



UNIVERSITETET I AGDER

Skråstreksplanlegging vs Gantt-planlegging for koordinering av flyten i byggverdikjeder

**Av
Eivind Eikeland**

Masteroppgave i Industriell økonomi og informasjonsledelse

**Fakultet for teknologi og realfag
Universitetet i Agder**

**Grimstad
Mai 2009**

Forord

Denne oppgaven er utarbeidet vårsemesteret 2009, og er en avsluttende hovedoppgave i masterstudiet *Industriell økonomi og informasjonsledelse* ved Universitetet i Agder.

Hovedtemaet for oppgaven, Lean Construction, baseres på emnet IND501 – Styring av verdikjeder, som ble gjennomført høstsemesteret 2008.

Oppgaven inngår i et pågående forskningsprosjekt mellom Skanska Norge AS og UiA innen Lean Construction. Forskningsprosjektet, samt reisekostnader i forbindelse med oppgaveskrivingen, er finansiert av Byggkostnadsprogrammet (*Lean Construction med fokus på å redusere sløsing og øke verdiskapingen gjennom planlegging og relasjonsbygging i forsyningskjeder i byggenæringen*). Bakgrunnen for oppgaven var et ønske om en utdypende sammenlikning av de to planleggingsmetodikkene, skråstreksplanlegging og gantt-planlegging, for koordinering av flyt i byggverdikjeder. Oppgaven ble i hovedsak valgt på grunnlag av en genuin interesse for byggebransjen. I tillegg var mulighetene for en fremtidig arbeidskarriere i Skanska avgjørende for at oppgaven ble valgt.

I oppgaven benyttes Havlimyra Oppvekstsenter som case, og prosjektet har samtidig vært arbeidsplass for oppgaveskrivingen. I den anledning vil jeg spesielt takke prosjektleder Erik Sandnes som har vist interesse for oppgaven og sørget for gode arbeidsforhold. I tillegg takk til prosjekteringsleder Inge Føreland, prosjektingeniør Karina Martin, formann Leo Hovden og arbeidende formann Odd Arne Fladstad for gode innspill og hjelp. Videre en takk til to planleggere i Skanska Norge AS, region Oslo; Helge Svee, planlegger på prosjektet Lambertseter Miljøsender, og Geir Pedersen, produksjonsutvikler/planlegger på Tjuvholmen-prosjektet, for fin mottakelse og verdifulle intervjuer.

Til slutt vil jeg rette en spesiell takk til mine veiledere på UiA; Dr. Ing Bo Terje Kalsaas, ved Institutt for arbeidsliv og innovasjon, Fakultet for økonomi og samfunnsvitenskap, og Rein Terje Thorstensen, instituttleder ved Institutt for ingeniørvitenskap, Fakultet for teknologi og realfag, samt min kontaktperson i Skanska Norge AS; John Skaar, KS leder og HMS rådgiver, region Agder, som også har bidratt med faglig veiledning.

Eivind Eikeland

Kristiansand, mai 2009

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven er å undersøke den alternative skråstreksmetodikken, i forhold til den mer tradisjonelle gantt, for koordinering av flyten i byggverdikjeder.

På bakgrunn av en byggebransje hvor en ikke har sett den samme positive effektivitetsutviklingen som andre industrigrener de senere år, er tiltak hentet fra teorien om Lean Construction, og da spesielt Last Planner, på god vei inn i bransjen.

For å gjennomføre et prosjekt er en avhengig av et fungerende prosjektstyringssystem, som gir prosjektorganisasjonen mulighet til å planlegge og gjennomføre prosjektet på en forutsigbar måte. Last Planner legger opp til planlegging via strategiske og operative planer, og det er de strategiske planene; hovedfremdrifts- og faseplan, som er sentrale i denne oppgaven.

I byggebransjen er det tradisjonelt sett gantt-metodikken som benyttes til planlegging og oppfølging av fremdriftsplaner. Det hevdes imidlertid at skråstreksmetodikken legger bedre til rette for god flyt i byggeprosessen enn gantt. For å vurdere denne påstanden er oppgaven utført som en casestudie, hvor planleggingsarbeidet på prosjektet *Havlimyra Oppvekstsenter* i Kristiansand, der gantt benyttes, er lagt til grunn. Fremdriftsplanene på prosjektet er benyttet for å utprøve skråstreksmetodikken, samt at det er utarbeidet alternativt planforslag ved bruk av skråstrek.

Planlegging av et byggeprosjekt er en kompleks og krevende oppgave. Uavhengig av hvorvidt en benytter gantt eller skråstrek, er det derfor avgjørende at en har informasjon om følgende variabler for å utarbeide et gjennomførbart planforslag; aktiviteters start, slutt og varighet, tilgjengelige ressurser, avhengigheter, aktiviteters enhetlighet, prosjektets karakter, lokalitet, kompleksitetsgrad samt geografisk gjentakelse eller enhetlighet.

En stor forskjell på skråstreksmetodikken, i forhold til gantt, er at den legger opp til soneplanlegging. Ved bruk av skråstrek må prosjektet deles inn i soner, og like arbeidsoppgaver som skal utføres på forskjellige steder, eller soner, planlegges som én sammenhengende aktivitet *gjennom* alle sonene. Et lag utfører med andre ord aktiviteten uten

opphold i fremdriften. I gantt er det imidlertid også vanlig å operere med en viss form for inndeling, eksempelvis på bygning, etasje eller fag, men inndelingen blir på langt nær like detaljert som i skråstrek, og det er i tillegg selve tankegangen bak planleggingsarbeidet som er den største forskjellen. Der en i skråstrek planlegger lagenes flyt gjennom flere soner, legger gantt til rette for flyt innad i én sone, eller lokasjon, og koblingen mellom de ulike lokasjonene kan være vanskelig å håndtere.

To eller flere streker som krysser hverandre indikerer at det er flere lag som skal utføre sine arbeidsoppgaver i samme sone og til samme tid, og er i mange tilfeller ufordelaktig med tanke på optimal flyt. Ved bruk av skråstreksmetodikken kan en enkelt avdekke slike potensielle konfliktområder på byggeplassen, og samtidig utføre optimaliserende endringer i planen. Det er i tillegg enklere å redusere eller eliminere unødvendig buffer mellom aktivitetene i skråstrek. Disse mekanismene er ikke like tydelige i gantt.

Ved bruk av skråstreksmetodikken foretas mye av koordineringen på byggeplassen på et tidlig plannivå, da "hvor" defineres mer detaljert enn ved bruk av gantt. Denne detaljeringen er i tillegg nyttig ved fremdriftsoppfølging, da en blant annet ut i fra planen kan se nøyaktig hvor et lag skal arbeide, og kan sammenlikne dette med den virkelige fremdriften.

Prosjektet som skal planlegges er imidlertid avgjørende for valg av metodikk, og i praksis vil det ikke alltid være hensiktsmessig å benytte skråstrek. Dersom metodikken skal benyttes må prosjektet kunne soneinndeles på en hensiktsmessig måte. Prosjekter med mange gjentakende aktiviteter og geografisk gjentakelse er eksempler på prosjekter hvor anvendelse av metodikken vil ha en stor fordel. På prosjekter med mindre gjentakelse kan det derimot være vanskeligere å utnytte fordelene med skråstreksmetodikken.

Skråstreksmetodikken har store fordeler med tanke på å planlegge arbeider med god flyt, men har et begrenset anvendelsesområde. En stor fordel med gantt er at metodikken kan benyttes på *alle* typer prosjekter. I tillegg er metodikk kjent for både funksjonærer og fagarbeidere, og en kombinasjon av disse momentene er antakelig den største fordelen med gantt.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problembeskrivelse	2
1.3 Disposisjon	3
2 Last Planner.....	5
2.1 Prinsippene og dynamikken i Last Planner	5
2.1.1 Hovedfremdriftsplan	6
2.1.2 Faseplan.....	6
2.1.3 Utkvikksplan	7
2.1.4 Ukesplan.....	7
2.1.4.1 Sunne aktiviteter.....	7
2.1.5 Kontinuerlig læring - PPU.....	7
3 Prosjektstyring.....	9
3.1 Prosjektplanlegging.....	12
3.2 Prosjektoppfølgning	13
3.3 Planleggingsmetodikker	15
3.3.1 Gantt	16
3.3.1.1 Bakgrunn	16
3.3.1.2 Planlegging med gantt.....	17
3.3.2 Skråstrekk.....	19
3.3.2.1 Bakgrunn	19
3.3.2.2 Planlegging med skråstrekk	20
3.3.3 Alternative metodikker.....	23
3.3.3.1 CPM	23
3.3.3.2 PERT	24
3.4 Prosjektgjennomføring	25
4 Metodisk rammeverk.....	26
4.1 Metodisk tilnærming	26
4.2 Forskningens kvalitet	28
5 Casebeskrivelse	29
5.1 Skanska Norge AS	29

5.2 Havlimyra Oppvekstsenter	29
6 Empirisk analyse og drøfting	31
6.1 Last Planner på Havlimyra	31
6.2 Prosjektplanlegging med Gantt	33
6.2.1 Praksis på Havlimyra	33
6.2.1.1 Planleggingsprosessen.....	33
6.2.1.2 Fremdriftsoppfølging	35
6.3 Prosjektplanlegging med skråstrek.....	36
6.3.1 Ulik bruk av skråstreksmetoden.....	36
6.3.1.1 Alternativ 1.....	36
6.3.1.2 Alternativ 2.....	37
6.3.1.3 Alternativ 3.....	38
6.3.2 Utprøving av skråstreksmetoden på Havlimyra.....	39
6.3.2.1 Alternativ 1.....	39
6.3.2.2 Alternativ 2.....	42
6.3.2.3 Alternativ 3.....	42
6.3.3 Fremdriftsoppfølging	45
6.4 Gantt vs Skråstrek	47
6.4.1 Aktiviteters oppbygging.....	47
6.4.2 Avhengigheter	49
6.4.3 Koordinering av lokalisering.....	51
6.4.4 Aktiviteters kompleksitet	55
6.4.5 Prosjekttype og -størrelse	59
6.4.6 Fremdriftsoppfølging	62
6.4.7 Formidling av planen	67
7 Konklusjon	69
8 Forslag til videre arbeid.....	72
9 Referanser.....	73
10 Vedlegg	76

