar vägen och talar om hur den ska sträckas genom området. Slutligen tas en *bygghandling* fram där det kompletteras med de tekniska uppgifterna som krävs för att bygga vägen. Se figur 2.



Figur 2. De olika stegen som föregår produktionen av en väg.

2.3.1 Förstudie

Inför ett vägbygge behövs alltid en förstudie upprättas och för detta ansvarar Trafikverket (Vägverket, 2002). Förstudien ska ta fram en problembeskrivning som motiverar varför en ny väg behövs. Däremot innehåller den ingen information om hur vägen ska byggas (Vägverket, 2007). Förstudien tar upp vilket geografiskt område som kommer att beröras av vägprojektet, och även hur det befintliga vägnätet kommer att påverkas i området. Det skall också ingå en beskrivning av områdets karaktär och den rådande miljösituationen som måste tas hänsyn till. Om projektet resulterar i allt för stora förändringar, ska förstudien ge förslag på möjliga åtgärder så att negativa effekter och konsekvenser kan undvikas så mycket som möjligt (Vägverket, 2002)

Genom att göra en förstudie, så kartlägger Trafikverket det fortsatta planeringsarbetet och vilka lösningar som är möjliga (Jellbin, 2014). I studien ska det framgå om det inom det geografiska området, finns flera alternativ till den planerade vägen. Är detta fallet krävs att en vägutredning görs (Vägverket, 2002).

Efter att underlag till förstudien tagits fram, kallar Trafikverket till samråd. Då får personer som är direkt berörda av vägbyggnationen, chansen att göra sina röster hörda och även kunna vara med och påverka genom att diskutera och argumentera för hur en ny väg bäst sträcker sig genom det berörda området. Samrådet är till för att få igång en dialog om hur vägen kan komma att påverka den befintliga miljön, men också det fortsatta arbetet med förstudien ska läggas upp. Vid samrådsmötet diskuteras även vilka olika miljökonsekvenser ett vägbygge skulle orsaka. Det är därefter Länsstyrelsens uppgift att besluta om den beräknade miljöpåverkan är så betydande att projektet kan fortsätta planeras (Vägverket, 2007).

2.3.2 Vägutredning

I vägutredningen används materialet som tagits fram i förstudien, men det krävs nu en fördjupning i tillgänglighet, trafik, miljö och säkerhet (Vägverket, 2007)

Med hjälp av detta material har vägutredningen ett huvudsakligt syfte i att ta fram olika vägkorridorer som kan studeras för att få fram ett bra alternativ till det aktuella området. För att kunna utvärdera de olika alternativen av vägkorridorer, kan det därför vara nödvändigt att i detta skede göra markundersökningar i området (Vägverket, 2007). Olika vägkorridorer kan vara så breda som 100 – 500 m och

därför är det inte möjligt att göra detaljerade geotekniska undersökningar (Jellbin, 2014).

Att se över olika vägkorridorer är en oerhört viktig del i arbetet. Här framgår det tydligt vilka terrängförhållanden som vägen kommer att gå genom. Det visar med andra ord om djupa skärningar eller höga bankar kommer att uppstå (Jellbin, 2014). Vägutredningen hjälper därför till att i ett tidigt planeringsstadium, få en god överblick av hur tillgångar, eller underskott på massor blir med de olika vägkorridorerna. Det framgår även om det krävs broar eller tunnlar inom vissa sträckor. (Vägverket, 2005) Denna information används sedan till att ta fram det kostnadsmässigt bästa förslaget. Till de olika vägkorridorerna tas det även fram en miljökonsekvensbeskrivning, MKB. Denna beskriver vilka konsekvenser och effekter en väg skulle orsaka på områdets miljö och människors säkerhet och hälsa. Miljökonsekvensbeskrivningen måste sedan godkännas av länsstyrelsen för att planeringen ska kunna fortsätta (Vägverket, 2007).

Förutom arbetet med val av vägkorridor, så ska vägutredningen även resultera i att en trafikteknisk standard väljs för den planerade vägen. Detta innebär bl.a att vägbredd och antal körfält bestäms (Vägverket, 2005).

Enligt väglagen måste alltid en vägutredning innehålla ett så kallat nollalternativ. Där beskrivs de förväntade konsekvenser om ingen ny väg byggs. Genom att väga nollalternativet mot de olika förslagen av vägkorridor och trafikteknisk standard, så tas slutligen ett beslut om vilken lösning som är bäst lämpad för området (Vägverket, 2007).

Större vägprojekt måste tillåtlighetsprövas av regeringen. Det är med hjälp av underlaget från förstudie och vägutredning som regeringen slutligen beslutar om vägen får byggas i den valda korridoren som tagits fram (Vägverket, 2007).

2.3.3 Arbetsplan

Det är i arbetsplanen som den nya vägen projekteras. Det är med andra ord arbetsplanen som konkretiserar hur vägen ska sträcka sig inom den vägkorridor som tagits fram i vägutredningen (Vägverket, 2007). Arbetsplanen anger vägutformningen i detalj och vilken mark kommer att tas i anspråk. Inom det aktuella området behöver det nu göras omfattande geotekniska undersökningar som säkerställer att bygghandlingar ryms inom det fastställda vägområdet (Jellbin, 2014).

Arbetsplanen är den del i projekteringen då det tidigare materialet används till att göra en *djupare analys* av landskapet och inte enbart en beskrivning som gjorts i de tidigare planeringsskedena. Här krävs en motivering till hur vägen ska passa in i landskapet genom att linjeföring, sektioner och sidoområden tas fram med tanke på omgivningen kring vägen (Vägverket, 2010). Då arbetsplanen lägger fram utformning, plan och profil, blir masshanteringen i området låst (Jellbin, 2014).

För att ge en ännu tydligare bild av vägen och dess närmaste omgivning tar arbetsplanen också upp väganläggningar med dess väganordningar som exempelvis kan vara vägbana, diken och slänter (Vägverket, 2010).

Arbetsplanen gestaltar även olika platser längs vägen, där annan väganordning så som broar, bullerskydd och vägutrustning behövs. I arbetsplanen ska det också ingå beräknade kostnader för totala vägprojektet. Genom att göra ett bra förarbete med noggranna mätningar, kan kostnadsberäkningarna göras så verklighetstroga som möjligt (Vägverket, 2010).

Den miljökonsekvensbeskrivning som tagits fram i tidigare vägutredning ska även finnas med i arbetsplanen. Dessutom ska det framgå vilka skyddsåtgärder som ska göras för att uppfylla miljökraven i byggskedet (Vägverket, 2010).

När arbetsplanen tagits fram ställs den och tillhörande miljökonsekvensbeskrivning, ut för allmänheten. Detta ger berörda personer en möjlighet att tycka till genom att lämna in protester eller förslag på förbättringar. Det är efter denna utställning som arbetsplanen fastställs och väghållaren får vägrätt. Därmed ges väghållaren godkännande att bygga på det område där vägen kommer att sträcka sig (Vägverket, 2002).

2.3.4 Bygghandling

I en bygghandling ska det finnas de tekniska uppgifter som krävs för att bygga en väg. Detta material sammanställs inte tillräckligt noggrant i arbetsplanen utan bygghandlingen behöver kompletteras med ytterligare undersökningar. Detta kan vara undersökningar i områdets markgrund eller mätningar i brunnar (Vägverket, 2007).

I bygghandlingen ska det även finnas information om mängder, i form av en mängdförteckning. Den mängdförteckning som tas fram i samband med ett vägbygge är mycket omfattande och delas därför upp i olika grupper. (Vägverket, 2001)

1. *Röjning, grundförstärkning och terrassering.* Här avses den mängd massa som förflyttas vid den röjning som sker i startskedet av projektet. Den mängd massa som krävs för vägens terraseringsarbete ingår också i denna rubrik. Ingår här gör även de massor som tas upp vid utgrävning av diken längs vägen.
2. *Torrläggning och konstarbeten.* Under denna rubrik ingår de massor som används för konstarbeten i form utav stödmurar, erosionsfilter, och skyddsräcken. Här uppskattas även de massor som behövs schaktas bort för att installera ledningar för avlopp och dränering av vägen.
3. *Överbyggnad.* I överbyggnaden ingår massan av den förstärkning som krävs för att vägen ska klara av den beräknade trafikens belastning. De massor som räknats fram för vägens bär- och slitlager återfinns också under överbyggnaden. Förutom förstärkning, bärlagret och slitlagret, så ingår de massor som krävs för permanenta trafikplaneringar. Under vägbygget måste det också läggas temporära vägar, för att maskiner ska kunna ta sig fram i terrängen. Mängden av den massa som krävs till de temporära vägarna, återfinns under denna rubrik.

4. *Beläggning*. Massor för vägens beläggning
5. *Brobyggnad*. Massor för eventuella broar längs vägens sträckning (Vägverket, 2001).

2.4 Nytt sätt att planera

Sedan 1 januari 2013 har Trafikverket använt ett nytt sätt att planera vägprojekt. Den tidigare modellen med *förstudie*, *arbetsplan*, *vägutredning* och *bygghandlingar* har nu ersatts med *åtgärdsvalstudie* som innebär att Trafikverket ser över vilken typ av åtgärd som behöver göras för att lösa problemet. Därefter följer *planläggning* och det är här vägplanen tas fram. När vägplanen är klar, kan Trafikverket slutligen ta fram *bygghandlingar*.

2.4.1 Åtgärdsvalstudie

Innan planerandet av en väg startar görs en åtgärdsvalstudie. Syftet med denna studie är att identifiera brister och Åtgärdsvalstudien ska svara på frågan *varför* ett vägprojekt behövs (Trafikverket, 2013).

Åtgärdsvalstudien ska därför svara på hur brister och otillräckligheter för en väg, kan tas bort genom att föreslå åtgärder som lösningar till problemen. För att få fram tänkbara åtgärder har Trafikverket tagit fram en modell av 4-stegsprincip. Där ses först mindre och enklare åtgärder över. Är inte dessa tillräckliga krävs åtgärder längre ner i modellen (Trafikverket, 2013).

Trafikverkets analys i 4-steg.

1. *Tänk om*

Här försöker Trafikverket ta fram andra lösningar som inte kräver allt för stora åtgärder. Det kan t.ex. vara att se över om transportbehovet på något sätt kan minskas. Ett annat alternativ är att se över om transporterna kan ändras genom att utveckla kollektivtrafiken. Detta skulle minska trafikbelastningen och på så vis öka framkomligheten för transporter då antalet fordon på vägen minskar. Andra transportmedel kan också ses över för att avlasta vägen detta skulle kunna vara att få resenärer att istället välja järnvägstransport.

2. *Optimera*

Alternativ till att utnyttja vägnätet ses över. Ett exempel på detta är att öka vägens hastighetsbegränsning.

3. *Bygg om*

I detta steg tittar Trafikverket på åtgärderna som kan göras genom mindre ombyggnader. En form av mindre ombyggnad kan vara breddning av väg, förlängning av på- och avfarter, förstärka underlaget eller att räta ut skarpa kurvor. Detta är exempel på åtgärder som underlättar flödet av fordon längs vägen.

4. *Bygg nytt*

Om de tidigare punkterna inte leder till tillräckliga åtgärder så är det i stället nu Trafikverket ser över om en nybyggnation krävs. Detta kan

innebära att en helt ny väg behöver läggas, men det kan också tillkomma andra nyinvesteringar som trafikplatser och liknande (Trafikverket, 2013).

När de olika stegen ses över försöker Trafikverket först och främst lösa problemen genom alternativ 1 och 2. Är inte detta möjligt så sätter man in åtgärder från alternativ 3 och 4. Detta kan då innebära ombyggnation av befintlig väg eller att en helt ny väg behöver dras längs ett område (Trafikverket, 2013).

2.4.2 Planläggning

Varje vägprojekt kräver en planering som styrs av processer framtagna efter lagar. Det är genom denna planering som en *vägplan* slutligen tas fram. Det arbetet som krävs för att ta fram en vägplan kallas för *planläggning*. I detta arbete ingår det att se över var och hur den nya vägen ska byggas (Trafikverket, 2013).

Det första som görs i en planläggning, är att ta fram ett underlag som förklarar hur miljön kommer att påverkas av en vägbyggnation. Liksom tidigare beslutar Länsstyrelsen om miljöpåverkan är *betydande* och om så är fallet krävs det att en *miljökonsekvensbeskrivning* tillhörande vägplanen, tas fram (Trafikverket, 2013).

Det är också viktigt att planen kan granskas av berörda, så att de får möjlighet att lämna in eventuella synpunkter. Detta samråd är oerhört viktigt för Trafikverket. Det innebär att de tar kontakt med myndigheter, organisationer och berörda i området. På så vis kan Trafikverket samla in den kunskap som behövs för att få fram en så bra vägplan som möjligt och dessutom göra alla nöjda när projektet är genomfört (Trafikverket, 2013).

Efter att vägplanen färdigställts, följer en tid där det finns möjlighet att överklaga. Det är först efter detta som planen vinner laga kraft och ett genomförande av projektet är möjligt (Trafikverket, 2013).

2.4.3 Bygghandling

Först efter att vägplanen är klar, kan Trafikverket börja ta fram bygghandlingar. I bygghandlingarna återfinns tekniska beskrivningar med krav gällande vägens funktion, men också försiktighetsmått och skyddsåtgärder för vägen. Dessa handlingar måste stämma överens med vägplanen då de ska fungera som underlag när bygget startar. Detta innebär att det är nödvändigt att ändra i planen eller till och med göra en ny vägplan, om det görs några förändringar i projektet (Trafikverket, 2013).

2.5 Väggkroppens uppbyggnad

Vid uppförandet av en ny väg måste marken beredas för att skapa en terrassering. Terrängen i vilken en ny väg ska utföras består till den fysiska formen av nivåskillnader i både vertikal- och horisontalplanet som måste jämnas ut för att skapa en så behaglig och körbar väg som möjligt. Vägprojektören bör dock inte eftersträva en helt spikrak väglinje genom landskapet utan anpassa vägens sträckning så att den blir optimal i avseende trafiksäkerhet, estetisk utformning och bidra till en varierande och aktiv körning. Dessutom måste projekteringen ta hänsyn till att det råder massbalans vid väguppbyggnadens slutförande.

2.5.1 Vägutformning

I Trafikverkets publikation *Övergripande krav för Vägar och gators utformning* (Trafikverket, 2012) förklaras att "Vägar ska utformas i harmoni med omgivande landskap och bebyggelse samt erbjuda en säker och förutsägbar miljö för trafikanterna. Utformningen ska också sträva efter att begränsa vägens fysiska intrång med hänsyn till värden i kultur- och naturmiljön". Vägens utformning ska i första hand svara upp till trafiktekniska krav där vägens genomgripande standard och trafiksäkerhet sätts i första rummet. Vid projektering av väg måste man beakta de olika krav som finns för utformningen och sammanväga dessa i en samhällsekonomisk bedömning (Berntman, 2000).

2.5.2 Väggeometri

I Kurskompendium Väg- och gatuutformning (Berntman, 2000) beskrivs hur väggeometrin utformas i tre dimensioner.