Figurer

Figur 1: Dynamikken i Last Planner	6
Figur 2: Faktorer som er nært knyttet til hverandre i gjennomføringen av et prosjekt	10
Figur 3: Et eksempel på en s-kurve	15
Figur 4: Utsnitt av et gantt-diagram	17
Figur 5: Utsnitt av et skråstreksdiagram	20
Figur 6: Tre aktiviteter på fire ulike lokasjoner, visualisert i et gantt-diagram	21
Figur 7: Tre aktiviteter på fire ulike lokasjoner, visualisert i et skråstreksdiagram.....	21
Figur 8: Eksempel på et CPM-diagram.....	24
Figur 9: Eksempel på et PERT-diagram	24
Figur 10: Illustrasjon av Havlimyra Oppvekstsenter	30
Figur 11: Sammendrag av hovedfremdriftsplanen på Havlimyra	32
Figur 12: Gjeldende faseplan for skolen	40
Figur 13: Tre aktiviteter som kan skape en konflikt	41
Figur 14: En alternativ faseplan for skolen	43
Figur 15: Planlagt, virkelig og forutsett videre fremdrift for en aktivitet	46
Figur 16: To aktiviteter med et avhengighetsforhold vist i et gantt-diagram.....	50
Figur 17: De samme aktivitetene planlagt ved bruk av skråstreksmetodikken.....	50
Figur 18: Alternativt aktivitetsforløp for de samme aktivitetene	51
Figur 19: Gantt-diagram som viser to aktiviteter med tilnærmet parallellitet.....	52
Figur 20: Aktivitetenes fremdrift er planlagt ved skråstreksmetodikken.....	53
Figur 21: En situasjon som ikke krever videre koordinering av arbeidet	53
Figur 22: Et skråstreksdiagram som viser tre mulige problemområder	54
Figur 23: Den samme planen som i figur 22, men byggeprosessen er her optimalisert	55
Figur 24: Optimal planlegging av fire aktiviteter.....	57
Figur 25: De samme fire aktivitetene som illustreres i figur 24.....	58
Figur 26: Gantt-diagram hvor det er benyttet soneinndeling	59
Figur 27: Fremdriftsoppfølging i gantt.....	64
Figur 28: Fremdriftsoppfølging på aktivitet A, B og C i skråstrekk	64
Figur 29: Fremdriftsoppfølging på aktivitet A, B og C i gantt	65
Figur 30: Fremdriftsoppfølging i skråstrekk	66

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I tradisjonell industri, som i stor grad baseres på serieproduksjon, er i dag Lean Production et veletablert og akseptert begrep. I korte trekk er dette et sett av prinsipper og metoder hvor fokuset er å redusere ikke-verdiskapende aktiviteter, minimere antall feil, oppnå bedre prosessflyt, minimere lager samt involvere de ansatte og underleverandører, noe som igjen vil føre til økt produktivitet og verdiskapning (Nielsen & Kristensen, 2002).

I byggebransjen har en imidlertid ikke sett den samme utviklingen de siste årene, som i industrien for øvrig. De fleste byggeprosjekter bunner i et behov eller en utfordring som fremmes av en byggherre. Byggherren, eller oppdragsgiveren, kan være en butikkjede som ønsker å bygge ny butikk, en kommune som skal bygge ny skole, en privatperson som skal bygge ut huset, en entreprenør som ønsker å bygge et leilighetskompleks, etc. Koskela (1992) hevder at et byggeprosjekt i stor grad kan sees på som produksjon av et unikt produkt, eller "one-of-a-kind", og kan sees på som unike i sin sammensetning, struktur, plassering og innhold. I tillegg hevder han at byggeprosessen er kompleks og dynamisk, og preges av stor usikkerhet. For å kalle prosjektet "en suksess", må det ferdigstilles innen tids- og kostnadsrammen som er gitt (Turner 2009), og byggherren forventer i tillegg at entreprenøren leverer et ferdig produkt, eller prosjekt, med tilfredsstillende kvalitet.

De overnevnte forhold har resultert i at Lean Construction er blitt et "hett" tema i byggebransjen. Med Lean Construction forsøker en å tilpasse seg de samme prinsippene som i Lean Production, og med utgangspunkt i TFV-modellen til Koskela (2000) har det vist seg at det er spesielt to områder det bør fokuseres på for å oppnå en "lean" byggeprosess; *flyt* og *koordinering*.

God flyt i byggeprosjekter innebærer at en skal unngå feil i planer, byggefeil, venting og unødvendige bevegelser på byggeplassen. En grunnleggende forutsetning for dette er et godt planleggingsarbeid, og for å oppnå tilstrekkelig flyt er i tillegg koordinering et sentralt element.

Gjennomføringen av større byggeprosjekter er i stor grad basert på både *intensiv* og *sekvensiell* teknologi, som i følge Thompson (1967) karakteriseres av henholdsvis gjensidige og sekvensielle avhengigheter. Et passende eksempel på gjensidige avhengigheter kan være oppbyggingen av en vegg; først må eksempelvis tømmeren sette opp reisverk, rørleggeren må gjøre sitt, elektrikerer legger el. anlegg, tømmeren kler veggen, deretter blir den sparklet og malt, før elektrikerer avslutter med å montere brytere, lamper, stikkontakter, og lignende. For å kunne bygge denne veggen er en avhengig av gjensidig kommunikasjon og koordinering mellom de involverte aktørene. I tillegg til gjensidige tilpasninger på byggeplassen, blir de sekvensielle avhengighetene, altså aktiviteter som må utføres i en bestemt rekkefølge og som samtidig krever mindre koordinering på byggeplassen, fortrinnsvis koordinert ved hjelp av planer.

For å overlevere et tilfredsstillende prosjekt legger Lean Construction til rette for å styre og koordinere de ulike aktivitetene for å oppnå best mulig flyt. Ved å bli bedre på å planlegge byggeprosessen og koordinere aktivitetene på byggeplassen er det en betydelig gevinst å hente (Andersen et al. 2004), noe flere aktører i bransjen har rettet fokus mot de siste årene.

På bakgrunn av positive erfaringer med Lean Construction fra Skanska Finland, har også Skanska Norge rettet fokus mot dette settet av prinsipper og metoder, hvor Last Planner er det mest konkrete og gripbare hjelpemiddelet. Suksessen i Finland er imidlertid ikke kun et resultat av økt fokus på prinsippene og metodene i Lean Construction og Last Planner. En for noen ukjent planleggingsmetodikk, skråstreksmetodikken, har vært fremtredende i Skanska Finland, og det antas at suksessen kan sees på som et resultat av innføringen av lean, i kombinasjon med den nevnte planleggingsmetodikken. Uavhengig av erfaringer fra Skanska Finland ser i det minste skråstrekk ut til å være en fruktbar planleggingsmetodikk.

1.2 Problembeskrivelse

Skanska Norge og Universitetet i Agder har et pågående forskningssamarbeid, hvor fokus er ”å redusere sløsing og øke verdiskapingen gjennom planlegging og relasjonsbygging i forsyningskjeder i byggenæringen”. Denne rapporten er et resultat av et oppdrag fra Skanska Norge, som er i gang med et pilotprosjekt, ”Havlimyra Oppvekstsenter” i Kristiansand, hvor Lean Construction og Last Planner skal prøves ut.

For å oppnå god flyt i byggeprosessen er en avhengig av en velfungerende planleggingsmetodikk. På Havlimyra Oppvekstsenter benyttes gantt-metodikken som basis for prosjektplanleggingen. Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke den alternative skråstreksmetodikken, i forhold til den mer tradisjonelle gantt, for koordinering av flyten i byggverdikjeder.

Tradisjonelt sett har gantt-planlegging vært den mest benyttede planleggingsmetodikken i byggebransjen. Det antas imidlertid at den alternative skråstreksmetoden innehar kvaliteter som fører til en mer detaljert planleggingsprosess, og planleggingsarbeidet må være bedre enn det som minimum kreves ved bruk av gantt. Å benytte skråstreksmetodikken medfører i det minste et annerledes planleggingsarbeid i forhold til bruk av gantt. Videre hevdes det at skråstreksdiagrammer gir en bedre forståelse for dem som skal lese og iverksette planene, og legger i tillegg bedre til rette for god flyt i byggearbeidene.

Basert på erfaringer fra Skanska Finland, skal Havlimyra Oppvekstsenter benyttes som case for å utrede bruk av skråstreksplanlegging, *og sammenlikne metoden med den mer utbredte gantt-metodikken*. Ved å benytte gantt som basis, skal oppgaven belyse hvordan skråstreksmetodikken kan benyttes til prosjektplanlegging, og hvilke eventuelle fordeler og ulemper som kan forbindes med de to metodikkene, med tanke på å planlegge og koordinere fremdriften på et byggeprosjekt.

1.3 Disposisjon

Det teoretiske rammeverket i rapporten presenterer i kapittel 2 prinsippene og dynamikken i Last Planner på en sammenfattende måte. Deretter gis det i kapittel 3 en bredere innføring i prosjektstyringsbegrepet, hvor ulike planleggingsmetodikker for prosjektplanlegging og prosjektoppfølgning presenteres. I denne delen står gantt- og skråstreksplanlegging sentralt.

Kapittel 4 tar for seg metodene som er benyttet i oppgaven, og kapittel 5 er en kort presentasjon av caset; Havlimyra Oppvekstsenter.

Den empiriske delen av rapporten er lagt til kapittel 6. Kapitlet innledes med å belyse de grepene som er gjort på Havlimyra, med tanke på å prøve ut Last Planner. Deretter går en nærmere inn på de to planleggingsmetodikkene, gantt og skråstrekk, hvor Havlimyra benyttes i

de vurderinger som foretas. De to metodikkene blir til slutt sammenliknet, og fordeler og ulemper ved de to metodikkene belyses, på bakgrunn av variabler som er avgjørende for å gjennomføre et byggeprosjekt.

Avslutningsvis i rapporten er det en konklusjon samt forslag til videre arbeid innen oppgavens problemstilling.

2 Last Planner

For å kunne benytte skråstreksmetodikken er det en elementær fordel at en har kunnskaper om Lean Construction og Last Planner. Lean-teorien går i stor grad på å øke flyten i arbeidet og redusere de aktiviteter som ikke skaper verdi, noe også skråstreksmetodikken legger til rette for. En streber etter å redusere byggetiden, forenkle produksjonen samt løse de ulike koordineringsbehovene på byggeplassen, noe som vil gjøre byggeprosessen mer forutsigbar. Last Planner er det mest gripbare hjelpemiddelet innen Lean Construction, og i forbindelse med UiA og Skanskas forskningssamarbeid prøves dette ut på Havlimyra Oppvekstsenter. Resten av kapitlet er derfor ment for å gi en innføring i hva Last Planner-begrepet står for.

2.1 Prinsippene og dynamikken i Last Planner

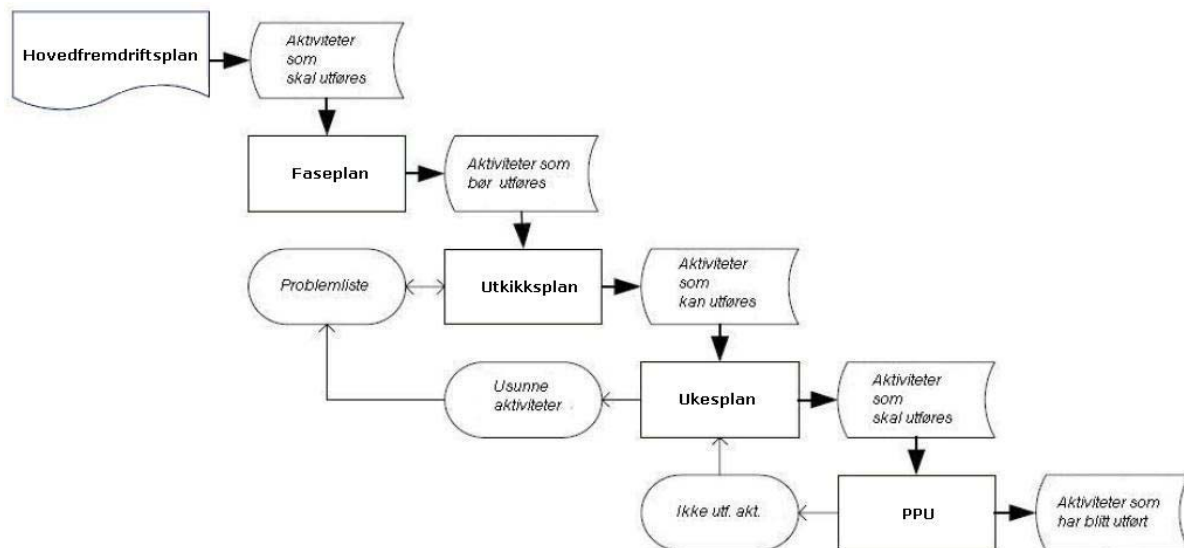
Flyt i byggeprosessen krever god planlegging og koordinering, og selv om en i utgangspunktet ser for seg en forutsigbar produksjon som kan planlegges og utføres i henhold til plan, er virkeligheten i praksis ikke like enkel. I følge Koskela (1992) er byggeprosessen kompleks og dynamisk, da en er avhengig av et stort antall aktører, uforutsette hendelser kan inntre, det er krevende logistikkmessige forhold, planleggingen kan være lite gjennomtenkt eller det kan være værspesifikke årsaker som tvinger prosjektet til å avvike fra den opprinnelige planen (Bertelsen 2003). Det er vanskelig å eliminere usikkerheten som forbindes med byggeprosessen, men det er likevel mulig å gjøre byggeprosessen mer forutsigbar.

På grunn av denne uforutsigbarheten er det vanskelig å utarbeide en hovedfremdriftsplan i startfasen av et prosjekt, og følge denne slavisk frem til prosjektslutt. For å oppnå flyt og god planlegging av de faktiske hendelsene på byggeplassen kan Last Planner benyttes. Med Last Planner blir den faktiske produksjonsplanleggingen skjøvet til et så sent tidspunkt som praktisk er gjennomførbart, og legger samtidig planene så tett på operasjonene som mulig, både fysisk, mentalt og organisatorisk. Et viktig moment i Last Planner er at det siste leddet, de som faktisk skal utføre byggeoppgavene, involveres i denne prosessen (Ballard 2000).

Med Last Planner "tvinges" de ulike aktører til samhandling, både lagene internt, men også mellom ulike entreprenører. For å skape tilstrekkelig flyt i arbeidet er en med andre ord avhengig av en viss innsikt i alle involverte fagområder. For å kunne gjennomføre et prosjekt

etter Last Planner-prinsippene kreves dermed en viss form for samarbeid og møtestruktur. Det legges strukturerte rammer for fremdrifts- og basmøter, som skal gjennomføres ukentlig til faste tidspunkter.

Last Planner legger videre opp til planlegging på fire nivåer, hvor de to første kan sees på som strategiske og de to siste som operative. Ethvert prosjekt vil alltid ha en overordnet (1) hovedtidsplan (hovedfremdriftsplan) liggende i bunn. Videre legger Last Planner opp til å planlegge via (2) faseplaner og (3) utvikksplaner (eng: *lookahead* schedule), og til sist (4) rullerende ukesplaner (Ballard 2000). Det er imidlertid de strategiske planene som er spesielt sentrale i denne rapporten. Figur 1 viser dynamikken i Last Planner.



Figur 1: Dynamikken i Last Planner

2.1.1 Hovedfremdriftsplan

Hovedfremdriftsplanen er en grov og overordnet plan som illustrerer fremdriften på prosjektet, og viser hva som **skal** utføres for å tilfredsstille byggherrens krav. Planen kan sees på som en avtale ovenfor byggherre og har ofte et sett med dagmulktbelagte milepæler.

2.1.2 Faseplan

Faseplaner viser alle aktiviteter som **bør** utføres mellom viktige milepæler. Planen tar med alle aktiviteter forbundet med en bestemt byggefase, en bygning, en tidsperiode, etc., og detaljerer i så måte selve byggeprosessen ytterligere.

2.1.3 Utkikksplan

Utkikksplanen tas ut av faseplanen, og har gjerne en 3-12 ukers horisont (dette avhenger imidlertid av prosjektets karakter og kompleksitet). Planen oppdateres hver uke, og hensikten er å forme arbeidsflyten samt beskrive hva som **kan** utføres. Med utkikksplanen får en oversikt over kommende aktiviteter, og kan således planlegge bemanning på en fornuftig måte. I tillegg er planen et viktig verktøy for formennene, som i praksis bærer mye av fremdriftsansvaret ovenfor fagarbeiderne, i byggeprosessen. Utkikksplanen er rullerende og skal brukes som et redskap for å få sunne aktiviteter (se delkapittel 2.1.4.1). Essensen med utkikksplaner er imidlertid å fjerne hindringer på dette plannivået, frem mot overgangen til neste nivå.

2.1.4 Ukesplan

På det siste plannivået har en rullerende ukesplaner. Planene utarbeides i hovedsak av formann og bas, altså de som skal gjennomføre planen, og viser hva som **vil** bli utført. På denne måten blir fagarbeiderne "the last planners" (Ballard 2000). Selv om hovedfremdriftsplanen skulle si noe annet, er det kun de aktivitetene som er realistisk gjennomførbare som skal med i ukeplanen, eller såkalt *sunne* aktiviteter.

2.1.4.1 Sunne aktiviteter

For at en byggeprosess skal karakteriseres som *sunne*, har Koskela (2000) observert at det er syv forutsetninger som må være til stede; først og fremst må forutgående arbeid være avsluttet. Videre må informasjon og tegninger være på plass, en må ha tilgang til nødvendig materiell, utstyr og mannskap, samt at det må være plass til å utføre aktiviteten. Til sist må også de ytre forhold være lagt til rette, slik som vær og vind, godkjenninger, og lignende. Hvis en av disse forutsetningene, hvis en eksempelvis ikke har nødvendige tegninger tilgjengelig, kalles aktiviteten usunn og arbeidet blir hindret eller i verste fall stopper opp. Én usunn aktivitet vil i praksis ofte føre til at en rekke andre aktiviteter berøres, og en kan havne i en negativ spiral. Det er med andre ord særdeles viktig å ikke kun fokusere på den pågående aktivitet.

2.1.5 Kontinuerlig læring - PPU

En ønsker i høyeste grad at planer, og da spesielt ukesplaner, skal være pålitelige. *PPU*, eller **prosent plan utført**, er et prosenttall som uttrykker hvor mange prosent av de planlagte

arbeidsoppgavene som i realiteten ble utført. Med andre ord i hvilken grad det som *skal* utføres virkelig *ble* utført. En kan velge om en skal basere PPU-målingene på hvorvidt aktivitetene ble ferdigstilt til planlagt tid, eventuelt om aktivitetene hadde oppstart til planlagt tid (Ballard 2000).

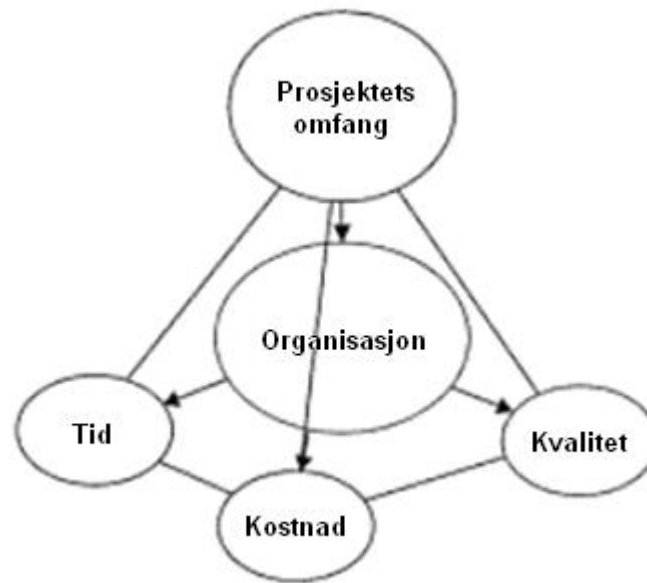
Ved lav PPU benyttes 5 *why*'s for å avdekke årsaker til at en eller flere av arbeidsoppgavene ikke ble utført i henhold til planen. På denne måten står en bedre rustet til å unngå de samme feilene i fremtiden, samt at en får dokumentert eventuelle svakheter med logistikken på byggeplassen, gjennomføringsmetoder, sammensetting av lag, planleggingsmetodikken, etc.

3 Prosjektstyring

Et prosjekts livssyklus er prosessen fra den første ideen foreligger, til denne ideen (eller prosjektet) er realisert. Turner (2009) deler denne syklusen inn i fem steg; fra konsept, til mulighet, til design, til utførelse og til sist ferdigstilling eller avslutning. For å kunne gå fra ett steg til neste, er en videre avhengig av en fire-steps prosess, som innebærer planlegging, organisering, implementering samt kontrollering. Det er syklusens fjerde steg, utførelse, som står spesielt sentralt i denne rapporten.

Prosjektstyringsbegrepet innbefatter alt fra planlegging til oppfølging av prosjekter, og er nødvendig for å oppnå ønsket resultat på en suksessfull måte. Det verserer en rekke ulike tolkninger av hva et prosjekt er, men i følge Lewis (2005) kan et prosjekt defineres som å realisere en unik idé, oppgave eller produkt innen en tidsavgrenset periode, og må sees på som en engangsoppgave. Videre hevder Turner (2009) at et prosjekt er en midlertidig organisasjon som på bakgrunn av både menneskelige, økonomiske og materielle ressurser er organisert for å gjennomføre et unikt omfang av arbeid, som begrenses av både tid og kostnader.

Definisjonene over antyder at prosjektstyring er en krevende oppgave. Den store utfordringen med prosjektstyring er å oppnå prosjektets mål, samtidig som en begrenses av krav til kvalitet, økonomi og tid. En annen utfordring ved prosjektstyring er å overkomme alle aktivitetene som kreves for å oppnå prosjektmålet. Organisasjonen må med andre ord utføre alle definerte aktiviteter på bakgrunn av tilgjengelige ressurser, slik som arbeidskraft, materiell, penger, areal og kommunikasjon. De fire faktorene; *prosjektets omfang, kvalitet, kostnader og tid* er nært knyttet til hverandre, som vist i figur 2, slik at organisasjonen ikke kan endre den ene, uten at det har effekt på minst én av de andre. Hvis eksempelvis prosjektets omfang øker, ved at oppdragsgiveren utvider prosjektet, vil dette ha effekt på både tid og kostnader, men fortrinnsvis ikke kvaliteten.