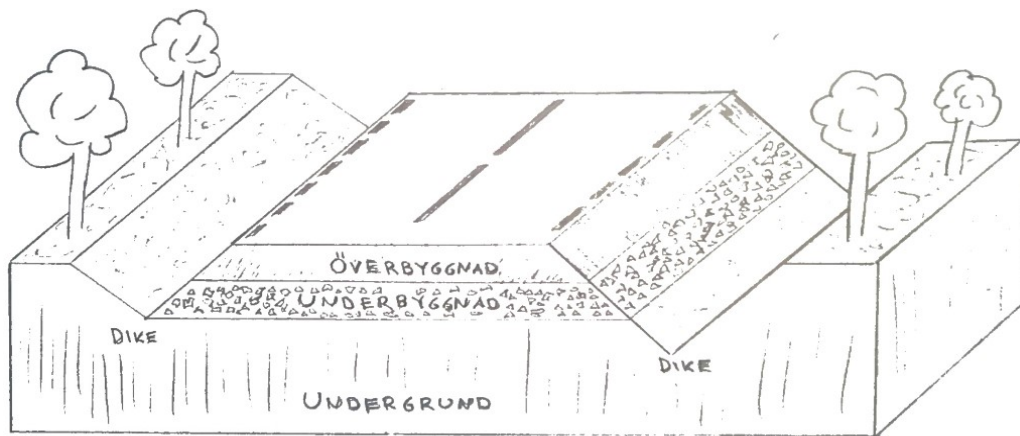
1. *Vägens tvärsektion.*
Tvärsektionen beskriver bredd, tjocklek och lutning på vägens ingående delar samt utformning av terrassens omgivning i form av diken och slänter.
2. *Vägens linjeföring i plan.*
Här beskrivs hur vägen är tänkt att sträcka sig genom landskapet med kurvor, raksträckor och anslutande vägar.
3. *Vägens linjeföring i profil.*
Profilen av vägen beskriver utformning av vertikalkurvor.

2.5.3 Väggkroppens ingående delar

Väggkroppen består grovt indelat i 3 delar. *Undergrund, underbyggnad och överbyggnad.*

På undergrunden, som utgör den återstående delen av orörd mark, läggs massor för att skapa en jämn terrass, vilket i sin tur benämns underbyggnad. Ovanpå underbyggnaden byggs vägen på med överbyggnad som dimensioneras efter vilken typ av väg som efterfrågas. Dimensioneringen ska beakta hur stor trafiklast vägen

bedöms utsättas för under sin tekniska livslängd samt vilka klimat- och markförhållanden som råder vid aktuell geografisk placering. Figuren 1 nedan visar en schematisk bild över vägkroppens uppbyggnad.



Figur 3. Vägkroppens uppbyggnad

Det finns olika typer av överbyggnad och valet av typ görs med avseende på egenskaper och användningsområden. Överbyggnaden delas in i typerna *styva* och *flexibla* (Berntman, 2000).

Till de styva överbyggnaderna räknas:

- *Betongöverbyggnad (BÖ)*
- *Cementbitumen överbyggnad (CBÖ)*.

Flexibla överbyggnader innefattar:

- *Bergbitumen överbyggnad (BBÖ)*
- *Grusbitumen överbyggnad (GBÖ)*
- *Grusöverbyggnad (GÖ)*.

BBÖ och GBÖ är de vanligast förekommande överbyggnaderna på stora respektive medelstora vägar. Dessa typer innebär att stora mängder krossad sten och grus tas i anspråk utöver det som används vid terrasseringen (Granhage, 2009).

2.5.4 Material till vägbyggnad

Till vägbyggnad används olika typer av jordarter eller krossat berg. De sorter som kan användas tilldelas ett klassificeringsnummer (materialtyp) utefter bergtyp, kulkvarnsvärde och halten av finjord, lera och organiskt innehåll enligt tabell 1 (Trafikverket, 2011).

Materialtyp	Bergtyp	Kulkvarnsvärde	Halten av [vikts-%] x/y			Exempel på jordarter	Tjäl-farlig-hets-klass
			Finjord 0,063/ 63 mm	Ler 0,002/ 0,063 mm	Organisk jord % / 63 mm		
1	1 2	≤ 18 19-30	< 10		≤ 2		1
2			≤ 15		≤ 2	Bo, Co, Gr, Sa, saGr, grSa, GrMn, SaMn	1
3A	3	>30	≤ 30		≤ 2		2
3B			16-30		≤ 2	siSa, siGr, siSa Mn, siGr Mn	2
4A			30-40		≤ 2	clMn	3
4B *			> 40	> 40	≤ 2	Cl, ClMn,	3
5A *			> 40	≤ 40	≤ 2	Si, clSi, siCl, SiMn	4
5B					3-6	gyCl, gySi	4
6A					7-20	clGy,	3
6B					> 20	Pt, Gy	1
7	Övriga material, Enligt särskild utredning					Restprodukter, återvunna material mm	

Tabell 1. Indelning av berg och jord i materialtyp (Trafikverket, 2011).

Bergtyper

Enligt VVTK *Geo* (Vägverket 2008) delas de bergtyper som används för väguppbyggnad in i tre typer efter kulkvarnsvärde.

- *Bergtyp 1*
Kulkvarnsvärde ≤ 18 . "Innebär normalt hårt och hållfast berg, som exempelvis glimmerfattiga graniter och gnejser samt andra hårda och hållfasta bergarter såsom kvartsiter, diabas, porfyr och leptit. Bergtyp 1 ger vid bearbetning och krossning relativt små finmaterialmängder och motstår normalt nedkrossning av byggnadstrafik". (Vägverket 2008)
- *Bergtyp 2*
Kulkvarnsvärde 18-30. "Innebär normalt berg med måttlig hållfasthet och dålig slitstyrka, som exempelvis homogen kalksten samt glimmerrika gnejser och graniter. Bergtyp 2 krossas relativt lätt ner av byggnadstrafik". (Vägverket 2008)
- *Bergtyp 3*
Kulkvarnsvärde > 30 . "Innebär normalt löst, vittrat eller lätt nedbrytbart berg, som exempelvis bergarter med höga glimmerhalter, lerskiffer, kritkalksten, leromvandlat berg samt icke klassificerat bergmaterial. Bergtyp 3 ger vid bearbetning och krossning stora finmaterialmängder och mals ner av byggnadstrafik" (Vägverket 2008).

Efter att bergmaterial har tagits ut ur täkt bedöms användbarheten för bergmaterial också efter stensstorlek, sammansättning av olika storlekar och krossytegrad. Den sistnämnda anger hur stor del av kornen som har krossytor samt hur stor del som saknar krossyta. För att uppnå en stabil och bärande väguppbyggnad eftersträvas bergmaterial med hög krossytegrad och sammansättning av olika kornstorlekar för att samverka mellan de belastade kornen ska uppstå (Granhage, 2009).

Jordarter

Mineraljordarter indelas efter kornstorlek och kornfördelningen (Hansbo, 1981). Tabellen nedan visar indelningen för sorterade jordarter.

Huvudgrupper	Kornstorlek, mm	Undergrupper	Kornstorlek, mm
<i>Block- och stenfraktioner</i>			
Block	>600	Grovblock	>2000
Sten	600—60	Grovsten	600—200
		Mellansten	200—60
<i>Grovjordsfraktioner</i>			
Grus	60—2	Grovgrus	60—20
		Mellangrus	20—6
		Fingrus	6—2
Sand	2—0,06	Grovsand	2—0,6
		Mellansand	0,6—0,2
		Finsand	0,2—0,06
<i>Finjordsfraktioner</i>			
Silt	0,06—0,002	Grovsilt	0,06—0,02
		Mellansilt	0,02—0,006
		Finsilt	0,006—0,002
Ler	<0,002	Finler*	<0,0006

*Undergruppsindelning används främst i forskningssammanhang.

Tabell 2. Indelning sorterade jordarter (Hansbo, 1981).

Jordarternas kornfördelning prövas genom att siktas. Genom att studera de fraktioner som framgår av siktningen får man en uppfattning av jordens sammansättning. Vid siktning skiljer man på sorterade och osorterade jordarter. De osorterade jordarterna är olika typer av moräner innehållandes silt, lera och grus eller sand. Utöver kornsammansättningen delas jordarterna också in efter hållfasthetsegenskaper och tjälfarlighetsklass (Hansbo, 1981).

2.6 Masshantering

En omfattande del av arbetet och kostnaderna vid en vägbyggnation utgörs av masshanteringen. Arbetet innefattar dels schaktning och fyllning av massor så att terrängen passar de behov och krav som ställs på utformningen och dels hantering av de massor som behövs för väggroppens uppbyggnad och *överlast*. Landskapet i vilken en ny väg ska byggas utgörs vanligtvis av mer eller mindre nivåskillnader. I detta sammanhang talar man om *bankar* och *skärningar*. Begreppet *bank* innebär en sänka i markprofilen som behöver fyllas igen och med *skärning* menas en topp som behöver skäras av. För att massbalans ska råda, utan tillförsel av massor från utomstående schakt, strävar vägprojektören i största möjliga mån efter att massor från skärningar ska motsvara den mängd som behövs för att fylla igen bankar.



Bild 2. Dumperlastning vid väg 40 (Foto: Malin Dahlström).

2.6.1 Massberäkning

Till ett vägprojekts *arbetsplan* har en kvalificerad uppskattning gjorts av jordlagrens och bergets beskaffenhet. I *Geotekniska undersökningar för vägar* (Vägverket, 1984) beskrivs hur den geotekniska undersökningen ska ge information för:

- Utarbetande av arbetsbeskrivningar och detaljerad mängdförteckning.
- Planering och upprättande av detaljerad tidplan.
- Genomförande av grundläggnings- och schaktningsarbeten
- Val av arbetsmaskiner, lägen för transportvägar och materialupplag
- Spontberäkningar.

Tillgänglig massa och behov av fyllning mäts vanligtvis in genom att skapa en

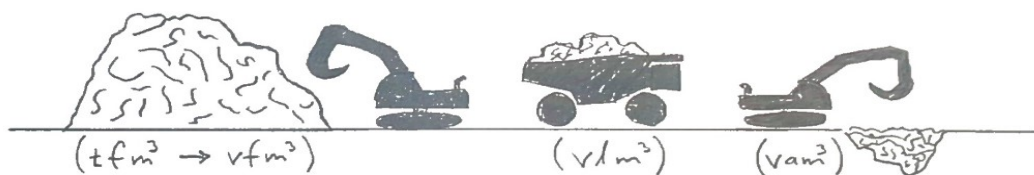
terrängmodell med hjälp av totalstation eller laserscanning. Det förekommer också att bilder på tåkten, tagna från modellflygplan, behandlas med datorprogram för att modellera fram en terrängmodell (Granhage, 2011).

2.6.2 Korrektionsfaktorer

Massorna som på olika sätt bryts ut, schaktas, transporteras eller packas får ändrad volym jämfört med sitt ursprungliga läge i marken, se tabell 3. Med detta menas att till exempel berg som sprängts loss från en täkt antar en större volym på grund av att fraktionerna får en ojämn struktur och att det därmed ges plats för hålrum mellan stenarna. Används denna massa sedan för att fylla ut en vägbank, får den ytterligare en annan volym, då den packas och komprimeras. Till hjälp för att beräkna vilken volym en skärning eller bank har vid de olika hanteringstillstånden används *korrektionsfaktorer* att multiplicera ett visst tillstånd med för att beräkna ett annat. Tabell 3 nedan visar dessa korrektionsfaktorer och bygger på erfarenhetsvärden (Granhage, 2009).

Terrassering	Jord	Berg
Skärning, teoretisk volym ($t\text{fm}^3$) omräknas till uttagen volym ($v\text{fm}^3$) med korrektionsfaktorn	1,05 - 1,20	1,05 - 1,15
Skärning, uttagen volym ($v\text{fm}^3$) omräknas till utlagt i bank ($v\text{am}^3$) med korrektionsfaktorn	1,00 - 1,10	1,45 - 1,55
Bank, teoretisk volym ($t\text{am}^3$) omräknas till verklig åtgång ($v\text{am}^3$) med korrektionsfaktorn	1,05 - 1,15	1,05 - 1,15
Överbyggnad	Grus	Bergkross
Teoretisk anbringad volym ($t\text{am}^3$) omräknas till verklig åtgång ($v\text{am}^3$) med korrektionsfaktorn	1,15 - 1,25	1,20 - 1,65
Verklig åtgång ($v\text{am}^3$) omräknas till lös volym ($v\text{lm}^3$) med korrektionsfaktorn	1,10 - 1,20	1,20 - 1,25
Lös volym ($v\text{lm}^3$) omräknas till uttagen volym ($v\text{fm}^3$) med korrektionsfaktorn	0,75 - 0,95	0,55 - 0,60

Tabell 3. Korrektionsfaktorer (Granhage, 2009)



Figur 4. Exempel på massornas olika volymer.

2.6.3 Massdisponering

Massorna ska disponeras på bästa möjliga sätt och en massbalans eftersträvas. Den teoretiska massdispositionen är dock inte alltid den optimala. Hur massorna kan och bör användas är beroende av vilken typ av jord eller berg som finns tillgänglig för olika typer av konstruktioner samt Trafikverkets råd och krav för vägkonstruktion. Dessa går att finna i TRVK och TRVR. Utöver detta måste transportlängd, bemanning, tillgängliga maskiner och tidplan för projektet beaktas. För att kunna hantera den stora mängd data som masshanteringen innebär, används olika programvaror. Längre har exempelvis Microsoft Excel använts men på senare år har programmet DynaRoad tagits fram för att underlätta den teoretiska masshanteringen. I kapitel 2.7 tas mer information om DynaRoad och andra tekniska hjälpmedel upp. Som en inledande översiktlig planering för att se om massbalans kan åstadkommas, används massprofil och massdiagram.

Massdiagram

I grafen nedan beskriver ytan volymen av bankar och skärningar samt dess placering längs ett vägparti som sträcker sig mellan 0 - 1300 meter. Den tänkta vägens terrassnivå motsvaras av "noll-linjen". Massorna ovanför linjen innebär skärning och massor under linjen innebär bank, se diagram 1. I massdiagrammet framställs mängderna beräknade med korrektionsfaktorer (Granhage, 2009).

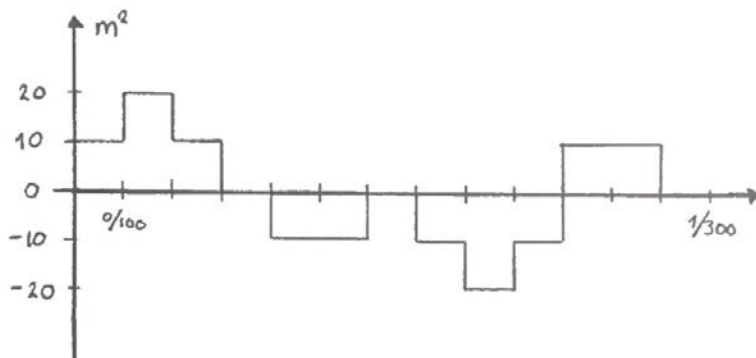


Diagram 1. Massdiagram

Massprofil

Massprofilen använder sig av data från massdiagrammet och redovisar den ackumulerade summan av massornas volym längs vägpartiet. Ett stigande värde motsvarar skärning och ett fallande värde bank. Ifall grafen avslutas på "noll-linjen" råder massbalans längs vägpartiet. Diagram 2 visar den massprofil som motsvarar massdiagrammet i diagram 1 (Granhage, 2009).