Figur 2: Faktorer som er nært knyttet til hverandre i gjennomføringen av et prosjekt

På bakgrunn av Koskelas (1992) påstand om at prosjekter kan karakteriseres som unike, er det i tillegg et *risikomoment* som må tas i betraktning ved gjennomføringen av et prosjekt. Videre er det alltid to eller flere involverte parter i et prosjekt, eksempelvis byggherre og entreprenør, eventuelt total- eller hovedentreprenør og underentreprenør. Disse partene vil gå inn i et prosjekt med ulike mål, og *samspeillet* dem imellom må også styres. Dette tilfører ytterligere én dimensjon som må tas i betraktning når et prosjekt skal gjennomføres (Turner 2009).

Når en bedrift påtar seg et oppdrag, er det i deres hensikt å fullføre prosjektet i henhold til oppdragsgiverens forventninger. Det innebærer i hovedsak å overlevere prosjektet til riktig tid og med forventet kvalitet. I tillegg er det et overordnet mål at en skal oppnå en økonomisk gevinst. Oppdragsgiveren på sin side ønsker imidlertid høyest kost/nytte-effekt av investert beløp, og er en motstridende mekanisme mot entreprenørens ønske. Det er med andre ord slik at *principalen* har andre mål enn *agenten*, i henhold til Principal-Agent teorien (Rosenow 2002). Hvis et prosjekt ser ut til å være en ulønnsom investering, er det lite sannsynlig at oppdragsgiveren får ”solgt” ideen sin. Generelt sett er det den potensielle økonomiske gevinsten som får bedrifter til å påta seg ulike oppdrag.

Selv om et prosjekt i utgangspunktet skulle se ut til å gi bedriften en økonomisk gevinst, er det likevel mange faktorer som kan føre til at prosjekter feiler. Det være seg dårlig

planlegging, mangel på styring, mangel på ressurser, dårlig kommunikasjon, uklare mål og visjoner, konflikter, etc. (NetoAlvarez 2003). Det er viktig å bemerke seg at ingen av disse årsakene er av teknisk karakter, så det er med andre ord de menneskelige faktorene som er mest avgjørende for et prosjekts suksess. Hvorvidt et ferdigstilt prosjekt kan kalles en suksess eller fiasko avhenger imidlertid av flere faktorer. Det er vanskelig å liste opp basiskriterier for vurdering av prosjektsuksess, da dette er svært individuelt. En kombinasjon av kvalitet, tid og kostnader er imidlertid sentralt, men det er nødvendigvis ikke slik at et prosjekt har feilet selv om overlevering var en uke forsinket eller kostnadene ble 10 % høyere enn antatt.

For å best legge til rette for en god prosjektgjennomføring er det spesielt viktig å fokusere på planleggingsarbeidet. Ved prosjektplanlegging er det viktig å ta i betraktning alle de seks nevnte faktorene; prosjektets omfang, kvalitet, kostnader, tid, risiko og samspill. I tillegg er det viktig å ha fokus på organisasjonen som skal gjennomføre prosjektet. I et byggeprosjekt vil prosjektorganisasjonen ha en definert beskrivelse av prosjektet, og har dermed god oversikt over prosjektets omfang samt hva som kreves av oppdragsgiveren. Tid og kostnader er særlig avgjørende for hvordan selve prosjektet skal gjennomføres, for å overlevere med forventet kvalitet. Hvis eksempelvis en rimelig løsning innebærer en lengre byggetid, kan den av fremdriftsmessige hensyn måtte velges bort. Ei heller kan en velge den rimelige løsningen hvis den ikke tilfredsstillende kvalitetskravene. I tillegg kommer usikkerhetsmomenter som risiko og samspill mellom flere aktører, som er med på å komplisere bildet ytterligere.

Når et byggeprosjekt skal planlegges er det derfor viktig å ikke kun fokusere på tiden en har til rådighet. En gjensidig avveining av disse faktorene er derfor avgjørende for å kunne gjennomføre prosjektet. Da denne rapporten skal ta for seg ulike planleggingsmetodikker, med fokus på fremdriftsplanlegging, er likevel "tid" den faktoren som er mest sentral. Men som sagt; faktorene er nært linket til hverandre.

For å gjennomføre et prosjekt er en derfor avhengig av et fungerende prosjektstyringssystem, som gir prosjektorganisasjonen mulighet til å planlegge og gjennomføre prosjektet på en forutsigbar måte.

3.1 Prosjektplanlegging

Planleggingsarbeidet rundt et prosjekt er en sentral og nødvendig faktor for å oppnå ønsket resultat. Prosjektplanlegging utføres i hovedsak for å øke sannsynligheten for at et prosjekt skal ferdigstilles rasjonelt, effektivt og med gode resultater, og grundig og gjennomført prosjektplanlegging er som regel grunnlaget for ethvert vellykket prosjekt av noe størrelse. Det er imidlertid store forskjeller på hvor mye tid en skal vie dette arbeidet, avhengig av hva slags prosjekt en står ovenfor. Individuelle preferanser hos prosjektansvarlige vil også være avgjørende for planleggingsmengde og -nøyaktighet. En annen faktor som videre kan ha innvirkning på tid og ressurser som legges ned i planleggingsarbeidet, er type prosjekt og hvilke erfaringer en besitter fra tidligere prosjektgjennomføringer.

Planlegging er imidlertid ingen garanti for et vellykket resultat. Gjennom planlegging skaper en dog en handlingsberedskap som gjør det mulig å gjøre planen om til virkelighet. Et viktig moment er imidlertid at en ikke må gjøre planleggingen til et mål i seg selv, men betrakte det som et hjelpemiddel.

I kapittel 2.1 vises det at Last Planner legger opp til planlegging på fire nivåer, med hovedtidsplanen, eller hovedfremdriftsplanen, på det øverste nivået. Hensikten med en fremdriftsplan er å systematisere aktiviteter og ressurser over en gitt tidsperiode, slik at målene nås med bruk av minst mulig ressurser og tid, samt til lavest mulig kostnad. Det er tre elementære faktorer som danner grunnlaget for en fremdriftsplan (Larsen 2004):

- Arbeidsinnholdet i den enkelte aktivitet (timeverk/dagsverk)
- Antall personer som kan arbeide samtidig på hver aktivitet
- Avhengigheter mellom aktivitetene

I følge Koskela (1992) er byggeprosessen både kompleks og dynamisk. For å kunne utarbeide en korrekt og fornuftig fremdriftsplan kreves derfor god innsikt i prosjektets ulike faser, fagarbeidernes arbeidskapasitet, tilgjengelige ressurser og lignende. Dette innebærer med andre ord at en må vite hva som skal gjøres, hvordan det skal gjøres, når det skal gjøres, hvor mye tid som er nødvendig, hvilke ressurser de ulike aktivitetene krever og forhold som angår

selve prosjektet. Ikke minst må en vite hva resultatet, eller målet, skal være.

I forhold til de faktorene som ble nevnt innledningsvis i dette kapittelet, er det her tid, prosjektets omfang og samspillet mellom de involverte aktørene som i hovedsak er avgjørende. De tre andre faktorene; kvalitet, kostnader og risiko, er også viktige, men med tanke på oppgavens fokusområde har disse mindre å si for hvordan selve planleggingsprosessen gjennomføres.

For å planlegge fremdriften på et prosjekt er det avgjørende at en har informasjon om følgende variabler:

- Start/slutt
- Varighet
- Tilgjengelige ressurser
- Avhengigheter
- Aktiviteters enhetlighet
- Prosjektets karakter
- Lokalitet
- Kompleksitetsgrad
- Geografisk gjentakelse/enhetlighet

3.2 Prosjektoppfølgning

Likeså viktig som å sette opp en god fremdriftsplan, er selve oppfølgingen. I byggeperioden er det mange uforutsette hendelser som kan inntreffe, og som kan ha avgjørende betydning for fremdriften på prosjektet. Fremdriftsoppfølging er viktig for å ha kontroll på den faktiske byggeprosessen, og skaper bedre forutsigbarhet i byggeprosessen.

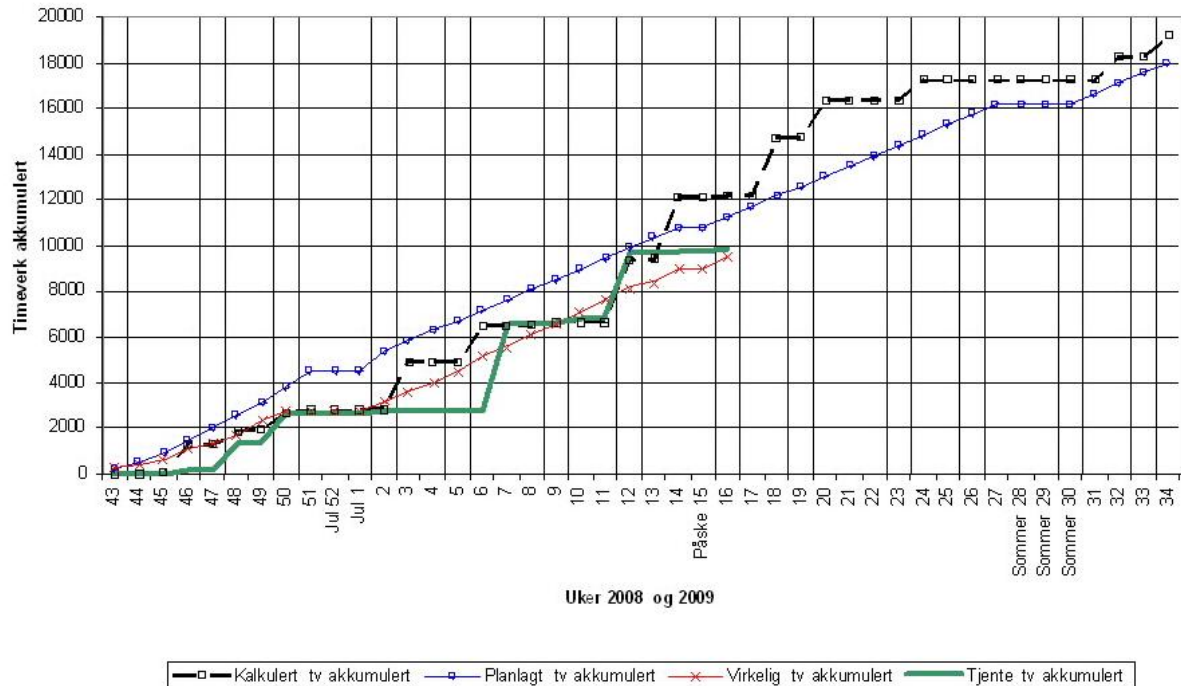
En kan skille mellom to former for oppfølging; *formell* og *uformell* (Larsen 2004). Ved formell oppfølging etableres det rutiner for rapporteringen, og gjelder for alle involverte parter. Eksempler på slik rapportering kan være ukes- eller månedsvise rapporter, timelister, økonomirapporter og lignende. I store prosjekter er det vanlig at prosjektets viktigste aktører berøres av denne form for rapportering.

Uformell oppfølging har ikke like "strenge" rutiner. Her kan oppfølgingen skje i form av at den som har ansvaret for planoppfølgingen selv tar en runde på byggeplassen for å besiktige fremdriften, eventuelt har en uformell samtale med sine medarbeidere i gangen eller ved kaffetrakteren. Skal eksempelvis vinduer være ferdig innsatt til en gitt dato, kan en enkelt se om dette er utført eller ikke ved å ta en runde på byggeplassen. Slike signaler er det ofte enklere å fange opp på den uformelle måten enn gjennom en statusrapport. En kombinasjon av formell og uformell oppfølging er imidlertid vanlig.

Når en har registrert hva som faktisk er utført på byggeplassen kan fremdriftsoppfølgingen gjøres flere måter. Først og fremst kan en benytte selve fremdriftsplanen, og studere hvorvidt den faktiske fremdriften er i henhold til det som var planlagt. En sammenlikner med andre ord den faktiske fremdriften og planlagt fremdrift, eller baselinjen (eng: *baseline*). For å ha kontroll i oppfølgingsarbeidet hevder Turner (2009) at en *aldri* skal endre på baselinen. Ved å oppdatere baseline mister en oversikt og kontroll, og det kan være vanskelig å få et riktig bilde av den reelle fremdriftsutviklingen.

Videre er utregning av *ferdiggrad* og bruk av *s-kurver* nyttige hjelpemidler når fremdriften på prosjekter skal følges opp. En aktivitets ferdiggrad forteller hvor mye av en aktivitet som gjenstår. Det er lite hensiktsmessig å styre prosjektet etter hvor mange dager som er brukt, eller hvor langt en har kommet rent fysisk. Dette da eksempelvis de siste 10 kvm kan ta mye lengre tid enn de 50 første. Det er derfor viktig å poengtere at det er det gjenstående arbeidet som må tallfestes, ved antall dager det er sannsynlig at det gjenstår på aktiviteten, eventuelt fremskaffe det samme i prosent.

I følge Svee og Pedersen (vedlegg 1 og 2) finnes s-kurver i en rekke varianter, men det er *alltid* baselinen som er den grunnleggende kurven som nyttes til sammenlikning. Se figur 3 for et eksempel på en s-kurve. Etter hvert som de reelle data blir registrert plottes de inn i kurve-diagrammet. S-kurven benyttes deretter for å analysere hvorvidt den faktiske fremdriften følger den opprinnelig planlagte fremdriften. Hvis kurven for faktisk fremdrift ligger under baseline-kurven indikerer dette at fremdriften er for dårlig. I motsatt tilfelle vil en da ligge foran skjema.



Figur 3: Et eksempel på en s-kurve

Det er imidlertid svært viktig å ikke bare registrere avvikene i forhold til planen. Hvis det registreres avvik må en forsøke å finne årsaker til disse, samt utføre forebyggende og korrektive tiltak (Larsen 2004). Hvis en får avvik i forhold til den opprinnelige fremdriftsplanen kan dette få konsekvenser for både prosjekttiden og kostnadsrammen. En kan da velge å forsere, ved å tilføre mer ressurser, eller forskyve aktiviteter. En tredje mulighet er å forsøke å legge til rette for bedre flyt i arbeidet, ved at en i praksis gjør endringer i fremdriftsplanen. Sistnevnte tiltak kan være fruktbart ved at en optimaliserer byggeprosessen, og legger dermed til rette for å unngå flere tilsvarende forsinkelser.

3.3 Planleggingsmetodikker

En tidsplan, eller fremdriftsplan, har flere hensikter. Først og fremst benyttes den for å fullføre et prosjekt innen den fastsatte tidsfristen. Videre er en fremdriftsplan avgjørende for å kunne koordinere ressurser og gjøre disse tilgjengelig når det er behov (Turner 2009).

Når et prosjekt skal planlegges er det en rekke spørsmål som dukker opp. Det være seg hvilke aktiviteter som må utføres for å fullføre prosjektet, når og i hvilken rekkefølge disse aktivitetene skal utføres og hvem som skal utføre dem. Videre må en vite hvor lang varighet en aktivitet har, hvilke ressurser som kreves samt hvilke avhengigheter som eksisterer mellom

de ulike aktivitetene (Grover 2002). For å systematisere dette er det flere ulike planleggingsmetodikker som kan benyttes. Felles for metodikkene er at de tar for seg de ulike start- og sluttdatoer for hver enkelt aktivitet, samt hvilke avhengigheter som eksisterer, for å få oversikt over rekkefølger og totaltid. Den store forskjellen er imidlertid selve oppbyggingen av planene, samt strukturen og tankemåtene som ligger bak.

De fleste byggeprosjekter baserer prosjektplanleggingen på en eller annen form for CPM, eller *critical path planning method* (Mendes Jr. & Heineck 1998). I de følgende avsnittene presenteres noen aktuelle metoder.

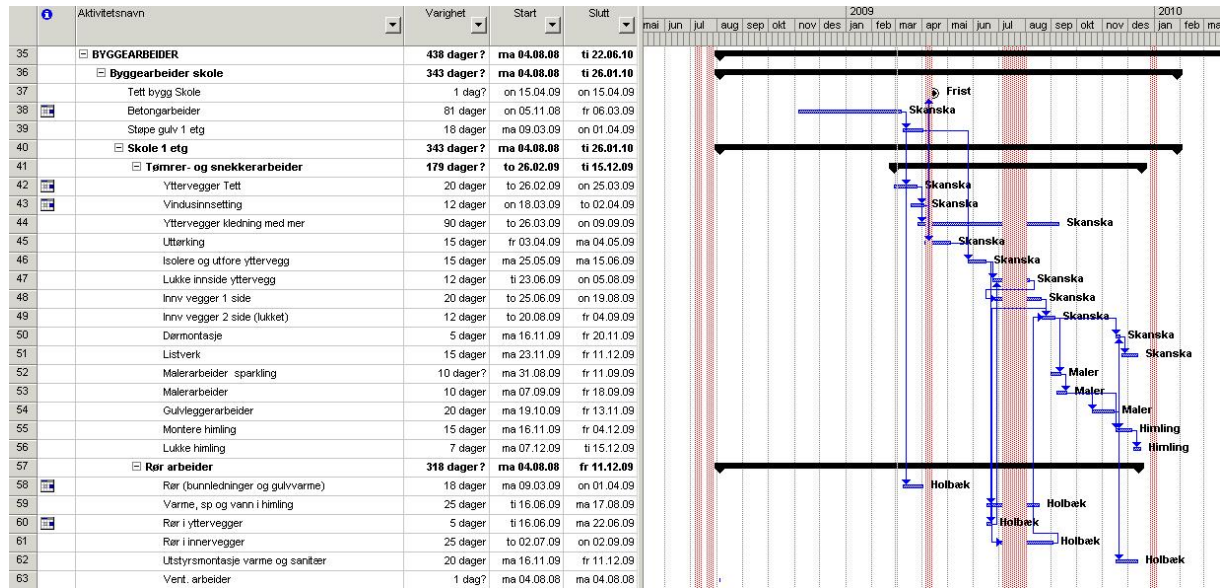
3.3.1 Gantt

I byggebransjen er tradisjonelt sett gantt-planlegging den mest benyttede planleggingsmetodikken. I det videre arbeidet benyttes derfor gantt som en basis, og blir med det grunnlag for de vurderinger og sammenlikninger som foretas.

3.3.1.1 Bakgrunn

Det første Gantt-diagrammet ble utviklet av Karol Adamiecki på slutten av 1800-tallet. Hans publikasjoner ble utgitt på polsk og russisk, og nådde av den grunn ikke ”den vestlige verden” før flere tiår senere. I 1910 utgav imidlertid Henry Gantt en bok; *Work, Wages and Profit*, hvor han presenterte diagrammet som i dag bærer navnet hans (Blokdijsk 2007). Det er med andre ord Henry Gantt, en amerikansk ingeniør og samfunnsviter (Grover 2002), som har fått all ære for utviklingen av diagrammet, selv om det var nevnte Adamiecki som opprinnelig var først ute.

Et gantt-diagram er en grafisk fremstilling av et prosjekts aktiviteter, og viser de ulike aktivitetenes tidsbruk, i form av horisontale stolper (langs en horisontal og lineær tidsakse), prosjektets milepæler, avhengigheter og ansvarsforhold. Det aktivitets- og tidsbaserte gantt-diagrammet bidrar dermed til å skape en oversikt og forutsigbarhet for alle involverte parter i prosjektet. Figur 4 viser et utsnitt av et gantt-diagram.



Figur 4: Utsnitt av et gantt-diagram

Selve gantt-diagrammet er kun en visuell fremstilling, og er et resultat av en omfattende planleggingsprosess. For denne planleggingsprosessen er variablene som ble listet opp i kapittel 3.1 avgjørende.

3.3.1.2 Planlegging med gantt

Ved å benytte gantt-metodikken til fremdriftsplanlegging på et prosjekt, er det viktig at alle variablene tas i betraktning. En kan si at gantt-planlegging i hovedsak baseres på tid og aktiviteter. Med det menes at enhver aktivitet tildeles en bestemt varighet, og en finner dermed aktivitetens start- og sluttid. For å finne denne varigheten er det en forutsetning at en har oversikt over tilgjengelige ressurser, og det gjelder for både materialer, maskiner og personell. Eventuelt er en aktivitets start- eller sluttid definert, og en finner varigheten på bakgrunn av tilgjengelige ressurser.

Når en planlegger i gantt listes aktivitetene opp fra topp til bunn, i den rekkefølgen de vil bli utført, og det er en direkte forbindelse mellom de individuelle aktivitetene. Videre er det vanlig å gruppere aktivitetene i kategorier, eksempelvis lokasjon eller fag, hvor de ulike kategoriene kan sees på som oppsummeringsaktiviteter. Varigheten til en oppsummeringsaktivitet spenner over alle aktivitetene innenfor kategorien, og der hvor oppsummeringsaktiviteter benyttes blir disse ordnet kronologisk (Grover 2002).

For å gjennomføre prosjektet må aktivitetene utføres i en hensiktsmessig rekkefølge, og det er viktig å skille mellom kritiske- og bufferaktiviteter. Kritiske aktiviteter har et avhengighetsforhold til en eller flere andre aktiviteter, og kan derfor ikke utføres i en tilfeldig rekkefølge. En skiller gjerne mellom fire ulike avhengigheter; ”slutt til start”, ”slutt til slutt”, ”start til start” og ”start til slutt” (Morris 1997). Disse avhengighetene er spesielt avgjørende for de ulike aktivitetenes oppstartsdato. Eksempelvis ved en ”slutt til slutt”-avhengighet kan ikke aktivitet B avsluttes før aktivitet A er avsluttet. Avhengigheten ”slutt til start” er imidlertid den vanligste, og samtidig den enkleste å håndtere. Bufferaktivitetene derimot er mer eller mindre uavhengige aktiviteter, og rekkefølgen disse utføres i er ikke like avgjørende som ved de kritiske. Bufferaktivitetene kan i prinsippet gå parallelt, men i praksis streber en likevel etter å planlegge disse slik at en unngår unødvendig kollisjon mellom to eller flere lag.