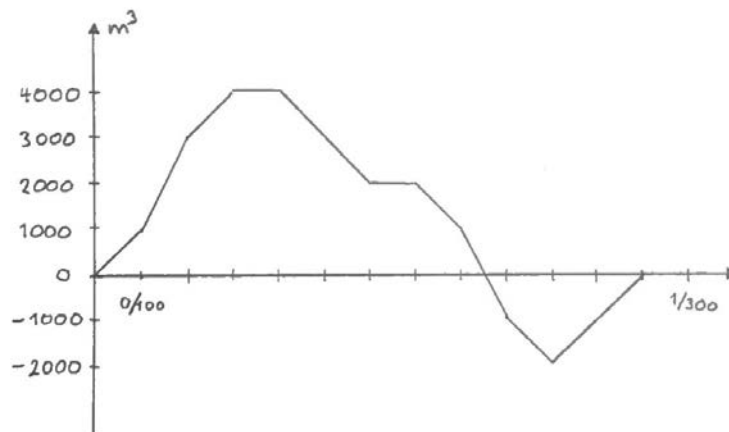


Diagram 2. Massprofil

2.7 Teknik och programvaror

Det finns många tekniska hjälpmedel, instrument och programvaror som kan användas vid projektering och utförande av storskaliga vägprojekt. Till en början handlar det om att med hjälp av olika mättekniker uppskatta de volymer och mängder som ska disponeras. För optimering och projektstyrning är det fortfarande relativt nytt med avancerade programvaror. I detta kapitel presenteras några av de instrument och program som används för masshantering vid vägprojekt.

2.7.1 Geodetisk mätning

Förutsättningen för dagens geodetiska mätningar är användning av referenssystem och en geodetisk infrastruktur bestående av fasta referenspunkter och utnyttjandet av satelliter för positionsmätning. SWEREF 99 och RH 2000 är de referenssystem som används i Sverige. Det svenska referenspunktnätet för mätning med GNSS benämns SWEPOS och tillhandahålls av Lantmäteriet (Jönsson, 2011). Referenspunktnätet används sedan för att skapa ett *stompunktsnät* på lokal nivå och sen utnyttja stornätets koordinater som referens vid inmätning och utsättning med totalstation (Granhage, 2011).

Inmätning av totalstation

Användandet av en totalstation för inmätning av ett specifikt område eller objekt förutsätter att instrumentet positionsbestämts med hjälp av två eller fler koordinatkända punkter. Metoden är ganska tidskrävande och kräver stor noggrannhet (Granhage, 2011).

Mätning med GNSS/GPS

Mätning med GPS-instrument är en metod som är betydligt snabbare. Tidigare har metoden inte varit tillräckligt noggrann för att kunna användas. Men i takt med att utvecklingen gått framåt används numera GPS-mätning med fullgod precision. För att kunna göra en noggrann positionering krävs signaler från 4-5 satelliter och en referenspunkt på jorden där en basstation kommunicerar med satelliter och mottagare (Granhage, 2011).

Laserscanning

Laserscanning innebär att ett objekt, yta eller en volym mäts in med en punktsvärm där varje punkts position har millimeterprecision. Vid laserscanning används ett instrument som precis som med en totalstation måste positionsbestämmas med hjälp av referenspunkter. Dagens scanstationer mäter 50 000 punkter i sekunden och det bildas på så sätt en 3D-bild av det inmätta objektet när det behandlas i programvara (Mättjänst, 2014). På senare tid har flygburen laserscanning blivit allt mer vanligt (Lantmäteriet, 2014).

Fotogrammetri och flygmätning

Fotogrammetri är en metod att mäta läget för ett objekt i 3 dimensioner genom att

studera fotografiska bilder. Förr i tiden gjordes mätningar på terräng genom att studera flygfotografier i stereo, dvs. bildpar med minst 60 % överlappning. På så sätt går det att avgöra ett objekts läge både i plan och i höjd. Numera kopplas digitala bilder samman med ett geodetiskt referenssystem i en programvara som behandlar informationen och bygger upp en digital terrängmodell med hög noggrannhet. En effektiv och alltmer förekommande metod är att använda modellflygplan (UAS) för fotogrammetri (Lantmäteriet, 2014).

2.7.2 Programvaror för vägprojektering

Vid projektering av väg finns en rad olika datorprogram tillgängliga på marknaden. Programvaran *Novapoint VÄG* från det norska företaget Vianova AS är det mest använda verktyget för vägprojektering i Norden (Vianova, 2014). *Novapoint* fungerar som ett tilläggsprogram för *AutoCAD* från företaget Autodesk. I programmet ritas väglinjen ut i ett underlag av terräng- och jordartsdata lagrade i en terrängmodell (Vianova, 2013). Med hjälp av vägmodellen som ritas ut i *Novapoint VÄG* ges fullständig information om den projekterade vägen i form av väglinjer, tvärsektioner, horisontal- och vertikalgeometri samt volymeräkningar. Utsättningsdata kan sedan exporteras till filformat som passar till *Trimble*, *Leica*, *LandXML* och mängdberäkningar till *Microsoft Excel* (Vianova, 2013).

2.7.3 Programvara för masshantering- DynaRoad

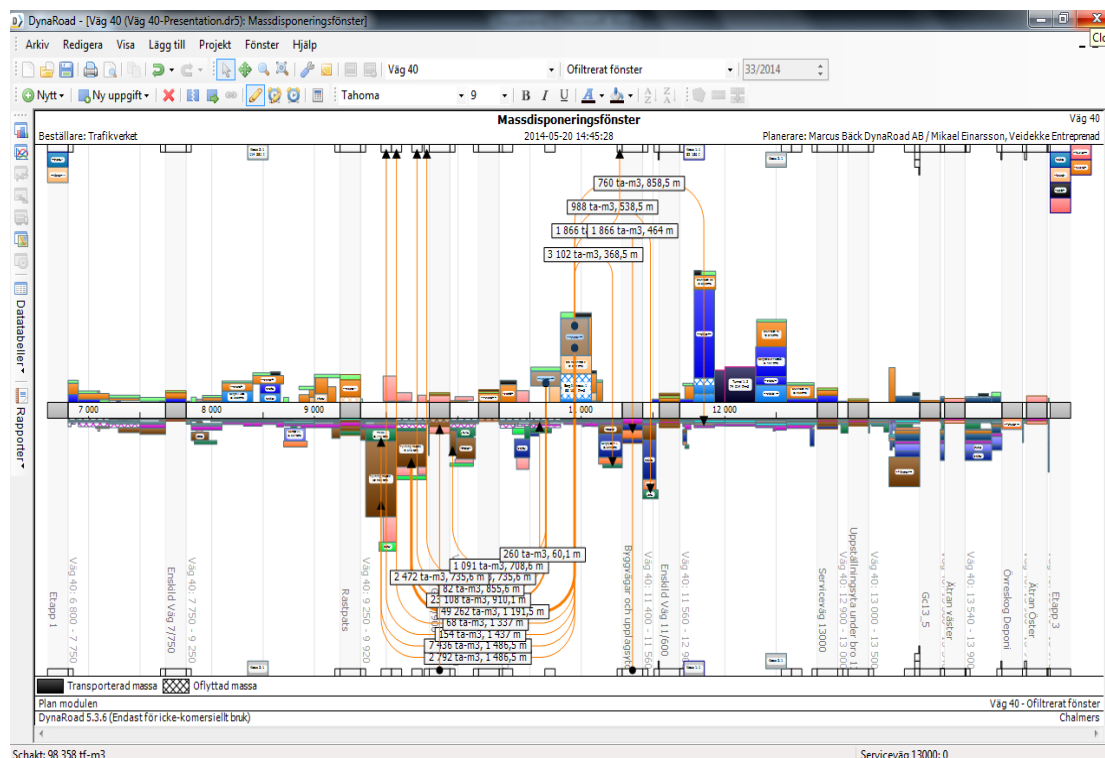
DynaRoad är ett program avsett för att projektera, planera och styra masshanteringen vid stora vägbyggnadsprojekt. Användandet av programvaran är uppbyggt kring tre olika moduler som kan användas för olika stadier i projektet. Modulerna är *Plan*, *Schedule* och *Control*. Modulerna hör samman och för att till exempel planera transporter används både *Plan*- och *Schedule*modulerna. För att påbörja arbetet med ett projekt väljs en mall med information som är möjlig att redigera. Mallen innehåller kalender för projektet, resurser, arbetsgrupper, uppgiftstyper och enheter. Till mallen läggs information specifik för projektet som mängder, avstånd, kostnader och väglinje med tillhörande sidoområden och förbindelser. Informationen som planeras och bearbetas i programmet läses av genom olika fönster och textrapporter. De fönster som visualiserar projektinformationen i form av grafer är *Massdisponeringsfönster*, *Masskurvafönster*, *Tid-lägefönster*, *Gantt-fönster*, *Resursfönster*, *Kartfönster* och *Uppföljningsfönster*. Textrapporterna är olika sammanställningar av projektinformation i tabellformat som kan exporteras till andra program som till exempel *Excel* eller skrivas ut (*DynaRoad*, 2014).

Modulerna i DynaRoad

DynaRoad Plan

Första modulen är *DynaRoad Plan* och används för att minimera transportsträckor och optimera disponeringen för att nå massbalans. Till projektets mall importerar en *Excel*fil med planerade arbetsställen efter sektion med uppgifter och mängder för alla väglinjer och områden i det planerade projektet. Med uppgifter menas schakt, fyll och utgrävningar. Sidotag, mellanlager, sidotippar och krossplatser måste föras

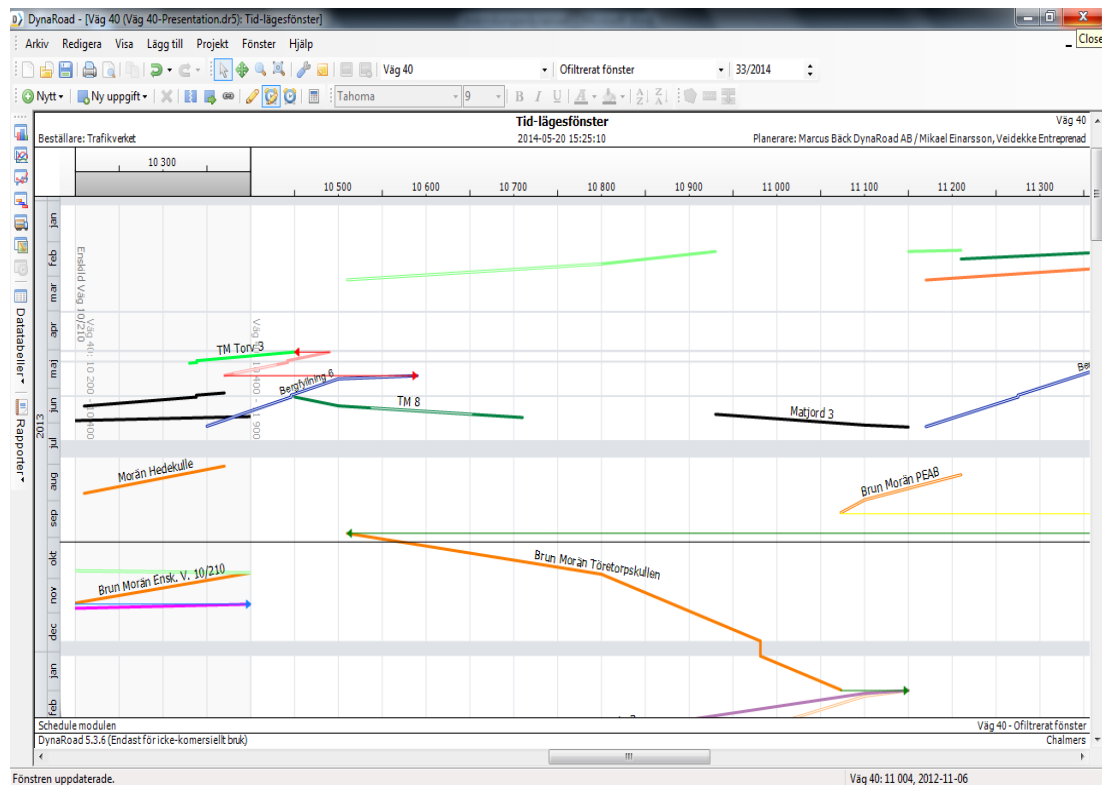
in manuellt i programmet. Funktionen "Beräkna masstransporter" beräknar transportererna och ett förslag ges på den optimala disponeringen i relation till kostnad, tid och avstånd. Utslaget av disponeringen redogörs i det grafiska fönstret, se figur 5. Informationen måste därefter ses över och redigeras manuellt för att kontrollera att planen är realistisk (DynaRoad, 2014).



Figur 5. Överblick av projektets massdisponering i DynaRoads planmodul (DynaRoad, 2013).

DynaRoad Schedule

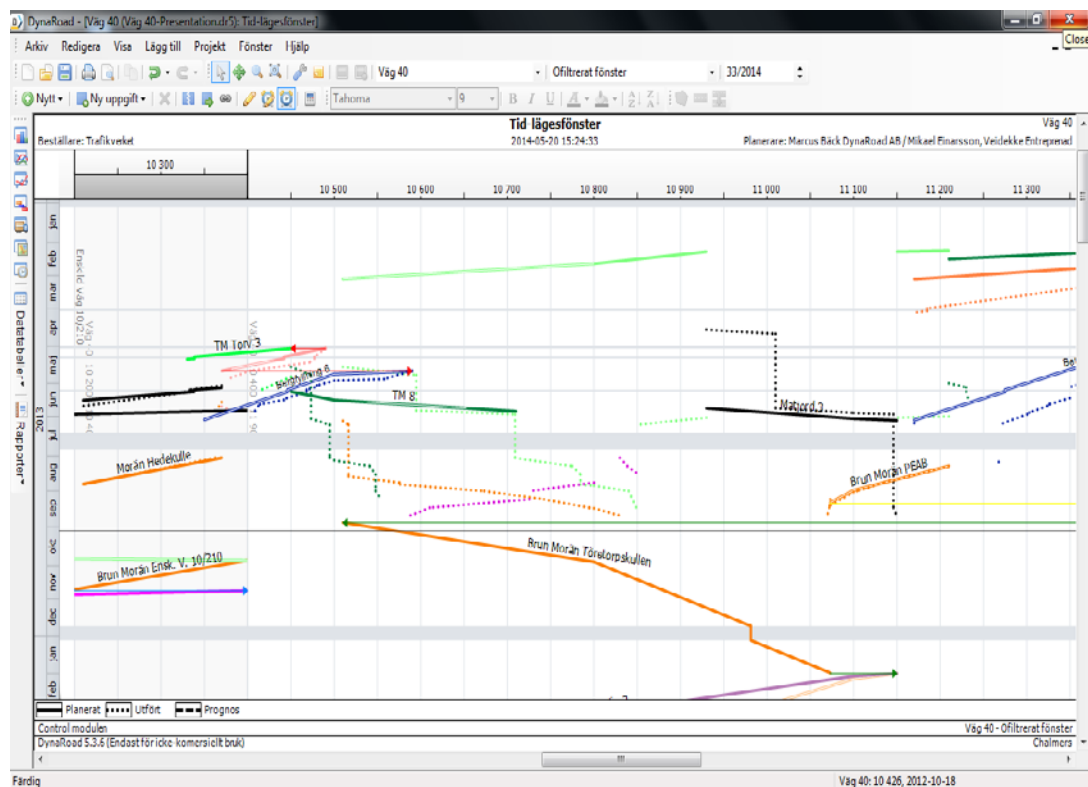
Modulen Schedule används för att lägga upp ett schema för uppgifter, transporter och resursanvändning. Arbetet med schemalaggningen visualiseras dels i ett Gantt-schema, där varje uppgifts tidsåtgång och beroende till andra uppgifter visas och dels i Tid-lägesfönstret där uppgifterna ritas in i en graf, med väglinjens sträckning på x-axlen och kalendern på y-axeln, se figur 6. Denna graf kallas *line-of-balance*. Till hjälp för att styra resursanvändningen finns *Resursfönstret* som visar använda resurser som en funktion av tiden. Med denna graf åskådliggörs vilka variationer som finns och visar när det kan finnas behov av att ändra upplägget för att få en så jämn resursanvändning som möjligt (DynaRoad, 2014).



Figur 6. Line-of-balance diagram från DynaRoads Schedulemodul (DynaRoad, 2013)

DynaRoad Control

Controlmodulen är ett verktyg för att följa upp projektets framfart. Efterhand som arbetet pågår matas uppgifter i form av volymer och transportsträckor in manuellt i programmet och kan på så vis jämföras med planeringen i Plan- och Schedulemodulerna. Uppföljningen markeras med prickade linjer och kan jämföras med den planerade förflyttningen som är heldragna linjer, se figur 7. Genom detta grafiska fönster upptäcks avbräck i masshanteringen jämfört med den ursprungliga planen och skillnaderna visar att nödvändiga åtgärder måste göras i projektstyrningen för att exempelvis tidsplaneringen eller massvolymerna ska stämma i slutändan (DynaRoad, 2014).



Figur 7. I Controlmodulen visas verkligt utförda masstransporter mot de planerade (DynaRoad, 2013).

2.7.4 Topcon - Sitelink3D

Programvaran Sitelink 3D är framtaget av företaget Topcon för att underlätta produktionsstyrningen vid vägbyggnationer. Genom att koppla in GPS på samtliga maskiner i vägproduktionen, gör programmet det möjligt att i realtid föra in nivåer där vägen produceras. Förutom GPS-funktionen, ger programmet möjlighet åt dumperföraren att loggföra på- och avlastning. Av den insamlade datan, skapas sedan 3D-modeller över projektet, se figur 8. Produktionsledning kan på så vis få en tydlig överblick över projektets förflyttade massor och även använda den insamlade datan till uppföljning i DynaRoad (Lindell, 2014). Sedan 2013 ägs DynaRoad av Topcon och vid intervju med DynaRoads programvaruutvecklare, framgår det att Sitelink3D och DynaRoad, redan i dag kan kopplas till varandra. Denna koppling mellan programmen är något som kommer att utvecklas mer i framtiden.



Figur 8. Sitelink3D skapar 3D-modeller över projektets område. De olika nivåerna kan markeras med olika färger som gör det visuellt tydligt (Topcon (2), 2013).

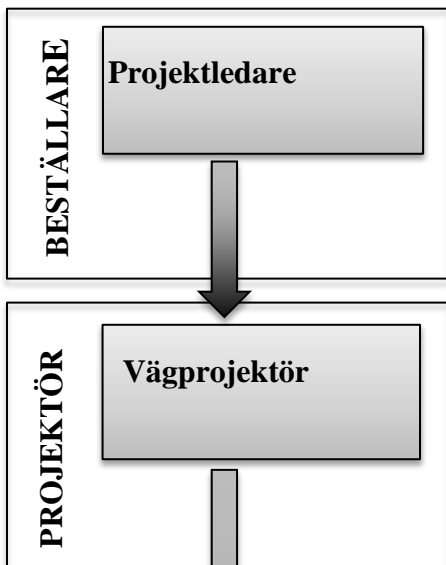
2.7.5 Volvo CareTrack

CareTrack är ett av Volvo utvecklat maskinövervakningssystem. CareTracks huvudfunktioner är kartläggning, spårning, drifrapporter, serviceplanering och stöldskydd. Systemet är nytt och fortfarande under utveckling. Det är i första hand framtaget för att effektivisera maskindriften genom till exempel drifrapporter, lastutnyttjande och handhavande. I funktionen kartläggning och spårning redovisas maskiners exakta position, maskintimmar och bränsleförbrukning i realtid. För föraren eller annan behörig visas position med hjälp av GPS och Google Maps i CareTracks gränssnitt (Volvo Construction Equipment (1), 2012). I Volvos nya FS-serie av dumprar finns en integrerad våg i lastkorgen, systemet kallas *On Board Weighing system* och kopplas samman med CareTrack för logg av all transporterad last i ton (Volvo Construction Equipment (2), 2012). Sammantaget kan all information som ges i CareTrack visas i förarhytten på maskinen eller i en annan dator med uppkoppling mot samma system. Informationen som ges kan exporteras till Microsoft Excelfiler och på så sätt användas i annan programvara för masshantering. Volvo beskriver i produktbladet för CareTrack hur utomstående enheter kan prenumerera på utvalda rapporter så att endast relevant information förmedlas till berörd mottagare (Volvo Construction Equipment (1), 2012).

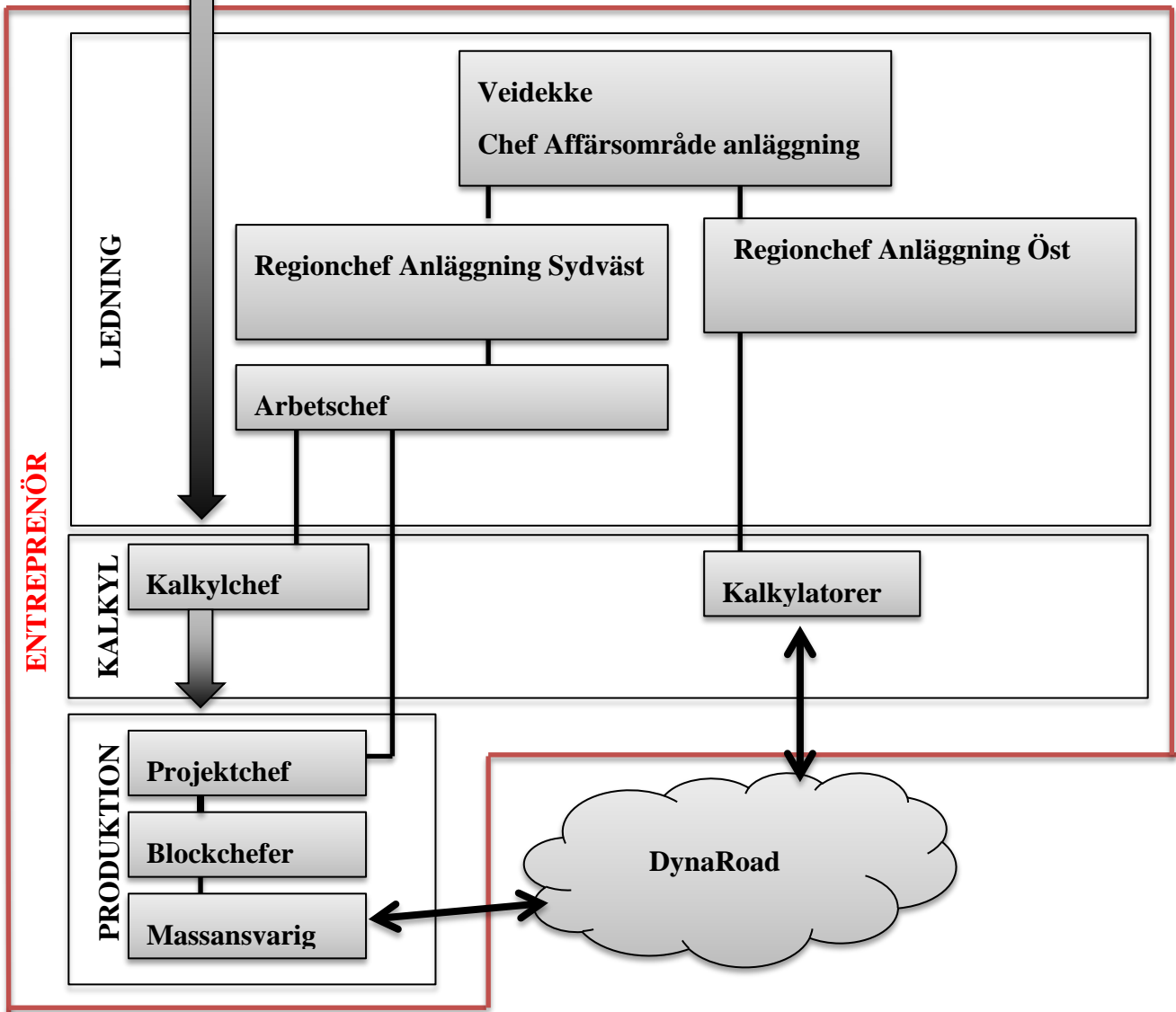
3 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet från de intervjuer vi har gjort. På nästa sida visas de vi har intervjuat i en organisationskarta. Materialet börjar med att följa organisationskartans vänstra del. Detta är personer kopplade till projektet på väg 40, från projektör till kalkylavdelning och vidare till produktion. Därefter presenteras de intervjuer vi har gjort med kalkylavdelningen från Region Anläggning Öst, en programvaruutvecklare från DynaRoad och till sist chefen för Region Anläggning Sydväst. En intervju med Trafikverkets projektledare för projektet på väg 40 gjordes men materialet ansågs falla utanför den här rapportens avgränsningar.

3.1 Organisationskarta



Denna karta syftar till att beskriva hur de personer vi har intervjuat förhåller sig till varandra rent organisatoriskt. Den svarta pilen symboliserar "masshanterings väg" från beställare till produktion. Den verkliga organisationen inom Veidekke innehåller många fler funktioner men utelämnas från denna karta för att behålla enkelheten. Kartan visar däremot Veidekkes chef för affärsområde anläggning och chef för Region Anläggning Öst. Dessa har inte intervjuats för rapporten utan finns bara med för att förstå organisationen.



3.2 Detaljprojektering

3.2.1 Intervjuperson

Hos teknikkonsulten, har en vägprojektör intervjuats angående detaljprojektering av del av väg 40.

3.2.2 Förutsättningar och indata

När projekteringen påbörjas får konsulten förutsättningar satta av Trafikverket. Detta innebär att vägkorridoren, i vilken vägen ska byggas med vissa frihetsgrader är bestämd och vilken standard vägen ska hålla när den är färdigbyggd. Trafikverket lämnar över en terrängmodell till konsulten framtagen genom flygscanning. De inscannade nivåerna visar ytan över det område som vägen planeras byggas på och förs in i digital form för att kunna användas vid projektering med CAD-verktyg. Framtagning av terrängmodeller innebär en del svårigheter med att få tillförlitliga mängder. Exempelvis kan punkter mätta på träd eller ett buskage förefalla som en nivåskillnad i terräng när marken under i själva verket kan vara helt plan. Det inscannade materialet kräver därmed en omfattande efterbehandling. För att öka tillförlitligheten i terrängmodellen sammanförs data från laserscanning med inmätta punkter för de områden som kräver extra noggrannhet. Enkelt uttryckt så innebär noggranna inmätningar i projekteringsfasen att de massor som beräknas vid massdisposition och utförande i högre grad stämmer med verkligheten vilket i stor utsträckning påverkar tid och kostnadsberäkningar för projektet.

3.2.3 Kompletteringar och indata

I samtalet med vägprojektören, framgick att teknikkonsulten själva tar fram överyts-, berg- och jordartsmodell för den sträckning som vägen planeras för. Nivåer för jord- och berglager och kvalité tas fram genom provborring och seismik i terrängen. Geoteknikerna hos konsulten för sedan in det tolkade resultatet från provborringarna manuellt till terrängmodellen, vilket är ytterligare en tidskrävande aktivitet. I nuläget saknas rutiner och utrustning hos teknikkonsulten för att med exempelvis GPS föra in inmätta data i realtid. Vägprojektören beskriver också att det i samband med provborringarna uppstår en del osäkerheter. Det kan till exempel vara att borrhuvudet stöter på en större sten i jordlagret. Stenen kan då uppfattas som att borrhningen kommit ner till berglagret. Sådana felaktigheter påverkar naturligtvis riktigheten i det material som används vid projektering och massberäkningar.

Inför planeringen av en ny väg tilldelar staten Trafikverket pengar för projektet. Dessa pengar måste därefter användas till projektet inom en viss tidsram för att inte återkallas. Tiden från att beslutet för att vägen ska byggas till att den ska börja produceras kan därför i sammanhanget bli kort vilket påverkar alla led i processen. Pressen att arbeta inom en snäv tidsram gör på så sätt att projektören ibland inte hinner arbeta med lika stor noggrannhet som önskas. Vägprojektören förklarar ett

exempel på detta från väg 40, där projektören hade missat att det skulle behöva sprängas bort över 8000m³ på vardera sida om tunneln. Det innebar en ökad tid- och resursåtgång för Veidekke och därmed en ökad kostnad för Trafikverket som beställare.

3.2.4 Överlämning till entreprenör för kalkylering

Enligt vägprojektören förekom det ingen överlämning från deras sida till entreprenören Veidekke, i projektet på väg 40. Det är Trafikverket som lämnar över bygghandlingarna till Veidekke och även när projektet väl är i gång sker ingen direkt kommunikation mellan entreprenör och projektör. Tekniska frågor från Veidekke gällande till exempel ritningar går på så sätt genom Trafikverket till konsulten och svaret sedan samma väg tillbaka. Den intervjuade vägprojektören tror att det skulle varit en god idé att göra en överlämning där både projektör, entreprenör och beställare medverkar. I nuläget är många av vägbyggnationerna i Sverige utförandeentreprenader. Men i framtiden vill Trafikverket att cirka 40 % av entreprenaderna ska vara totalentreprenader. I en sådan entreprenadform underlättas informationsutbytet och överlämningen mellan de olika stegen då entreprenören jobbar ihop med de som tar fram bygghandlingar.

3.2.5 Förslag på förändringar i handläggningen

Under framtagningen av bygghandlingar använder vägprojektören programmet Novapoint i Autocad för att projektera och att ta fram ritningar för vägen. I projekteringen av väg 40 beskrev konsulten inte förslag för var schakt, fyll och transporter skulle utföras utan det var upp till Veidekke att planera. Till Trafikverket och Veidekke lämnas handlingar i en mängd olika format. Det rör sig om allt från ritningar till mängdförteckningar och geodata. En mängdförteckning där alla mängder och koder är upprättade enligt AMA-systemet skickas med i förfrågningsunderlaget för entreprenörer att prissätta och lämna anbud på. Vägprojektören tycker att det möjligtvis läggs för mycket tid på att framställa ritningar som kanske inte används. Ett exempel på detta är sektionsritningar som framställs för var 20 meter för planerad väg. Ett bättre alternativ hade enligt vägprojektören varit en heltäckande 3D-modell med fullständiga och exakta mått. I nuläget kräver dock Trafikverket att 2D-ritningar ska vara det gällande arbetsmaterialet.

3.3 Erfarenheter från kalkylchefen i Göteborg

3.3.1 Intervjuperson

Kalkylchefen hos Veidekke- Region Anläggning Sydväst, har intervjuats angående arbetet med att räkna på anbud. Avdelningen använder i dagsläget inte programvaran DynaRoad.

3.3.2 Kalkylatorns roll

Entreprenören arbetar med att utföra arbeten åt beställare. För byggföretagen gäller det att ta fram genomtänkta och konkurrenskraftiga anbud på de förfrågningsunderlag

som beställaren lägger ut. I regel går till så att beställaren skickar ut förfrågningsunderlag för ett arbete som planeras att utföra till upphandling. Privata aktörer kan vända sig direkt till en entreprenör de vill samarbeta med, men i fallet med väg 40 är Trafikverket som offentlig beställare enligt LOU skyldiga att välja det minst kostsamma anbudet. För kalkylavdelningen innebär detta en svår balansgång mellan att lämna ett så lågt prissatt anbud som möjligt men samtidigt räkna hem en vinst för företaget.