Utgangspunktet bør være at en ønsker en byggetid som er så kort som mulig. Mekanismen som avgjør tidligst eller senest oppstart for en aktivitet er avhengigheten til andre aktiviteter. Uavhengig av hvorvidt avhengighetene er kritiske eller ikke, er det viktig å få avdekket disse for å ha mulighet til å utarbeide et gjennomførbart planverk. Det er imidlertid viktig å ikke blande kritiske- og bufferaktiviteter med ”kritisk vei”. Den kritiske vei er den lengste ”veien” av aktiviteter i en plan, og disse aktivitetene har ingen slakk. Med det menes at dersom en aktivitet langs den kritiske vei blir forsinket, vil hele prosjektet bli forsinket (Buskenes 2001).

Prosjektets karakter og kompleksitetsgrad er avgjørende for hvordan gantt benyttes til prosjektplanlegging. Det kan være vanskelig å definere hva som er et komplekst prosjekt, og hva som ikke er. I hovedsak kan en imidlertid si at prosjekter med mange ensartede aktiviteter, mye gjentakelse, kjent byggemetode, etc., stort sett ikke er komplekse. Et komplekst prosjekt kan derfor være et byggeprosjekt hvor en generelt sett står ovenfor en rekke store utfordringer, slik som nybygging, ombygging, restaurering, krevende løsninger, nye byggemetoder, etc., på ett og samme prosjekt. Antall aktører som engasjeres på prosjektet er også avgjørende for kompleksitetsgraden.

Hvis et prosjekt er stort og omfattende er det vanlig å dele gantt-diagrammet inn i flere mindre deler, eller lokasjoner, eventuelt fag. Ved bruk av gantt-metodikken vil det da være lite ”kommunikasjon” mellom de ulike lokasjonene. Selv om det skulle være mye geografisk gjentakelse eller mange like aktiviteter på de ulike lokasjonene, kan det dog være vanskelig å

legge til rette for god flyt ved bruk av gantt-metodikken. Ulike lokasjoner blir ofte håndtert isolert, og ved bruk av gantt-metodikken kan det være vanskelig å ”oppdage” alle disse sammenhengene.

3.3.2 Skråstrekk

Et alternativ til den aktivitets- og tidsbaserte gantt-metodikken er *skråstreksplanlegging*, eller på engelsk; *Line-of-Balance*.

3.3.2.1 Bakgrunn

Skråstreksplanleggingens opprinnelse stammer helt tilbake til 1940-tallet, og det var Goodyear Company som var først ute med å benytte metodikken. I hovedsak ble den imidlertid utviklet av US Navy under 2. verdenskrig og på 1950-tallet. Den amerikanske marinen benyttet skråstrekk til mobiliseringsplanlegging, og metodikken ble fortløpende videreutviklet og forbedret. Etter hvert fikk også tradisjonell industri opp øynene for skråstreksplanlegging, hvor den stort sett ble anvendt til fremstillings- og produksjonskontroll (Yaowu & Qingpeng 2008).

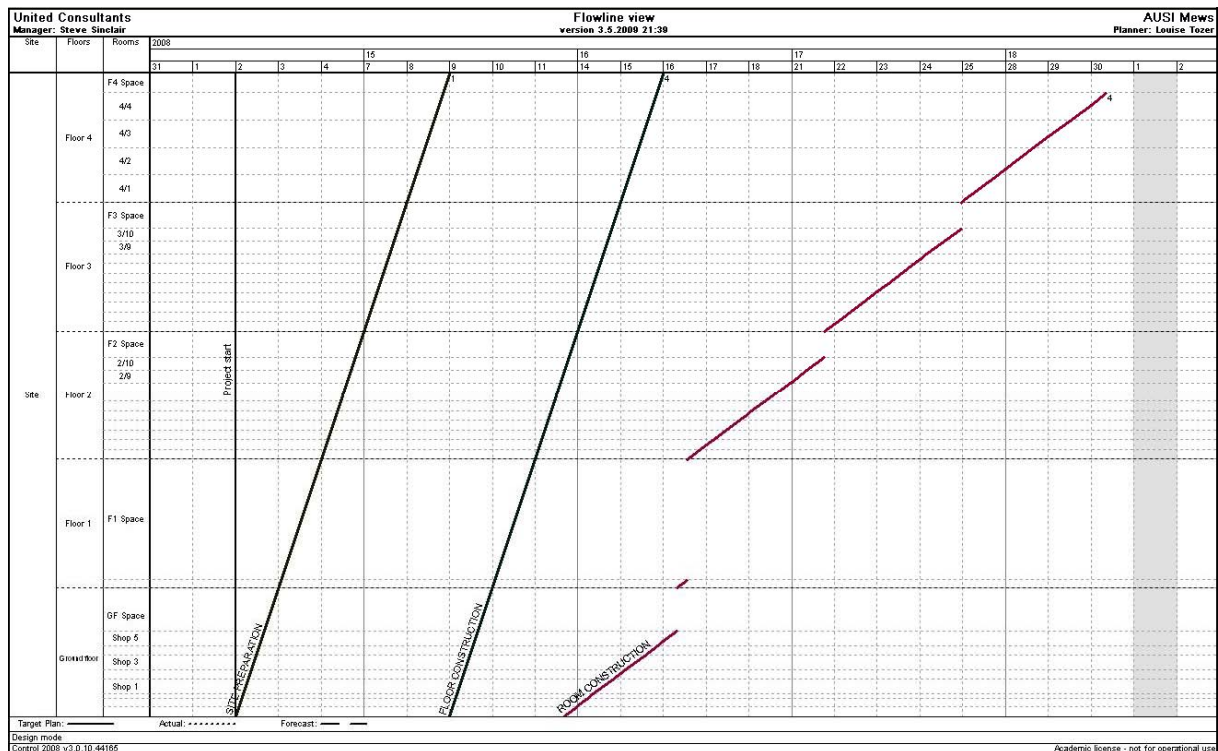
Skråstreksplanlegging er også egnet i byggebransjen. Selv om metodikken har en forholdsvis lang historie innen anlegg, er den foreløpig lite utbredt i byggebransjen. I store finske entreprenørbedrifter har imidlertid skråstrekk i stor grad blitt benyttet som planleggingsverktøy siden midten av 1980-tallet. I 1985 startet Jouko Kankainen og Juhani Kiiras ved Helsinki University of Technology forskningen på skråstreksplanlegging, med tanke på å tilpasse metodikken til byggebransjen. Bakgrunnen for arbeidet var i følge Kankainen & Seppänen (2003) dårlige økonomiske resultater og lav planpålitelighet under byggeboomen i Finland på 1980-tallet. Etter over to tiår med forskning og utvikling på skråstreksplanlegging, har en i dag et komplett verktøy for prosjektplanlegging og -styring.

Målet i Lean Construction er å redusere ikke-verdiskapende aktiviteter, eller sløsing. Selv om den finske forskningen har foregått uavhengig av Lean Consturction-filosofien, har målet vært det samme (Kankainen & Seppänen 2003). De senere år har skråstreksplanlegging fått mye oppmerksomhet også utenfor Finland. Blant annet på konferanser i IGLC¹ har de finske resultatene og vektøyene blitt viet mye oppmerksomhet (Seppänen & Aalto 2004).

¹ IGLC, eller “International Group for Lean Construction”. For mer informasjon, se <http://www.iglc.net/>.

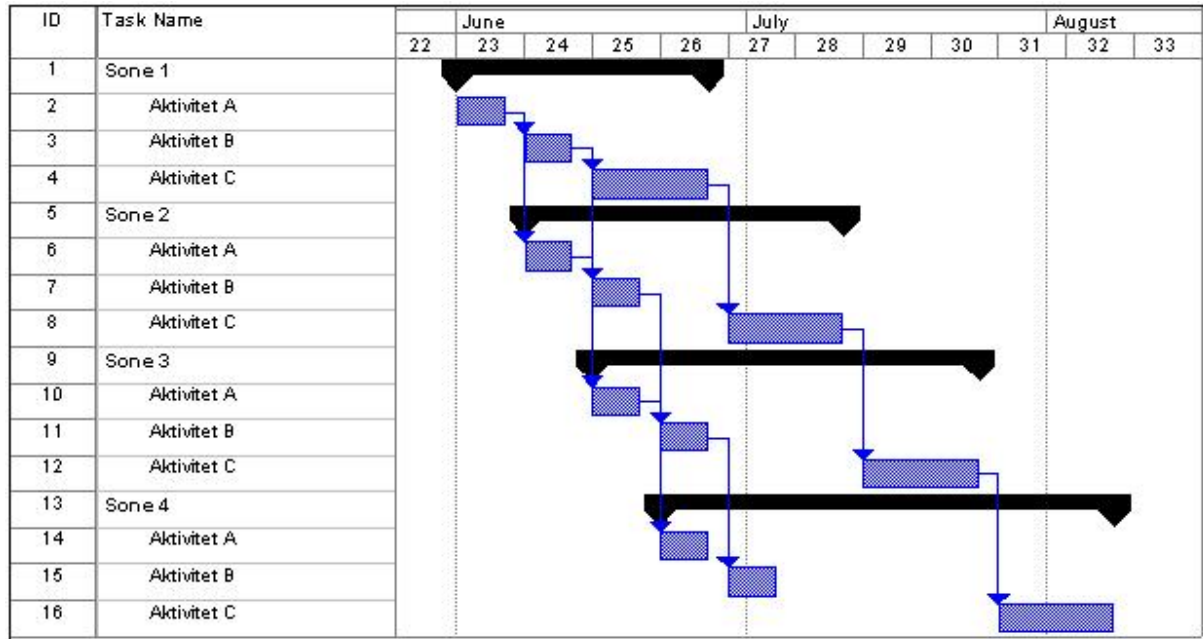
3.3.2.2 Planlegging med skråstrek

Den store forskjellen på skråstreksplanlegging, i forhold til gantt, er at metodikken legger opp til soneplanlegging. Dette er i kontrast til den aktivitets- og tidsbaserte gantt-metodikken (Kenley 2004). Visuelt sett er de horisontale stolpene fra gantt-diagrammet erstattet med en enkel *strek* som strekker seg gjennom tid og rom (eller soner), som vist i figur 5, derav navnet skråstreksplanlegging.