3.3.3 Indata till kalkylarbetet

Till förfrågningsunderlaget för väg 40 har Trafikverket samarbetat med kommun och teknik konsulter. När underlaget ligger ute för upphandling delges Veidekkes kalkylavdelning fullständiga bygghandlingar och förteckning över alla mängder och koder enligt AMA-systemet. Handlingarna ska också beskriva vilket AMA-system som gäller samt vilka eventuella ändringar i AMA som projektet innehåller.

3.3.4 Beräkning och disponering av massor

Arbetet med anbuds-kalkylen för väg 40 är uppdelat inom en arbetsgrupp som kalkylchefen leder. För projektet delades arbetet upp i tunnel, bro, mark och massförflyttningar där var och en räknade på olika delar. Under arbetets gång hölls avstämningsmöten och i slutändan sammanställdes allt material. Vid mindre projekt kan det vara en person som räknar på allt men i ett projekt av väg 40 storlek delas det upp mellan flera kalkylatorer. Kalkylchefen beskriver hur det material som utgör förfrågningsunderlaget hämtas hem digitalt från uppdragsgivaren. Vad gäller masshanteringen så beskrivs till exempel ett visst jordschakt i mängdförteckningen. Sedan kan kalkylgruppen med hjälp av ritningar och kartor över projektet, arbeta fram en lösning för tid, resursåtgång, transport och placering. I förfrågningsunderlaget måste allt arbete och alla mängder finnas med. Kommer det i produktionen fram att något glömdes i arbetsplanen har entreprenören rätt att ta extra betalt för det. Samma sak gäller dock för anbudet. Eventuella missar i anbudet från entreprenörens sida kan inte krävas betalt för i efterhand. I projektet med väg 40 disponeras drygt 1miljon m³ massor, vilket ställer höga krav på planering. Parallellt med kalkylavdelningens beräkningar arbetar inköpsavdelningen med att upphandla underentreprenörer till bästa pris för exempelvis schaktmaskiner och förare.

3.3.5 Metoder för massdisponering.

Enligt kalkylchefen kräver arbetet med kalkyl en stor del erfarenhet för att veta vad som behövs och vad som fungerar i den verkliga produktionen. Han berättar att han delvis använder information om bland annat schakt och transportkapaciteter som togs fram av Vägverket på 80-talet. På den tiden gjordes en stor utredning som till stor del går att tillämpa även nu för tiden. Men han påpekar att det saknas en modern kunskapsbank för sådan information. Eftersom liknande utredningar inte görs längre får de förlita sig på erfarenhet från tidigare kalkylarbeten. Till sin hjälp för att, i kalkylen av väg 40, beräkna hanteringen av massor använde kalkylgruppen i huvudsak *Microsoft Excel* samt papper och penna. , över den planerade vägen och

dess schakt och fyll, arbetade de med att få ihop transporterna. I Excel går det att rita vägen som en baslinje och beskriva massbalansen utifrån den. Vid kalkylarbetet är det viktigt att projektör och entreprenör använder samma korrektionsfaktorer för masshantering. Dessa råder det dock delade meningar om ibland enligt den intervjuade. I tidigare arbeten har han provat att använda ett program som heter *Roadworks*. *Roadworks* är utvecklat på Svevia under tiden det var en del av Vägverket och fungerar så att mängderna för massorna matas in och beskrivs i programmet med olika diagram. Programmet kan i likhet med *DynaRoad* göra beräkningar för massdisponering. Kalkylchefen beskriver vidare att arbetet med *Roadworks* var ganska tungt för det krävde inmatning för hand av massorna var tjugonde meter. Tills sin hjälp då använde han i huvudsak 2D-ritingar tillsammans med mängdförteckningar.

3.3.6 Överlämning till produktionsledning

Ifall Veidekke lyckas med prissättningen och vinner anbudet, börjar arbetet med att sätta ihop ett arbetslag som ska utföra projektet ute på plats. När produktionen ska starta är redan en stor del av planeringen för projektet utförd. Veidekke har rutiner för hur överlämningen av information mellan kalkylavdelningen och produktionsledningen ska gå till. Men enligt både kalkylchefen och projektchefen för väg 40 finns det en del brister här. Framför allt pekar båda på att överlämningen på grund av tidsbrist inte varit helt tillfredsställande. Kalkylchefen föreslår nu i efterhand att ett projekt av väg 40 storlek borde getts mer tid för överlämning. I projektet var överlämningen bara några dagar. Hade tiden istället varit upp mot en månad hade kalkylavdelningen och produktionsledningen kunnat gå igenom projektet mera ingående och mycket dubbelarbete hade kunnat undvikas. Enligt massansvarig projektingenjör så räknade och planerade produktionsledningen på saker rörande masshantering som kalkylatorerna redan lagt ner arbete på. Enligt chefen för kalkylavdelningen beror tidspressen framför allt på att det ständiga arbetet med att räkna på nya anbud ges högre prioritet. Vid överlämningen från kalkyl till produktionsledning behandlas mycket information och för stora projekt är det enligt massansvarig projektingenjör svårt att under så kort tid bli tillräckligt insatt i projektet för att det ska ge full verkan. En del information kan glömmas av och vissa detaljer hinns inte med alls. Med andra ord får projektet inte riktigt den flygande start som hade önskats. Kalkylchefen berättar att han vid ett tidigare projekt följt med ut i produktion och suttit med i upp till år. Detta hade fungerat väldigt bra och projektchefen och andra inblandade hade kunnat gå direkt till honom på plats för att fråga hur kalkyl tänkt i olika fall. Den typen av överlämning blir värdefull både för de som arbetar med produktionen och genom att den som har räknat på anbudet ges möjligheten att följa upp det verkliga utfallet. Att låta projektchefen för ett kommande projekt vara med i kalkylarbetet ser den intervjuade inte som någon fungerande möjlighet. Dels behövs projektledningen på annat håll i kalkylfasen och dels kan det innebära att det eventuellt skrivs in mer saker än vad som behövs. I de fall personer från projektledning har tid är det däremot positivt om det finns utrymme för att utveckla tankar och idéer ihop. I projektet med väg 40 har både kalkylchef och

massansvarig projektingenjör försökt hålla kontinuerlig kontakt.

3.3.7 Erfarenhetsåterföring

Under intervjun med kalkylchefen berättar han om ett exempel på erfarenhetsåterföring från produktionen. I projektet med väg 40 hade kalkylavdelningen räknat på för hög kapacitet för jordschakt. Det finns flera möjliga förklaringar till varför det inte har stämt, som till exempel väderförhållanden, men att kapaciteten generellt bedömts 10 % för högt vilket har påverkat tidsåtgång och kostnader. Väderförhållanden påverkar stort och ibland uppstår problem med kvalitén på de massor som hanteras. Kalkylchefen berättar vidare om hur det i projektet på väg 40 var planerat för en bankfyllning av krossat berg vid en sektion av vägen med en bro. Då jordmaterial var mer lättillgängligt i det läget kom man i samråd med beställaren och geotekniker överens om att det fungerade lika bra att fylla med jord. I detta fall följdes inte den ursprungliga planen men det sparades in på både tid och kostnader. Bergmassorna som i sin tur inte behövdes för projektet kunde användas på etappen intill

3.3.8 Tankar kring användandet av DynaRoad

Veidekke Region Anläggning Sydväst, har för tillfället två licenser för programvaran DynaRoad som används ute i produktionen. Kalkylchefen förklarar att han hittills inte arbetat med programmet. Han nämner att licenskostnaden för programmet är hög samt att det tar tid i anspråk att lära sig nya program som några av anledningarna till att de inte använt DynaRoad. Enligt den intervjuade är det inte heller så vanligt att de räknar på så stora anbud som väg 40 och att programmet kanske inte lämpar sig lika bra för mindre projekt. I samband med ett möte för erfarenhetsåterkoppling visade massansvarig projektingenjör på väg 40 upp några av de funktioner som använts ute i produktionen och kalkylchefen nämner att tidplanen i programmet är bra. Till skillnad från vanliga Gantt-diagram har tidplanen i DynaRoad tiden på y-axeln och vägens sträckning på x-axeln.

3.4 Produktionsledning

I arbetet med väg 40 har Veidekke för första gången använt programvaran DynaRoad i produktionsfasen. Eftersom tidigare erfarenhet av programmet i detta skede saknas, har användandet löpt parallellt med företagets vanliga sätt att hantera massor under ett vägbygge. Enligt Veidekkes chef för Region Anläggning Sydväst, är denna del av företaget relativt nya på marknaden vad gäller vägprojekt som till storlek och omfattning liknar väg 40. Syftet med att använda DynaRoad, har därför varit att undersöka huruvida en programvara som DynaRoad kan underlätta ute i produktionen av ett projekt med så omfattande arbete med masshantering. Förhoppningen med användandet av DynaRoad är att få fram ett bra system för planering av massor läng sträckan och även kunna utnyttja programmet till att följa upp hur massorna sedan har transporterats.

3.4.1 Intervjuade personer

De personer som intervjuats i produktionsledningen är massansvarig projektingenjör, projektchefen samt två av projektets blockchefer.

Den massansvarige ingenjören är den enda anställda i Region Anläggning Sydväst som utbildats i programmet och arbetat självständigt i DynaRoad. Projektchefen och de två intervjuade blockcheferna har stundvis varit involverade i arbetet med programmet men alltid i samspråk med massansvarige ingenjören. Övrig personal kopplad till projektet har inte varit delaktiga i arbetet med DynaRoad.

3.4.2 Inläring av DynaRoad

Då den massansvarige inte har någon tidigare erfarenhet av programvaran, var det nödvändigt att hyra in en konsult från DynaRoad Oy inför uppstarten av projektet. Detta innebär att den inköpta konsulten var den som laddade över all mängddata som tillhandahållits från projektören. Eftersom konsulten har mycket tidigare erfarenhet av att jobba med DynaRoad, tog detta arbete endast några timmar att genomföra. Att hyra in en sådan tjänst från DynaRoad tycker projektets massansvarige varit bra eftersom det på så vis blir en bra start med korrekta värden som går att lita på. Däremot poängterar den intervjuade att detta grundarbete fortfarande känns svårt, och kunskapen att utan stöttning kunna starta upp ett nytt projekt i DynaRoad fortfarande saknas bland Veidekkes anställda.

3.4.3 Användandet i uppstart

Projektets massansvarige tycker att användandet av denna typ av datoriserat program har klara fördelar vid planeringen av massförflyttningar inom projektets område. Under intervju framgår det att det är enkelt att sitta och laborera fram olika alternativ i DynaRoad. Det upplevs också att programmet tydligt visar om planerade massförflyttningar inte går att genomföra som tänkt.

Trots att endast projektets massansvarige har arbetat direkt i DynaRoad, upplever alla de intervjuade att de kunnat dra nytta av programmet. Vid projektets uppstart kunde projektchef, massansvarig och de två blockcheferna tillsammans sitta och pröva idéer i DynaRoads två moduler *Plan* och *Schedule*. Enligt en av blockcheferna skilde sig inte resultatet av arbetet som tagits fram med hjälp av DynaRoad, avsevärt mycket i förhållande till det resultat som tagits fram på annat sätt i projektets kalkylskede. Detta talar om att programmet i sig inte är något revolutionerande med nya lösningar, utan att styrkan istället ligger i dess tydliga struktur som ger en snabb och tydlig överblick över massorna som finns inom projektet.

Det gemensamma arbetet med DynaRoad i uppstarten, ledde till att olika varianter och lösningar kring masshanteringen kunde testas. Detta ger en möjlighet att smidigt ta fram flera alternativ som kan jämföras med varandra för att få fram en så bra massförflyttning som möjligt. Under intervju med en av blockcheferna, framgår det att masshanteringen är en mycket betydande del i anläggningsprojekt. Eftersom arbetet med masshanteringen är så omfattande och tidskrävande kan välgenomtänkta masstransporter dra ner mycket på de totala kostnaderna för projektet.

Den massansvarige anser att arbetet de kunde göra i grupp varit oerhört viktigt för projektet. Att arbeta tillsammans i DynaRoad, gjorde det betydligt enklare att upptäcka fel och missar i planeringen av massor längs sträckan. Annars är det vanligt att en person gör detta planeringsarbetet själv. Vid intervjuer i produktion har det framgått att samtliga anser att det istället är en klar fördel, att som i detta fall vara fler inblandade i arbetet med massförflyttning vid projektets uppstart.

3.4.4 DynaRoad som planeringsverktyg

I samtliga intervjuer ute i produktion, framgår det också att alla är positivt inställda till tidsplanen som tas fram i DynaRoad. En gemensam åsikt som finns är att diagram enligt det så kallade *line-of-balance* systemet, är betydligt enklare att förstå än den som traditionellt brukar göras enligt Gantt. Projektchefen talar om att DynaRoads sätt att lägga tidsaxeln vinkelrät mot vägens sträckning som går i horisontalled, gör planeringen betydligt enklare att förstå och sätta sig in i. Även massansvarige påpekar att detta så kallade *line-of-balance* systemet, borde tas in betydligt mer inom Veidekkes anläggningsavdelning. Detta sätt att rita upp tidsplan längs vägens sträckning, är något som länge använts vid planering av tågavgångar. Under intervju med projektets massansvarige är han tydlig med sin åsikt om att byggbranschen måste våga bryta gamla mönster och ta in nya arbetsmetoder för att kunna utveckla sitt arbete.

Genom att i de olika blocken, använda DynaRoad som gemensamt program för massdisponering och planering, skapas en enhetlig bild av det aktuella läget gällande massorna i projektet. Med ett ökat informationsutbytet mellan de olika blocken tror massansvarige att det blir lättare att arbeta bort den kultur där var och en arbetar på med sina uppgifter utan att stämma av med varandra. Detta är ett vanligt problem inom byggbranschen men den intervjuade ser goda möjligheter till förändring genom att personal inom företaget fått upp ögonen för en programvara som DynaRoad.

3.4.5 Uppföljning

Till skillnad från det uppskattade planeringsarbetet i DynaRoad har det uppstått svårigheter med användandet längre fram i produktionsfasen. I intervju med projektchefen framgår det att problem har stötts på i samband med den mängduppföljning som gjorts i samband med projektet.

En bidragande orsak till den problemfyllda uppföljningen, ligger i svårigheten i att få fram tillräckligt exakta värden på den schaktade massan. Detta beror till stor del på att kommunikationen mellan dumperförare och platsledningen brister när det schaktade massorna ska rapporteras in. I samtal med massansvarige framgår det att man valt att i projektet använda sig av ett så enkelt rapporteringssystem som möjligt. I dagsläget ska därför varje dumperförare anteckna hur många lass för respektive material, som gjorts. Detta lämnas in veckovis till kontoret genom handskrivna lappar. Genom att man kommit överrens om en uppskattad mängd som motsvarar varje dumperlass, kan en omräkning till m³ därefter göras. Enligt massansvarig för projektet är detta en svag länk till uppföljningen i DynaRoad, då de beräknade

värdena i vissa fall stämmer dåligt med verkligheten. I takt med att detta problem uppdagats har användandet av DynaRoad minskat under projektets gång.

Alla intervjuade ser trots allt en stor nytta i att kunna använda DynaRoads uppföljningsfunktion i framtida projekt. Men för att kunna dra nytta av denna funktion, poängterar alla de intervjuade att företaget måste se över vilka alternativ som finns för att kontrollera projektets förflyttade massor.