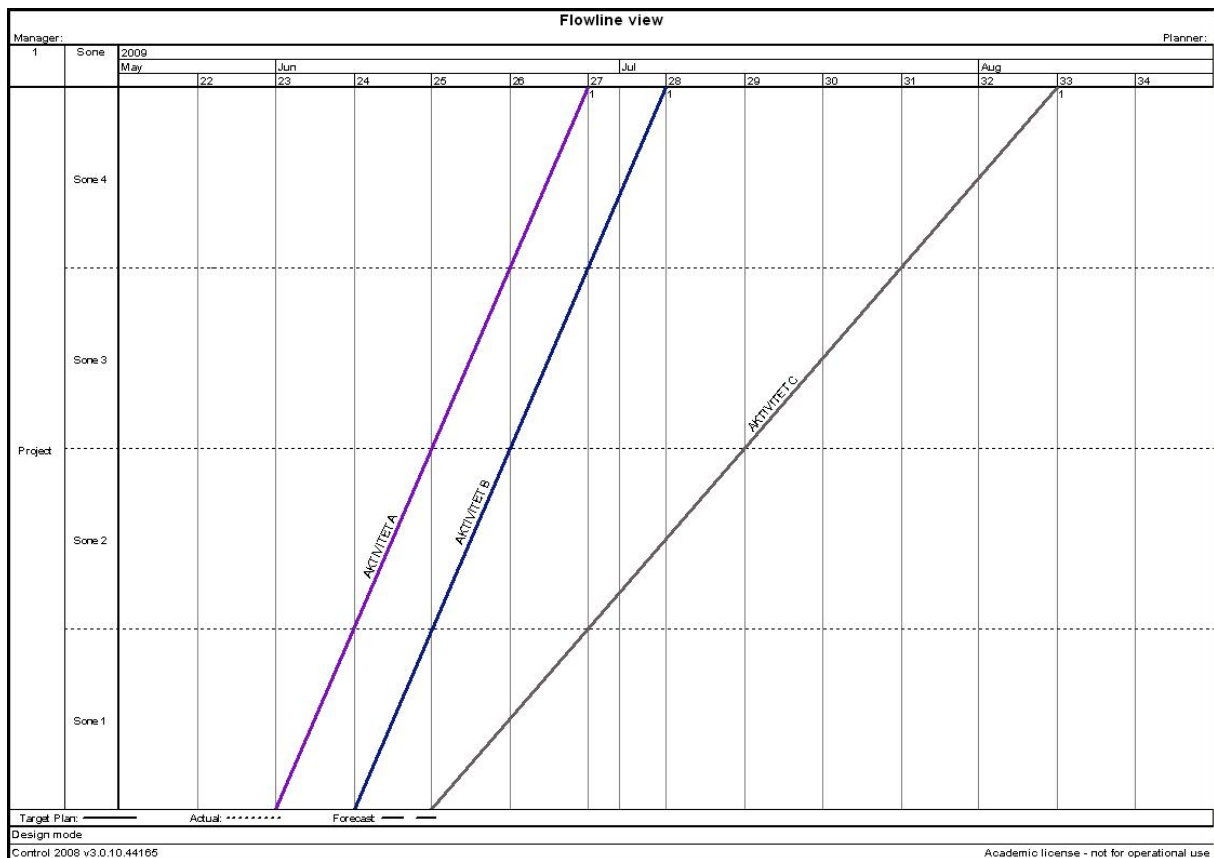


Figur 5: Utsnitt av et skråstreksdiagram

En forskjell fra gantt-planlegging er altså at skråstreksmetodikken tar utgangspunkt i ulike lokasjoner, eller *soner*. Ved å planlegge med skråstrek må med andre ord prosjektet, eller prosjekt-objektene, deles inn i ulike soner, eksempelvis etasjer eller avdelinger. Der et gantt-diagram eksempelvis trenger fire horisontale stolper for å visualisere én type aktivitet som skal utføres i fire etasjer (eller soner), vil denne aktiviteten vises som én strek i et skråstreksdiagram, hvor streken strekker seg gjennom de fire sonene. Se figur 6 og 7 for en fremstilling av to like scenarioer i henholdsvis gantt og skråstrek.



Figur 6: Tre aktiviteter på fire ulike lokasjoner, visualisert i et gantt-diagram
 (figuren er kun ment som en illustrasjon, da det her er lagt opp til soneplanlegging, og ikke den "vanlige" gantt-planleggingen)



Figur 7: Tre aktiviteter på fire ulike lokasjoner, visualisert i et skråstreksdiagram

Da skråstreksmetodikken legger opp til soneplanlegging, kreves det en noe annerledes tenkemåte i forhold til gantt-planlegging. Hensikten med å dele inn i soner, og for så vidt skråstreksplanleggingens ”konkurransefortrinn”, er for å oppnå bedre flyt i arbeidet. Det innebærer å øke produktiviteten til både arbeidslagene og underentreprenørene som er engasjert i prosjektet. Å se på flyten til underentreprenører har for øvrig ikke vært særlig utbredt i entreprenørbransjen, men lavere kostnader hos underentreprenørene kan føre til lavere prosjektkostnader totalt sett.

Ved skråstreksplanlegging har en behov for de samme variablene, som er gjengitt i kapittel 3.1, for å planlegge og koordinere fremdriften på et byggeprosjekt.

Ved skråstreksplanlegging blir en aktivitets start-, sluttdato og varighet bygget opp på samme måte som ved gantt-planlegging, altså på bakgrunn av tilgjengelige ressurser. Det er imidlertid en stor forskjell på hvordan aktivitetene organiseres i forhold til hverandre. En aktivitets varighet vises langs en horisontal tidsakse, men selve streken strekker seg gjennom de ulike sonene. Planleggingsmetodikken har derfor strenge krav til både tid og sted, og en må av den grunn planlegge hvor de ulike lagene til enhver tid skal arbeide.

I en ”perfekt” byggeprosess skal en ikke utsettes for stopp eller unødvendige hindringer i arbeidet. Når et arbeidslag er ferdig med en aktivitet i en sone skal de straks gå videre til neste sone. Her vil en i skråstrek tenke én aktivitet som utføres på to lokasjoner, mens en i gantt ville tenkt to aktiviteter som utføres på to lokasjoner. Eller sagt mer generelt; i skråstrek går én aktivitet over flere lokasjoner, mens det i gantt er én aktivitet for hver lokasjon. Dette tankesettet er i bunn og grunn basisen for skråstreksplanlegging. Planleggingsmetodikken legger videre til rette for mindre ”kollisjon” på byggeplassen. Da det deles inn i soner kan en planlegge slik at det kun er ett lag som arbeider i en sone om gangen. Lagene kan dermed jobbe uavbrutt og uforstyrret, og ved å planlegge på denne måten har en på et tidlig planleggingsstadium avdekket mye av koordineringsproblematikken som gjerne oppstår på byggeplasser (Forss & Norberg 2006).

På grunn av avhengigheter kan en imidlertid ikke plassere aktivitetene (eller strekene) tilfeldig, og streker vil av den grunn likevel krysse hverandre. Dette er nødvendigvis ikke en ulempe, men en foretrekker gjerne så få kollisjoner som mulig. I slike tilfeller kan en forsøke

å optimalisere byggeprosessen, ved at en eksempelvis tilfører mer ressurser (slik at skråstrekens vinkel endres) og dermed unngår kollisjonen. Eventuelt kan en vurdere om det er aktiviteter som kan forskyves, slik at konflikten løses. Et tredje alternativ kan være å ta soneinndelingen ett skritt videre, ved å dele inn i ytterligere flere soner, slik at planleggingen blir enda mer detaljert.

Skråstreksplanlegging krever som sagt en annerledes tenkemåte i forhold til gantt-planlegging, og er i korte trekk en metodikk som legger til rette for å planlegge arbeider med god flyt, eller en stabil og kontinuerlig fremdrift (Seppänen & Kankainen 2004).

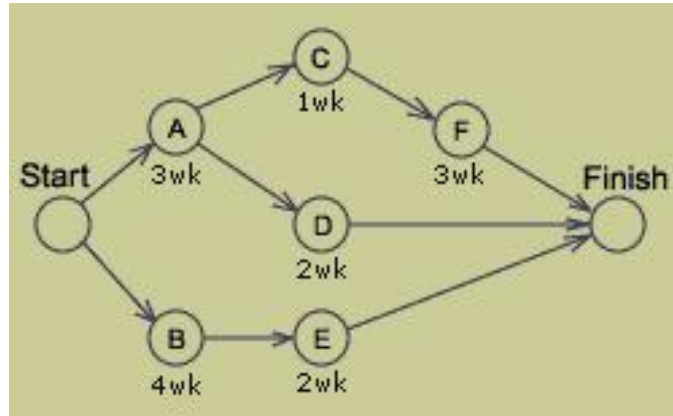
3.3.3 Alternative metodikker

I komplekse prosjekter er det en rekke aktiviteter som inngår, hvor noen må utføres sekvensielt, mens andre kan utføres parallelt. Denne serien av aktiviteter kan også modelleres som et nettverk.

Da denne rapporten fokuserer på gantt- og skråstreksmetodikken blir ikke CPM og PERT, som presenteres kort i de neste to avsnittene, vektlagt i det videre arbeidet. Metodene nevnes imidlertid for å belyse at det også finnes andre planleggingsmetodikker enn gantt og skråstrek, og CPM og PERT kan i tillegg benyttes som et supplement til gantt og skråstrek.

3.3.3.1 CPM

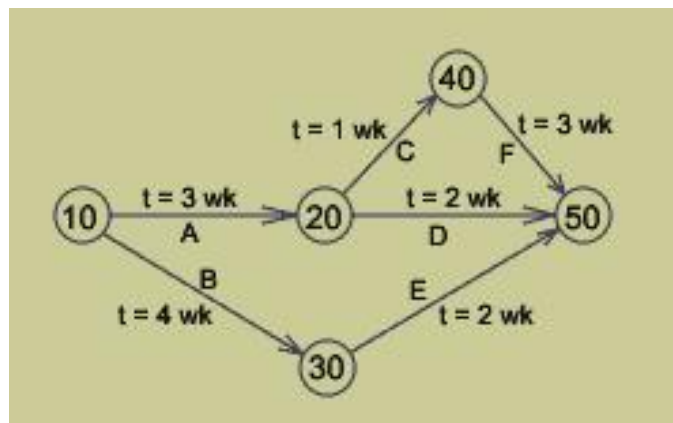
Critical Path Method (CPM) ble utviklet på slutten av 1950-tallet som et hjelpemiddel til prosjektstyring. Fordeler ved metoden er at den gir en grafisk fremstilling av prosjektforløpet, forutser tiden som er nødvendig for å ferdigstille prosjektet samt viser hvilke aktiviteter som er kritiske for å tilfredsstillе planen. Metoden tar imidlertid ikke hensyn til usikkerheter ved en aktivitets varighet, noe det for så vidt heller ikke direkte tas hensyn til i gantt eller skråstrek, og kan ha stor innvirkning på selve sluttdatoen for prosjektet. CPM er med andre ord en deterministisk metode som benytter et fast tidsestimat for hver enkelt aktivitet. Aktivitetene modelleres som et nettverk, som vist i figur 8 (Hiller 2005).



Figur 8: Eksempel på et CPM-diagram

3.3.3.2 PERT

Program Evaluation and Review Technique (PERT) ble også utviklet på slutten av 1950-tallet, og bygges opp på samme måte som CPM. I motsetning til CPM legger imidlertid PERT vekt på en stokastisk tilnærming. Metoden tar altså hensyn til usikkerhet ved de ulike aktivitetene, og opererer med en "optimistisk tid", "mest sannsynlig tid" og en "pessimistisk tid". Dette legger til rette for at en kan regne ut de ulike sannsynlighetene for å gjennomføre prosjektet innen tidsfristen. Som verktøy er dermed PERT noe mer avansert enn CPM, men metoden er likevel relativt enkel å anvende. Et eksempel på et PERT-diagram kan sees i figur 9 (Hiller 2005).