Hjälpmedel

De intervjuade personerna är alla överens om att det idag finns hjälpmedel på marknaden som i sin tur skulle bidra till att få fram mer korrekta mätvärden att använda i samband med uppföljning. Något som tas upp av projektets ena blockchef är vågsystem som är monterade i maskinerna. Detta är idag ingen standard vid upphandling av underentreprenörer, men det finns en förhoppning om att det ska tas fram inom några år. Den intervjuade blockchefen förklarar att detta skulle leda till vägning av de transporterade massorna istället för uppskattning av dess volym. Att beräkna massorna på ett sådant sätt innebär mindre ansvar på de enskilda dumperförarna som då inte behöver rapportera in antalet körda dumperlass. Det enda som behöver rapporteras är istället vilket material som förflyttas, resten sköts av vågsystemet.

I samtal med projektets andra blockchef, framgår det att ett önskvärt sätt att jobba på med uppföljningen är en kombination där förflyttade massor dels rapporteras in från dumperförarna men att denna information kan styrkas genom att området regelbundet mäts in genom flygscanning. Lämplig tid mellan scanningstillfällena skulle då vara 1 vecka, det vill säga lika ofta som dumperförarna lämnar in sina rapporter. Genom att få in mängddata från två oberoende källor i form av dumperförare och flygscanning, tror blockchefen att de skulle få fram rimligare värden att använda till uppföljningen.

Systemet med flygscanning går att tillämpa redan i nuläget. Projektet har köpt in en fjärrstyrd modellhelikopter som kan ta flygfoton. Dessa foton kan mätansvariga sedan använda till att ta fram digitala terrängmodeller över området.

Företaget ordnade ett möte för erfarenhetsåterkoppling gällande DynaRoad, ute i Ulricehamn. Förutom projektledningen i Ulricehamn, deltog även affärsområdeschefen och en av kalkylatorerna från Region Anläggning Öst. På mötet framgick det att projektets mättekniker redan kommit långt med tester kring denna typ av flygscanning. Testerna visar att den inköpta helikoptern är ett mycket bra och billigt alternativ då kostnaden för helikopter inklusive kamerautrustning ligger mellan på 10 000 - 12 000 SEK. I sammanhanget ses detta som en liten kostnad och alla deltagare på mötet anser att terrängmodellerna som kan tas fram, ger viktig information gällande mängder som förflyttats inom projektets område. Enligt en av blockcheferna skulle denna information vara oerhört värdefull att använda till uppföljningen.

Alternativet till flygscanning är i dagsläget manuell inmätning utförd av mättekniker på plats. Detta är ett betydligt mer tidskrävande, och den tillfrågade blockchefen ser arbetet att hinna utföra detta så ofta som en gång i veckan, som alldeles för resurskrävande

3.4.6 Fortlöpande arbete

Projektets byggtid på tre år leder till att arbetet med masshanteringen blir en långdragen process, där det handlar om att lösa planeringen i flera olika skeden. Massansvarige ser därför en viss nytta i att fler ute i produktion lär sig att arbeta självständigt i programmet. Eftersom denne idag är enda personen som har kunskap i användandet av programmet ute i produktion, upplevs att arbetet med DynaRoad blivit lite för stängt. En bidragande orsak till det låga användandet är att programmet enbart finns installerat på en användares dator. Övriga anställda ute i projektet, har då ingen möjlighet att på egenhand, gå in och kolla igenom den gemensamma planering och tidplan som tagits fram i programmet. Projektets olika block har därför skött sina tidplaner på olika sätt med enskilda massplaneringar och tidsplaner som justerats succesivt under produktionen.

I dagsläget, då projektet kommit lite mer än halvvägs, upplever massansvarig att företaget saknar rutiner för hur arbetet ska fortlöpa och arbetet i programmet har därför blivit lidande. Samtidigt framgår det i samtliga intervjuer ute i produktion, att DynaRoad är ett program med många fördelar. Något som projektets massansvarige är tydlig med är att företaget borde hålla sig till ett och samma system i sitt arbete med planering kring massor, och att DynaRoad är ett bra alternativ.

3.4.7 Upplärning och struktur

Hur många som nödvändigtvis bör kunna använda och hantera programmet, tror de intervjuade varierar, beroende av projekt, storlek och omfattning. Massansvarige anser att det i detta projekt hade varit en fördel om även projektchefen och de olika blockcheferna och hade tillgång till DynaRoad. Då skulle de ha möjlighet att gå in och justera i tidplanen direkt från sina datorer. Företaget har i dagsläget endast två licenser till programmet. Eftersom DynaRoad inte är ett program någon vanligtvis behöver använda hela arbetsdagen, tror massansvarige att två licenser räcker till betydligt mer än två personer. Vid intervju med projektets massansvarige framgår också önskemål om att företaget bör ta fram någon form utav mall över de olika användningsområdena DynaRoad har. Detta skulle hjälpa till i framtida projekt då nya användare får en klar bild av vad programmet har för funktioner och vilka som är nödvändiga att behärska i de olika rollerna som finns inom projektet. En önskan är också att sammanställa de svårigheter och problem som stötts på under arbetet med DynaRoad i detta projekt. På så vis skulle tidigare misstag undvikas att göra om i framtiden.

3.4.8 Förslag på förändringar i arbetet

Den massansvarige tycker att projektet med väg 40 har visat att arbetet med DynaRoad inte är helt enkelt att lösa inom företaget. Eftersom de har använt

programmet som test, vid sidan av det vanliga arbetet, anser han att det inte fått visa sin fulla potential då många av programmets funktioner, aldrig blivit aktuella att använda. Detta är något som även projektchef och blockchefen bekräftar. En viktig funktion att använda i framtiden, är resursplanering i DynaRoad. Detta är något som projektchefen sett nytta i och efterfrågar till framtida projekt. Programmet kan hjälpa till att beräkna hur mycket resurser som behövs över projektets tid vilket gör det möjligt att kunna planera de olika arbetena så att bemanningen över tid blir så jämn som möjligt.

Bland produktionsledningen finns det en tro om att många viktiga funktioner inte kommit till användning, då DynaRoad inte utnyttjats fullt ut i produktionsplaneringen. En av anledningarna tros vara att kalkylarbetet genomfördes på traditionellt vis. Om detta istället görs i DynaRoad, tror blockchefen att de anställda ute i produktion skulle få mycket arbete utfört gratis eftersom arbetet från kalkyl blir mer omfattande. Med en bättre grund redan från start tror massansvarige att det skulle bli mer utrymme att utforska och testa DynaRoads övriga funktioner i samband med produktionen.

3.5 Erfarenheter från kalkyl – Region Anläggning Öst

3.5.1 Intervjupersoner

Två kalkylatorer har intervjuats angående deras anbuds-kalkyl för en entreprenad på riksväg 56. De båda arbetar i Uppsala för Veidekke Region Anläggning Öst.

3.5.2 Första gången med DynaRoad i kalkylskedet

Vid tidigare arbeten har program som Excel och Roadworks använts. Men när kalkylatorerna nyligen lämnade in ett anbud för utbyggnaden av riksväg 56 var det för Veidekkes del första gången som masshanteringsprogrammet DynaRoad använts i kalkylskedet. I ett samtal med kalkylatorerna berättar de att idén till att använda programmet dök upp när en massansvarig projektingenjör från anläggning väst, visade DynaRoad vid ett möte för att dela erfarenheter. När projektingenjören presenterade hur han använt programmet i uppföljningsarbetet på väg 40 blev de två intervjuade intresserade av att prova det i kalkylskedet. Arbetet slutade dock med att Veidekke inte fick jobbet, vilket enligt kalkylatorerna inte kan kopplas till användandet av DynaRoad.

3.5.3 Uppstarten

Då kalkylatorerna var helt obekanta med att arbeta med programmet hyrdes en konsult, från DynaRoad Oy, in för att assistera vid kalkylarbetet. De är överens om att det var en god investering eftersom programmet har väldigt många funktioner och att det inledande arbetet med att föra in data är ganska svårt att lära sig själva. Konsulten började med en presentation av programmet under en dag och då var det ett flertal personer från anläggningssidan inbjudna, vilket skapade en större medvetenhet kring programmet på arbetsplatsen. När väl arbetet med kalkylen drog igång var det dock bara konsulten, kalkylatorerna, och en person från den tilltänkta produktionsgruppen som deltog. Det är ovanligt att någon från produktionen deltar i kalkyl men i detta fall

fanns denna person tillgänglig och tog tillfället i akt att lära sig en del om programmet. Med erfarenhet från tidigare projektstarter berättar en av kalkylatorerna att det inte alltid görs så bra överlämningar från kalkyl till produktion. Hade Veidekke vunnit jobbet på anbudet hade åtminstone en del av projektledningen haft god insyn i hur planeringen tänkts ut. De berättade vidare att konsulten hade väldigt bra kunskaper om programmet och beskriver arbetssättet med att sitta med ett verkligt projekt som ett bra sätt att lära sig DynaRoad. På så sätt kunde de fråga, hjälpas åt och lära sig efterhand som kalkylarbetet fortskred. I projektet gjordes inget parallellt arbete med konventionella metoder.

3.5.4 Indata

Utförandeformen för väg 56 är en totalentreprenad och Veidekke har i projektet tagit hjälp av en annan entreprenör för att ta fram bygghandlingar. Inför användandet av DynaRoad ombads konsulten att ta fram mängder i ett format som krävs för import i programmet. Detta innebär att mängderna för respektive materialtyp klassificerades enligt AMA och delades upp i sektioner för var tjugonde meter. Kalkylatorerna berättar att detta inte innebär något större extraarbete utan bara ompaketering av information som redan tagits fram. Materialet kunde sedan användas för att med programmet planera massdispositionen för projektet.

3.5.5 Fördelar med DynaRoad

Enligt kalkylatorerna var skillnaden mot tidigare kalkylarbete att DynaRoad hjälper till att göra arbetet noggrannare. En del av kalkylarbetet är beräkningar av medeltransportsträckor för de olika materialtyperna. De berättar att utan programvaran så uppskattas och beräknas transportererna för hand med hjälp av ritningar och det blir inte samma noggrannhet. Efter att arbetet var gjort så kände de sig väldigt trygga i att resultatet faktiskt stämde och att de hade fått fram ett så bra anbud som möjligt med det förfrågningsunderlag som tillhandahållits. De berättade som exempel hur de upptäckte att en viss volym bergschakt behövde köras orimligt långt för att uppnå massbalans. Med hjälp av programmet kunde de då analysera problemet och göra justeringar i vägprofilen för att åstadkomma bättre massdisponering. Den typen av problem upptäcks tidigt i programmet enligt de intervjuade. Hade de dessutom vunnit jobbet med det anbudet så hade en stor del av planeringen kunnat användas i produktion eftersom en tidsplan för masshanteringen redan tagits fram i programmet. Eventuella förändringar i planering eller utförande blir lättare att visa för exempelvis beställaren, jämfört med användandet av tabeller utan grafer. Genom de olika modulerna i programmet går det att visa hur en viss förändring kommer att påverka och hur mycket. Kalkylatorerna framhåller att Dynaroad reducerar dubbelarbete och att projektet blir mycket bättre förberett eftersom de tidigare inte kalkylerat projekt med samma metod. Med en tidsplanering i Dynaroad blir det till exempel väldigt tydligt hur och när ett visst schakt ska utföras.

3.5.6 Visualisering av tidsplanering

Tidsplaneringen som de intervjuade gjorde i programmet behandlade i stort sett bara

masshanteringen, kompletterat med beläggning av körbana och några andra aktiviteter som är bra att få med geografiskt. Detta lades till manuellt. Den tidsplanering som gjordes var dock ganska grov, men enligt kalkylatorerna hade planeringen vid en eventuell projektstart, kunnat användas för att skapa en tidsplanering för hela projektet. Som en av flera fördelar med programmets planeringsmodul nämner de hur information kring projektet presenteras i olika format, som till exempel Gantt-schema, massdisponeringsfönster och tid-lägesfönster. Planeringen av schakt och fyll kan redovisas i tid och geografiskt läge vilket av de intervjuade beskrivs som mer överblickbart än ett Gantt-schema.

3.5.7 Lämpliga projekt

Projektet med väg 56 är ett väldigt stort arbete och det är inte så ofta sådana projekt läggs ut för entreprenörer att lämna anbud på. På frågan om DynaRoad kan var användbart även på lite mindre projekt så är det något de tänker kan vara möjligt. Det är framförallt långdmässigt stora projekt med omfattande masshantering, som väg och järnväg, där DynaRoad lämpar sig bäst. Kalkylatorerna poängterar dock vikten av att hålla kunskaperna färska för att inte glömma bort allt för mycket. De talar om att det kan vara en god idé att använda programmet även för projekt av mindre skala just för att få kontinuitet i handhavandet. Det är också möjligt att anpassa detaljnivån i planeringen. I anbudsarbetet för väg 56 gjordes planeringen utförligt men för att få en överblick vid planerandet av mindre projekt går det att använda DynaRoad för att exempelvis lägga upp en skiss med endast jordschakt, bergschakt och fyllnad.

3.5.8 Tankar kring användandet av DynaRoad i framtiden

De intervjuade tror inte att det kommer innebära några problem med att starta ett nytt liknande projekt i framtiden. Dock kan det inledningsvis bli svårt att göra det på samma nivå som arbetet med väg 56, då det säkerligen skulle ta längre tid mot när den inhyrde konsulten gjorde det. De har fått intrycket av att den massansvarige på väg 40, verkar ha lärt sig programmet relativt fort så antagligen skulle det inte vara några problem för dem heller. De ser det som positivt att de är flera som arbetat och tagit del av informationen kring DynaRoad. På så sätt skapas en förståelse för programmets användbarhet och det blir lättare att starta upp det i framtida projekt. Sammanfattningsvis framhåller kalkylatorerna att de är nöjda med programmet. De säger att de sällan stötte på några problem med handhavandet. Enligt kalkylatorerna har programmet många önskvärda funktioner och i samarbete med konsulten från DynaRoad hittades lösningar för de flesta tankar och idéer som kom upp. Däremot nämner de att stora projekt med mycket information verkar kräva en hel del datorkraft. De tror att genom att visa goda exempel på lyckat användande kan fler personer övertygas att arbeta med programmet och förstå nyttan med det. Precis som den massansvarige projektingenjören på Region Anläggning Sydväst inspirerade kalkylatorerna på Region Anläggning Öst, hoppas de kunna påverka andra anställda inom Veidekke, till att börja använda programmet.

3.6 Programvaruutvecklaren

3.6.1 Intervjuperson

En utvecklare och säljare av masshanteringsprogrammet DynaRoad, har intervjuats. Under ett webbmöte i mitten av mars diskuterade vi för- och nackdelar med programmet och hur framtiden för programvaran ser ut. DynaRoad Oy är i grunden ett finskt företag men är sedan 2013 helägt av det Japanska företaget Topcon Positioning Systems, Inc (Topcon (1), 2013).

3.6.2 Användare

Utvecklaren berättar att DynaRoad, sedan starten 2005, tillknutit sig många användare. I Finland använder de flesta större byggföretagen programmet och i Sverige är det framför allt PEAB, NCC, Skanska och numera även Veidekke som använder eller har använt programmet enligt den intervjuade. Största konkurrenten till DynaRoad är Tilos Linear project. Dock beskriver han att den verkligt största konkurrenten är just det traditionella planeringsförfarandet och att mycket arbete återstår med att övertyga de som arbetar på detta sätt och få dem att se nyttan med programmet. Utvecklaren förklarar att kostnaden för en licens ligger mellan 30 000 – 110 000 SEK, beroende på vilken nivå programmet kommer att användas på. I denna kostnad ingår normal support men ingen assistans vid inläring. Utbildning och hjälp vid uppstart och användande av programmet går att köpa in av DynaRoad och har bland annat gjorts av den massansvarige projektingenjören på väg 40 och kalkylatorerna på Veidekke Region Anläggning Öst. Den intervjuade anser dock att det inte tar mycket mer än en dag att lära sig de mest grundläggande funktionerna i programmet.

3.6.3 Utveckling av programmet och tillämpning

Utvecklaren berättar att DynaRoad efter att ha blivit uppköpta av Topcon mer och mer utvecklas för att systematisera byggprocessen vid anläggningsprojekt. Topcons datasystem för realtidsuppföljning, Sitelink3D, är numera kompatibelt med DynaRoad (Topcon (1), 2013) och kommer förmodligen att integreras mer och mer i varandra efterhand som utvecklingen av maskinstyrning och nätverkslösningar går framåt. DynaRoad samlar information för utveckling ifrån företagen som använder programmet, istället för att göra egna tester. Den intervjuade tar upp ett exempel på ett järnvägsprojekt i Jakobshyttan som är det första i Sverige att använda Sitelink3D och samtidigt koppla det till DynaRoad. En försäljare på Norsecraft Geo som har kontaktats, berättar att Trafikverket i just detta projekt vill testa DynaRoad, Sitelink3D och Topcons tillhörande produkter för att utvärdera användandet. Försäljaren på Norsecraft Geo tror dock inte att det kommer bli fler liknande försök då det innebär att alla inblandade är låsta vid att använda instrument och produkter från en enda tillverkare.

3.6.4 Synpunkter

Den intervjuade från DynaRoad har själv varit med och räknat på mellan 100-150 olika projekt med programmet och anser att DynaRoad fungerar bra för alla typer av **CHALMERS** Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2014:42

masshanteringsprojekt. Han tycker framför allt att programmet är lämpligt för långsträckta infrastrukturprojekt men för företag som redan har licens för programmet kan de med fördel även använda programmet i mindre projekt, för att underlätta planering och upptäcka problem som annars är svåra att se.

Utvecklaren berättar att en vanlig synpunkt på DynaRoad är att siffrorna i exempelvis uppföljningsmodulen inte stämmer så bra med verkligheten. Han förklarar då att programmet kan vara väldigt tillförlitligt men att användaren måste vara beredd på att lägga ner en större arbetsinsats. Den massansvarige för Veidekkes etapp på väg 40 förklarar att dumperförarna skriver upp hur mycket de har transporterat under dagen på ett papper. Pappret med informationen matas sedan in för hand i DynaRoad för att följa upp masshanteringen mot vad som är planerat. Denna metod innebär en ganska grov uppskattning av massorna och det påverkar tillförlitligheten i programmet enligt den intervjuade. Han förklarar att det går att förbättra noggrannheten genom att scanna in de aktuella områdena oftare och med exempelvis modellflygplan eller bil. Topcon Sitelink3D är datorsystem som med hjälp av GPS-kontrollerade maskiner automatiskt följer upp arbetet i realtid (Topcon (2), 2013). Detta system kan enligt utvecklaren ersätta metoden med handskrivna rapporter från förarna och på så sätt öka noggrannheten i programmet. Tillsammans med att vågsystem på dumprar börjar komma allt mer tror han att uppföljningen blir ännu smidigare att kontrollera.

3.6.5 Systematisera byggprocessen

Den intervjuade hoppas att fler börjar arbeta för att systematisera byggprocessen som en enhet. Han förklarar att användandet av DynaRoad leder en tankeprocess som behövs för att hantera en fullständig BIM för anläggningsbranschen i framtiden och ett steg mot att systematisera arbetet och ta fram en modell för att sedan följa upp mot.

3.7 Regionchefen

3.7.1 Intervjuperson

Veidekkes chef för Region Anläggning Sydväst, har intervjuats angående ledningens syn på verksamhetsutveckling och implementering av nya arbetssätt.

3.7.2 Företagsstruktur

Regionchefen beskriver företagets organisation som rätt slimmad och platt i jämförelse med en del andra anläggningsentreprenörer. Denna typ av organisation tycker han är bra att arbeta i eftersom han då anser att personalen kan vara med och påverka mer. Arbetet blir då inte lika förutsägbart och det blir betydligt lättare att prova på och testa nya saker eller få in nya metoder.

3.7.3 Verksamhetsutveckling

Regionchefen berättar att Veidekke har verksamhetsutvecklare både centralt och regionalt, som arbetar med kvalitet, miljö och att införa nya metoder och arbetssätt. Hur nya idéer kommer in i verksamheten kan vara olika från fall till fall. Ibland tas beslut centralt om arbetssätt som ska implementeras i hela verksamheten och ibland är

det på regional nivå. Verksamhetsutvecklaren på regional nivå har kontinuerlig kontakt med andra utvecklare både centralt och på andra regioner. Genom kommunikation regionerna emellan kommer det fram ifall andra använder något intressant eller har idéer och erfarenheter att dela med sig av. På vilken nivå inom organisationen som ett beslut tas är beroende av vilken potential och inverkan en ny idé har. På regional nivå går verksamhetsutvecklaren vidare med idéer till regionchefen för aktuell region och som sedan tar beslutet om det är något företaget på regional nivå ska testa. Som regionchef deltar den intervjuade i möten en gång i månaden med de andra cheferna och där kan också information och erfarenheter kring exempelvis nya programvaror förmedlas. Vid införandet av till exempel ett nytt datorprogram så gör verksamhetsutvecklaren i förväg en utredning av programmets nytta och kostnad innan beslut om eventuellt användande tas. I fallet med införandet av programmet DynaRoad i produktionen av väg 40 så var det något som först togs upp regionalt men som fångades upp centralt och nu är på gång att testas i fler delar av organisationen.

3.7.4 Implementering av DynaRoad

Enligt regionchefen är det första gången som Region Anläggning Sydväst har ett så stort projekt som väg 40. Det var i samband med planeringen av projektet som idén med att använda DynaRoad kom upp. Förslaget togs då upp med Veidekkes affärsområdeschef för anläggningsidan, vilket ledde till ett beslut om att företaget ska testa programvaran för att utvärdera om det är något att använda sig av i framtiden. Regionchefen berättar att det finns ett visst utrymme för den här typen av utvecklingskostnader i Veidekkes budget. Uppstarten av användandet av DynaRoad på projektet med väg 40 är ett exempel på en sådan utvecklingskostnad. Det är dock inte alltid en satsning bekostas på detta sätt. Ett exempel skulle kunna vara att en regional satsning på att använda DynaRoad i kalkyl, med tillhörande uppstartskostnader, läggs in som en del i projektets budget.

Det slutgiltiga besluten för den här typen av frågor kan tas på olika nivåer. Regionchefen förklarar att med just DynaRoad så togs beslutet att hela affärsområdet anläggning ska testa programmet. Syftet med en gemensam satsning av det här slaget kan vara samarbete mellan regionerna. Ett annat exempel på detta är enligt den intervjuade att företaget försöker hitta projekt som möjliggör just samarbete mellan regionerna och att utveckla möjligheten att bistå med kompetens över regiongränserna. Eftersom införandet av DynaRoad blev en angelägenhet även på central nivå startade två av Veidekkes centrala verksamhetsutvecklare en projektgrupp med affärsområdeschefen för anläggning samt arbetschefen, projektchefen och massansvarig projektingenjör för projektet på väg 40. Regionchefen berättar att denna projektgrupp ser över vad det kostar att köpa in licenser och konsulttjänsten att starta upp programmet. Projektgruppen, och då i synnerhet de som arbetar med programmet, tar fram en projektplan och ska sedan rapportera in fortlöpande hur det tycker att det fungerar och hur de ser på användandet. Regionchefen önskar dock att mer vikt läggs på rapporteringen än vad som gjorts hittills men att huvudsaken är att organisationen kommer några steg framåt i användandet av DynaRoad. Han berättar vidare att en av

målsättningarna är att erfarenheterna från väg 40 ska utvärderas och att användandet av DynaRoad i framtida projekt ska kunna utökas.

3.7.5 Framtida projekt

Regionchefen berättar att företaget nu håller på att prekvalificera sig för att få räkna på ett anbud gällande en trafikplats i anslutning till den planerade Marieholmstunneln. Tillsammans med arbetschefen för anläggning sydväst, pågår diskussioner ifall det är lämpligt att använda DynaRoad redan i kalkyl- och planeringsstadiet. En trafikplats av det här slaget innebär flera väglinjer som ska mötas och flera trafikomläggningar att planera för. Regionchefen tror dock att om ett beslut att använda DynaRoad tas när prekvalificering är gjord så är organisationen mentalt inställd på att använda programmet och projektet får en god start. Då vet Veidekke också vilka projektörer och underentreprenörer de ska kommunicera med. Regionchefen poängterar att det inte är någon mening att lära upp personal i programmet för att sedan tillämpas långt senare. Därför skulle ett projekt där DynaRoad används redan i kalkylskedet vara bra för att lära upp fler i ett skarpt läge och samtidigt kunna använda nyttan av programmet vid en eventuell produktion.

3.7.6 Erfarenhetsåterföring

Under samtalet kommer det upp tankar kring erfarenhetsåterföring. Regionchefen har tillsammans med en verksamhetsutvecklare för Region Anläggning Sydväst, ökat och strukturerat rutinerna för återkoppling. Han berättar att för mindre projekt ska det hållas minst ett möte för erfarenhetsåterkoppling och för projekt som väg 40 bör det hållas minst ett möte per år för att ventilera och fånga upp reflektioner kring arbetet. Protokoll från dessa möten förs sedan in i företagets gemensamma databas för den som vill ta del av det. Men regionchefen understryker att det viktiga inte är databasen utan att tankar och reflektioner kring vad som fungerat bra och mindre bra under projektets gång kommer fram och att det sprids mellan de som är inblandade.

Veidekke har också en form av erfarenhetsåterföring som kallas projektrevisioner. Regionchefen berättar om starttillstånd, inköpsplan, organisationsplan och olika beställarkrav som finns med vid överlämning från kalkyl till produktion. Varje projekt ska ha minst en projektrevision där inblandad personal stämmer av att projektet följer de riktlinjer och mål som är uppsatta. För större projekt hålls projektrevisioner en gång per år.

4 Analys och Diskussion

Med resultatet från intervjustudien analyseras i detta kapitel de tankar och erfarenheter som framkommit. Tillsammans med de viktigaste synpunkterna som tagits upp, diskuteras möjliga åtgärder för att förbättra arbetet med informationsöverföring i allmänhet och användandet av DynaRoad i synnerhet.

4.1.1 Kommunikation och överlämning

I intervjuer med personal både i produktion och på kalkylavdelningen förstår vi att kommunikationen mellan dessa ibland brister, och det förekommer viss mån av dubbelarbete. Vid överlämningen från kalkyl till produktion för projektet på väg 40, var den avsatta tiden så kort i förhållande till den mängd information som skulle förmedlas att produktionsledningen upplevde att en hel del inte hanns med. Vad gäller just masshanteringen så hade viss massdisponering redan planerats i anbudsframtagningen. Denna planering nådde däremot fram till platsledningen sent och onödig tid fick läggas på ytterligare massdisponering.

Även i kommunikationen mellan Veidekke och aktuell projektör verkar det finnas förbättringspotential. Kommunikationen de två emellan försvåras dock av att utförandeformen för väg 40 inte medger någon direktkontakt, utan att informationsutbytet ska gå genom beställaren. Trafikverket har däremot uttryckt en vilja att öka andelen totalentreprenader i framtiden vilket ger direktkontakt mellan projektör och entreprenör.

Vad gäller kommunikationen inom Veidekke tror vi på att avsätta mer tid och införa tydligare rutiner för hur framför allt överlämning mellan kalkyl och produktion ska ske. Något som studien visat är att produktionsledningen efterfrågar en så tydlig överlämning som möjligt, då detta ger förutsättningar för en bra start i projektet. Inte minst anser vi att det är extra viktigt att kalkylgruppens massberäkningar tydligt förklaras under genomgång. Förslag på rutiner skulle därmed kunna vara att vid uppstart av ett nytt projekt anordna flera återkommande möten där varje tillfälle är ägnat åt en eller flera specifika beröringspunkter. Denna typ av möten hålls till dess att överlämningen är komplett. En lathund för vad som ska gås igenom underlättar både för den som överlämnar och den som ska ta till sig information.

4.1.2 Synpunkter på DynaRoad

En stor del av vår studie har kretsat kring programvaran DynaRoads potential att underlätta för Veidekke. Programmet är i första hand framtaget för att användas till massdisponering, men de intervjuer vi gjort med användare och utvecklare pekar på att det är minst lika användbart just för att kommunicera information och visualisera data som vanligtvis presenteras i tabellform. Exempel på detta är ifall massansvarig projektingenjör vill beskriva transporten av schakt och fyll i en viss sektion av vägen eller beskriva konsekvensen av en viss åtgärd. Denna typ av information verkar bli mycket mer lättillgänglig, och enklare att sätta sig in i, ifall den presenteras i programmet.

Vad gäller programmet som helhet är de vi har pratat med övervägande positivt inställda. Starkast övertygade är de som har arbetat med det i skarpt läge men även de som bara fått programmet presenterat för sig i olika sammanhang verkar tro på dess potential att göra skillnad i framtida entreprenader. Bland de positiva synpunkter som lämnats på programmet så är det framför allt att användaren kan prova olika varianter för massdisponering och sedan lätt överblicka effekten. Detta tror vi är en egenskap som gör programmet till ett bra hjälpmedel redan vid beräkning av anbud. Efter samtalet med kalkylgruppen i Region Anläggning Öst vill vi också belysa programmets styrka vid överlämning till produktion. Trots att Veidekke inte vann detta anbud, framgår det i intervjun att kalkylatorerna tror sig kunna göra en tydligare överlämning med materialet som DynaRoad tog fram. Eftersom mycket av planeringen av masshantering sker redan i kalkylarbetet blir informationen kring detta betydligt lättare att föra över och presentera ifall DynaRoad har använts.

De negativa synpunkter som nämnts kring programmet har varit att det tar tid i anspråk att lära sig samt licenser och eventuella konsulter vid inläring utgör en viss kostnad. Enligt chefen för Region Anläggning Sydväst utgör detta ingen stor post i företagets budget. Tvärtom finns det ett visst ekonomiskt utrymme för denna typ av verksamhetsutveckling.

4.1.3 När ska DynaRoad användas?

Rösterna om vilken typ av projekt som DynaRoad är lämpligt för är däremot något som gått mer isär under våra intervjuer. Klart är dock att programmet verkar lämpa sig absolut bäst för långsträckta infrastrukturprojekt i obruten terräng. Denna typ av entreprenader är dock relativt ovanliga och skulle företaget bara köpa in, utbilda och använda DynaRoad för detta ändamål skulle det förmodligen snabbt förpassas till periferin. I samtal med både utvecklaren av programmet och kalkylatorerna i Region Anläggning Öst framkommer DynaRoad kan användas även för mindre projekt. I sådana fall behöver programmet inte nödvändigtvis användas fullt ut men att använda till exempel tid-lägesfönstret eller att göra en enklare skiss för masshanteringen. Vinsten med detta skulle vara att kompetensen och inställningen till programmet sprids och hålls levande. Något som borde vara viktigt framför allt i implementeringen av det så kallade line-of-balance diagramet som DynaRoad skapar. Vi tror att användandet av line-of-balance diagram är en oerhörd tillgång vid vägprojekt. Eftersom detta skiljer sig något från det vanligtvis använda Gantt schemat, behöver Veidekke trycka på att anställda lär sig använda båda formerna.

4.1.4 Problem och möjligheter för uppföljning av masshantering

Uppföljningen av masshanteringen är i nuläget inte tillfredsställande. Detta blir extra tydligt i DynaRoad när siffrorna för utfört arbete jämförs med vad som är planerat. I projektet på väg 40 framgår det att uppföljningsarbetet i huvudsak förlitar sig på tre typer av indata. Det är rapporter från dumperförare, inmätningar från Veidekkes egna mättekniker och kvalificerade uppskattningar genom besiktning. Rapporterna från dumperförare har lagts på lägsta möjliga nivå och innefattar bara antal fulla lass som körts under en vecka. Denna metod saknar klara rutiner och det finns anledning att tro

att uppskattningen av verklig volym kan variera. Vi tror att ett första steg till bättre uppföljning kan vara att ställa större krav på den upphandlade dumperfirman och dess förare. Det kan till exempel vara införandet av rutiner för att anteckna sträcka, typ av massa och volym efter varje kört lass. Problemet med att uppskatta verklig volym kvarstår dock även vid en mer noggrann loggföring. I detta sammanhang är ett inbyggt vågsystem för dumprar intressant. Volvo har tagit fram ett system för detta till sina dumprar men utvecklingen är i nuläget riktad till de företag som kör dumprar snarare än entreprenören. Det skulle kunna som uppfattas som en form av övervakning ifall Veidekke får ta del av uppgifter som till exempel bränsleförbrukning eller hur stor del av arbetstiden som är stillastående. Eftersom Volvos system erbjuder användaren att själv välja vilken information som ska redovisas, tror vi att en lösning kan finnas i att dumperfirman enbart lämna ut information rörande transporterad sträcka och produktivitet i ton/ m³. Med hjälp av denna information skulle noggrannheten i uppföljning troligtvis bli markant bättre. I takt med att vågsystem för dumprar börjar bli standard tänker vi oss att Veidekke kan börja upphandla detta som ett krav.

4.1.5 Kombinera system för indata

Veidekkes egna mättekniker har på senare tid provat sig fram att mäta in områden med en fjärrstyrd modellhelikopter. I ett möte angående DynaRoad och uppföljning på projektet i Ulricehamn framhöll mätteknikerna metoden som väldigt snabb, tillförlitlig och billig. De jämförde metoden med att mäta in för hand med totalstation eller laserscanner och anser att en modellhelikopter med tillgänglig programvara fungerar väldigt bra. I nuläget ses användandet som en bisyssla till mätteknikernas ordinarie arbetsuppgifter. Men sammantaget verkar det bara finnas fördelar med att lägga mer tid och resurser till metoden. Går det dessutom att sammanställa den data som erhålls genom vågsystem i dumprarna med den från modellhelikoptern så finns det potential för att uppföljningen kring masshanteringen blir mycket noggrann.

I ett möte med en säljare för Topcon fick vi ta del av deras system Sitelink3D. Systemet samlar och visualiserar information i realtid från GPS i de olika maskiner som utför arbeten på en byggarbetsplats. Sitelink3D verkar väldigt intressant och innebär förmodligen ett stort steg framåt i utvecklingen vad gäller att uppföljning, projektledning och systematisering. Dessutom utvecklas länkar för att det ska kunna användas tillsammans med DynaRoad. Den stora nackdelen med systemet är dock att samtliga maskiner kopplade till masshantering är låsta till att använda hård- och mjukvara från en och samma utvecklare. I framtiden hoppas vi att det utvecklas en gemensam plattform för realtidsuppföljning som är obunden till specifik hårdvara.

4.1.6 Följa upp massor i produktion

Genom studiens intervjuer har det framkommit att kalkylarbetets massberäkningar grundar sig på en hel del dokumentation som gjorts i studier på 80-talet. Detta är något som både kalkylchef och massansvarig tycker är lite konstigt eftersom det finns betydligt bättre sätt att dokumentera masshanteringen idag. Det är däremot någonting som vi tycker att företaget arbetat alldeles för lite med, och här tror vi att programmet

DynaRoad kommer att spela en oerhört viktig roll i framtiden. Om företaget bara får till ett system med mer överensstämmande uppföljning, skulle denna kunna utnyttjas till mer än att bara följa upp hur produktionen går. Platsanställda i produktion skulle efter avslutat projekt kunna samla in erfarenheter i hur den verkliga massförflyttningen faktiskt föll ut i verkligheten. Genom att skicka tillbaka denna erfarenhet till kontoret kan de följa upp sina beräkningar och på så sätt utnyttja kunskapen till att förbättra kalkylarbetet i framtiden.

4.1.7 Kontinuerligt arbete

För att kunna ta fram tillförlitliga värden för masshanteringen krävs det att produktionsledningen arbetat med DynaRoad under hela produktionstiden. För att få ett kontinuerligt användande av denna programvara, visar vår studie att det krävs tydliga krafttag från ledningens sida. Det är extremt lätt att falla tillbaka till ett gammalt arbetssätt om det inte finns en klar och tydlig vägledning över hur arbetet med DynaRoad ska skötas.

Vi vill också trycka på att det tycks vara viktigt att utbilda mer än en person per projekt, i att använda programvaran. Intervjuer med personal ute vid väg 40 visar att användandet haltat, då enbart projektets massansvarige har känt sig bekväm i att på egen hand använda sig av programmet. Trots att alla är positiva till programmet, verkar det ändå finnas en viss skepsis till att ha kunskapen för att starta ett nytt projekt i just DynaRoad.

Denna inställning verkar vara betydligt positivare i kalkylgruppen i Region Anläggning Öst. Skillnaden där har varit att tre stycken arbetat tillsammans i programmet och därför verkar känna sig tryggare i dess funktioner då de kan fråga varandra vid problem. Att vara flera som arbetar i programmet är ju också en styrka då det är större chans att på egen hand upptäcka och testa fler funktioner som kan användas i arbetet med massor. Exempel på detta har vi från eget användande av DynaRoad. I tidigt skede av studien, satt vi och kollade på programmets funktioner. Av en slump stötte vi på en funktion för att ta fram massprofil, något som den massansvarige inte fått lära sig av konsulten. Detta visade sig vara en viktig funktion och något som kalkylgruppen i Stockholm använde i sitt arbete.

4.1.8 Sprida kunskapen inom företaget

Genom intervjustudien har vi fått en bild av att mycket kunskap gällande användandet av DynaRoad, redan finns inom företaget. Vi har även stött på tidigare examensarbete utfört åt just Veidekke, med syftet att se över nyttan med att använda DynaRoad. Kunskapen som finns inom företaget är däremot utspridd över flera regioner och kommunikationen mellan dem verkar brista, eftersom det inte skett något erfarenhetsutbyte gällande vad som faktiskt gjorts i programmet. Vi ser därför goda möjligheter i att kunna sprida informationen betydligt mer inom företaget.

Ett första steg till detta tror vi skulle vara att skapa en sorts databas över vilka personer inom Veidekkes organisation som har kunskap om DynaRoad. Förutom att ge en överblick, skulle databasen också kunna samla information om vilka områden som personen arbetar med och därmed vilka funktioner i DynaRoad som personen

behärskar. För nya användare skulle detta kunna vara en bra hjälp då det kan uppstå problem och frågor i samband med nya projekt. Databasen ger då information om vem som kan tänkas kontaktas för hjälp. Jämfört med att behöva hyra in konsulter som lär upp varje ny person, blir detta ett betydligt billigare alternativ åt företaget. Här anser vi det vara ett bra tillfälle att använda sig av den kunskapen som massansvarige för väg 40 respektive kalkylatorerna i Region Anläggning Öst, redan samlat på sig i deras arbete med programmet.

4.1.9 Ta fram en mall

Förutom en översiktskarta ser vi även ett behov av att ta fram någon form av mall över hur företaget vill att framtida arbete med DynaRoad ska skötas.

Programmet är omfattande och har många funktioner. Dessa funktioner kan utnyttjas olika inom företagets avdelningar. Vi tror att det är en god idé att ta fram en tydlig struktur över vilka avdelningar som har nytta av DynaRoads olika funktioner. Eftersom programmet redan har använts inom både produktion och kalkyl inom Veidekke, kan mycket information ifrån dessa projekt utgöra bra utgångspunkter till en mall. Förslagsvis kan det göras en sammanställning över hur arbetet med DynaRoad i produktionen av väg 40 genomfördes från uppstart till projektavslut. I denna mall bör det också tas upp eventuella problem som uppstått och bör undvikas i framtida projekt. Likadant kan det även sammanställas för hur arbetet med DynaRoad har genomförts i kalkylarbetet med väg 56.

5 Slutsatser

Resultatet visar att Veidekke behöver jobba för en bättre kommunikation mellan framförallt kalkylavdelningen och produktionsledningen. De intervjuer som genomförts har tydligt visat att anställda tycker att informationsöverföringen behöver bli tydligare i uppstart av nya projekt. Det gäller framförallt att de intervjuade anser att mer tid bör läggas på information rörande masshanteringen.

I produktion av väg 40 pågår ett pilotprojekt med programvaran DynaRoad. Tanken är att programmet ska hjälpa Veidekke att skapa effektiva lösningar till massförflyttningar längs en planerad vägsträcka. Ytterligare en förhoppning med programmet är att kunna följa upp det genomförda arbetet under produktionens gång.

Här visar studien på problematik i användandet, då produktionsledningen talar om att förflyttade massor är svåra att mäta, och indata för uppföljningen skiljer sig från verkligt utfall. Resultatet är därför att företaget behöver se över metoder och hjälpmedel för att få mer noggranna värden att använda i DynaRoad.

Trots detta talar alla intervjuade om tron på nyttan med användandet av DynaRoad och alla är överens om att programmet bör användas i framtiden. Intervjuer visar också att DynaRoad är ett bra hjälpmedel redan i kalkylarbetet. Något som företaget därför bör se över är hur ett framtida användande av programvaran ska styras.

Det bör kartläggas vilka funktioner programmet har att erbjuda och även vilka funktioner företagets olika avdelningar behöver ha kunskap i. För att underlätta upplärningen i ett avancerat program, visar studien på att företagets användare idag efterfrågar en mall över hur programmet fungerar. I dagsläget finns det personer med kunskap om användandet i DynaRoad. Dessa personer bör användas i framtagning av en mall, då de kan bidra med egna erfarenheter gällande problem som uppstått, men också möjligheter till att utveckla användandet av ytterligare funktioner som finns i programmet.

Sammanfattningsvis visar studien på att DynaRoad är en bra programvara för effektiv massplanering, massuppföljning och för att visualisera annars svårtydd information.

Som tips till framtida examensarbeten skulle vi gärna se hur Volvos dumprar kan förbättras ytterligare för att anpassas till entreprenörens behov.

6 Referenser

- Andersson, B. (2000) *Kurskompendium Väg- och Gatuutformning*. Göteborg.
- DynaRoad, (2013) *Skärmdumpar från DynaRoad* [Skärmdumpar] (Privat).
- DynaRoad, (2014) *DynaRoad 5.3 Manual*, Helsingfors: DynaRoad, Oy.
- Granhage, L. (2009) *Kompendium i vägbyggnad*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Granhage, L. (2011) *Kompendium i geodesi*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Hansbo, S. Karlsson, R. (1981) *Jordarternas indelning och benämning*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning. (2:a upplagan).
- Jönsson, S. (2011) *Geodesi 2010*. Gävle: Lantmäteriet.
- Lantmäteriet. *HMK Referensbibliotek*, (2014) www.lantmateriet.se (2014-02-16).
- Mättjänst. *Laserskanning, teknik*, (2014) www.mattjanst.se (2014-02-16).
- Regeringen. (2009) *Regeringsbeslut om ett nytt trafikverk*. www.regeringen.se (2014-04-22).
- Révai, E. (2012) *Byggstyrning*. Upplaga 4. Kina: Liber.
- Topcon (1). (2013) *Topcon acquires DynaRoad, opens new technology center*, (2013) www.topconpositioning.com (2014-04-11).
- Topcon (2). (2013) *Total Job Site Management System*. Livermore: Topcon Positioning System, Inc.
- Trafikverket (1). (2011) *TRVK Väg*. Borlänge: Trafikverket. (Trafikverkets publikation 2011:072).
- Trafikverket (2). (2011) *TRVR Väg*. Borlänge: Trafikverket. (Trafikverkets publikation 2011:073).
- Trafikverket. (2012) *Övergripande krav för vägar och gators utformning*. Borlänge: Trafikverket. (Trafikverkets publikation 2012:181).
- Trafikverket (2013) *Från planering till byggande*. www.trafikverket.se (2014-04-24).
- Trafikverket. (2014) *Väg 40 ska byggas ut till motorväg*. www.trafikverket.se (2014-03-23).
- Vianova. (2013) *Novapoint VÄG Grundkurs*. Utgåva: 2013-04-15. Göteborg: Vianova.
- Vianova (2014) *Sweco går för guld med Vianova*. www.vianova.se (2014-02-15).
- Volvo Construction Equipment (1). (2012) *CareTrack, Teknisk vägledning en rundtur bland online-funktionerna*. Eskilstuna: Volvo Construction Equipment. (PUB 20022132-D).

- Volvo Construction Equipment (2). (2012) *Volvo ramstyrda dumprar, A35FFS, A40FFS*. Eskilstuna: Volvo Construction Equipment. (PUB 20026634-C).
- Vägverket. (1984) *Geotekniska undersökningar för vägar*. Borlänge: Vägverket. (Dokumentbeteckning TU 158).
- Vägverket. (2001) *Handbok i projektering och byggandet av enskilda vägar*. Borlänge: Vägverket (Vägverkets publikation 2001:9).
- Vägverket. (2002) *Handbok förstudie*. Borlänge: Vägverket (Vägverkets publikation 2002:46).
- Vägverket. (2005) *Handbok vägutredning*. Borlänge: Vägverket (Vägverkets publikation 2005:64).
- Vägverket. (2008) *VVTK Geo*. Borlänge: Vägverket. (Vägverkets publikation 2008:80).
- Vägverket. (2007) *En väg blir till. Vad händer och hur kan du påverka*. Borlänge: Intellecta Strålins (Vägverket publikation 2010:01).
- Vägverket (2010) *Handbok arbetsplan*. Sundsvall: Intercopy (publikation 2010:01).

Muntliga källor:

- Blockchef 1, väg 40 (2014-03-10). Blockchef. (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Blockchef 2, väg 40 (2014-03-10). Blockchef. (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Jellbin, G. (2014) Projektledare, Trafikverket (2014-04-15). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Kalkylatorer- Region Anläggning Öst (2014-04-04). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Kalkylchef- Göteborg (2014-02-27). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Kalkylchef- Göteborg (2014-03-26). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Lindell, B. (2014) Säljare, Norsecraft Geo (2014-04-04). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Massansvarig, väg 40 (2014-04-23). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Programvaruutvecklare, DynaRoad (2014-03-11). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Projektchef, väg 40 (2014-02-04). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Regionchef- Region Anläggning Sydväst (2014-04-11). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).
- Vägprojektör (2014-03-19). (C. Hillman, M. Dahlström, intervjuare).