Figur 9: Eksempel på et PERT-diagram

3.4 Prosjektgjennomføring

De to ulike tenkemåtene som ligger til grunn for gantt- og skråstreksplanlegging kan resultere i at gjennomføringen av prosjektet utføres på ulike måter, avhengig av valgt planleggingsmetodikk.

I gantt planlegges aktiviteter i hovedsak innenfor én lokasjon, mens det i skråstrekk planlegges gjennom flere soner. Selv om et prosjekt har en rekke like arbeidsoppgaver som skal utføres, vil gantt-planlegging medføre at disse planlegges som flere uavhengige aktiviteter på flere lokasjoner. I skråstrekk blir imidlertid de samme arbeidsoppgavene planlagt som en lang sammenhengende aktivitet. Dette medfører samtidig at utførende lag ferdigstiller aktiviteten for hele prosjektet, uten stopp i arbeidet. I gantt planlegges og utføres som sagt aktivitetene mer uavhengig av hverandre. Selv om en også i gantt streber etter å planlegge arbeider med god flyt, er dette imidlertid mer krevende, da det blir svært mange uavhengige forhold å holde kontroll over. Der skråstrekk legger opp til å ferdigstille like arbeidsoppgaver som én aktivitet, som samtidig planlegges og utføres gjennom alle sonene, blir de samme arbeidsoppgavene planlagt som flere, mer eller mindre uavhengige aktiviteter i gantt. Ved skråstreksplanlegging flyter lagene fra sone til sone, mens det ved gantt-planlegging legges til rette for flyt innad i en lokasjon, og god flyt totalt sett i prosjektet kan være vanskeligere å planlegge.

Ved bruk av skråstrekk blir planleggingen mer detaljert enn ved bruk av gantt, noe som i praksis fører til at det blir mindre behov for koordinering eller gjensidig tilpasning i selv byggeperioden. Arbeidslagene vet nøyaktig ”hvor”, ”når” og ”hva” som skal utføres, og det er spesielt ”hvor” som er forskjellen på de to metodikkene. Denne detaljeringen avdekker på et tidlig stadium mulige ”kollisjoner”.

Ved bruk av skråstrekk utfører et lag en aktivitet fra A til Å, uten opphold, og grunnet ”spesialisering” kan en dermed oppnå en kortere byggetid, da det er det samme laget som utfører de like aktiviteten i ulike soner, noe som gjerne har en positiv effektivitetsutvikling. Da koblingen mellom ulike lokasjoner ikke er like tydelig ved bruk av gantt, vil dermed lagenes flyt og bevegelse være ulik i forhold til dersom skråstreksmetodikken benyttes.

4 Metodisk rammeverk

I dette kapittelet gis det en kort beskrivelse av det metodiske rammeverket som er benyttet i oppgaven.

4.1 Metodisk tilnærming

Forskningsdesignen som er valgt er casestudie. Metoden kjennetegnes ved grundige undersøkelser av hendelser eller tilfeller, og i en casestudie er spørsmål som ”hvordan” og ”hvorfor” sentrale, samt at forskeren har liten eller ingen mulighet til å kontrollere hendelser (Yin 2003).

Ved bruk av casestudie-metoden er det i følge Yin (2003) ønskelig at forskeren har god kjennskap til fenomenet som skal undersøkes, at han kan håndtere uventede problemer når data samles inn, er en god lytter samt har evnen til å stille de gode spørsmålene.

Sentralt i en casestudie er å samle inn data, for deretter å tolke dem. Når fenomener skal undersøkes er det i hovedsak to tilnærminger som benyttes; *kvantitativ* og *kvalitativ* metode. Forskjellen på de to tilnærmingene er dataenes egenskaper. I korte trekk kan en si at kvantitativ metode kan sees på som ”harde” data, eksempelvis spørreundersøkelser, mens kvalitativ benytter ”myke” data, eksempelvis intervjuer. Kvalitativ metode er den mest fleksible metoden, og gir en mer detaljert og fyldig beskrivelse av fenomener (Johannessen et al. 2004). I en casestudie er det seks kilder for innhenting av data (Yin 2003);

1. Dokumenter
2. Arkiver
3. Intervjuer
4. Direkte observasjoner
5. Deltagende observasjoner
6. Fysiske gjenstander

Denne rapporten baseres i hovedsak på den kvalitative metoden, men den kvantitative metoden er også benyttet for å innhente nødvendig data og informasjon.

Dokumentasjon: Er i hovedsak benyttet i den teoretiske delen av rapporten, samt for å dokumentere egenskaper i den empiriske delen. Positive sider ved denne kilden er at dataene er nøyaktige og har et vidt spenn. Hva som er samlet inn, og måten informasjon fra fagartikler, avhandlinger og bøker er samlet og bearbeidet på, har gitt oppgaven pålitelig og representativ informasjon. En kan imidlertid ikke være 100 % sikker på alle kilder, da dokumentasjonen kan bære preg av mangel på objektivitet.

Arkiver: Forskeren har hatt tilgang til Skanskas intranett, og har dermed hatt tilgang til all nødvendig informasjon om prosjektet, slik som prosjektspesifikasjoner, tegninger, fremdriftsplaner, etc.

Intervjuer: Det er foretatt dybdeintervjuer med to erfarne planleggere i Skanska. I tillegg er det foretatt intervjuer/samtaler med de involverte aktørene på Havlimyra. Noe som er svært nyttig ved å benytte intervjuer er at en får tydelig og målrettet informasjon. En må imidlertid ta i betraktning at intervjuobjektet ofte har en subjektiv holdning (partisk), fremfor en objektiv, eller nøytral og upartisk holdning.

Direkte og deltagende observasjoner: Ved at forskeren har hatt sin arbeidsplass på prosjektets brakerigg, har det vært mulig å observere selve byggeprosessen og hvordan prosjektorganisasjonen arbeider. Dette har ført til nær kontakt med Skanskas funksjonærer og fagarbeidere, samt prosjektets underentreprenører. I tillegg har det vært lagt opp til aktiv deltakelse på fremdriftsmøter, basemøter og internmøter. Det har med dette vært enklere å sette seg inn i selve byggeprosessen og prosjektets fremdrift. Nær kontakt med prosjektets involverte bidrar i tillegg til enkel informasjonsutveksling og kartlegging av deres erfaringer og synspunkter.

Fysiske gjenstander: I forbindelse med oppgaveskrivingen har det vært avgjørende å anvende planleggingsverktøy (dataprogrammer) for henholdsvis gantt- og skråstreksmetodikken. Ved å utarbeide, studere og følge opp planer i de to verktøyene vil en danne et bedre grunnlag for å konkludere rundt oppgavens problemstilling. Som verktøy for gantt-planlegging er Microsoft Project² benyttet. Verktøyet er først og fremst valgt da dette benyttes på Havlimyra, samt at

² Microsoft Project er en del av Microsoft Office-pakken, og er et av de mest benyttede planleggingsverktøy, både i byggebransjen og industrien for øvrig. Mer informasjon på: www.microsoft.com/project

det generelt sett er blant de vanligste planleggingsverktøyene i byggebransjen. (Andre verktøy som har en forholdsvis utbredt anvendelse er *Primavera*³ eller *Safran for Microsoft Project*⁴). For utarbeidelse av skråstreksplaner er VICO Control⁵ tatt i bruk. Denne datakilden har vært avgjørende for rapportens analyse- og drøftingsdel.

4.2 Forskningens kvalitet

For å sikre at et forskerarbeid har verdi for andre er det viktig at forskningen har høy pålitelighet, eller reliabilitet (Wilson 2007). Som nevnt i forrige delkapittel er det flere mulige feilkilder. Dokumenter (eller kilder) som er benyttet er imidlertid behandlet kritisk, og bør derfor ha høy reliabilitet.

Videre er det satt av god tid til de intervjuer som er foretatt, og det er tatt notater for å kunne gjens fortelle det som faktisk er blitt diskutert. Subjektive vurderinger har en forsøkt å unngå ved å stille de riktige spørsmålene, eller styre intervjuet/samtalen ”på riktig spor”.

Da det er forholdsvis lite tilgjengelig informasjon som direkte omhandler oppgavens problemstilling, er imidlertid resultatene i rapporten til en viss grad påvirket av forskerens egne vurderinger. Grunnet mulige feilkilder er det derfor mulig at andre forskere vil konkludere noe annerledes.

³ Primavera regnes for å være markedsledende innen CPM-baserte planleggingsverktøy. Mer informasjon på: <http://www.primavera.com/>.

⁴ Safran for Microsoft Project har en rekke flere funksjoner enn MsP, som eksempelvis full oversikt over historisk data og ”What-if”-analyser. Mer informasjon på: <http://www.safranna.com/safran-for-microsoft-project.html>.

⁵ VICO Control er et verktøy for skråstreksplanlegging. Mer informasjon på: http://www.vicosoftware.com/products/control_2009/tabid/84573/Default.aspx

5 Casebeskrivelse

I dette kapittelet gis en kort presentasjon av Skanska Norge AS. I tillegg presenteres Havlimyra Oppvekstsenter, som er benyttet som case i oppgaven.

5.1 Skanska Norge AS

Skanska Norge AS er en del av et større entreprenørkonsern, Skanska AB, som har virksomhet i om lag 60 land og mer enn 55.000 ansatte. Den norske virksomheten ble etablert i 1906 under navnet Ing. F. Selmer. Opp gjennom årene har det vært en rekke navndringer, i forbindelse med sammenslåinger og oppkjøp, og så sent som i 2004 skiftet selskapet navn til Skanska Norge AS. Skanska Norge omsatte i 2007 for ca 11 milliarder kroner, og er en av landets største bygg- og anleggsentreprenører, både med tanke på omsetning og antall ansatte (ca 4.700). Skanska Norge har oppdrag innen alt fra veier, broer, kraftverk og dammer, som dekkes av anleggsavdelingen, til industribygg og boliger, som dekkes av byggavdelingen. Skanskas forretningsidé er kort og greit å utvikle, bygge og vedlikeholde Norge, samt verdiskapning for kunden.

5.2 Havlimyra Oppvekstsenter

Havlimyra Oppvekstsenter ligger på Justneshalvøya i Kristiansand, i underkant av 10 km øst for Kristiansand sentrum. Prosjektet utføres som totalentreprise med Kristiansand Kommune som byggherre. Byggestart var i slutten av juli 2008, og prosjektet skal ferdigstilles 1. juli 2010.

Prosjektorganisasjonen på Havlimyra består av fem funksjonærer; en prosjektleder, prosjekteringsleder, prosjektingeniør, samt to formenn. I tillegg er det arbeidende formenn og baser som også involveres i den løpende planleggings- og koordineringsprosessen.

Bygningsmassen består av fire enheter; en barnehage, en ungdomsskole, en kulturdel samt en flerbrukshall. Totalt har prosjektet et bruttoareal (BTA) på ca 6800 m².

Barnehagen er på én etasje og skal overleveres 2. november 2009. Bygningen er delt inn i seks baser, med et felles allrom i midten. I tillegg er det planlagt lekerom, verksteder og et stillerom. Barnehagen dimensjoneres for ca 120 barn.

Skolen, kulturdelen og flerbrukshallen, som illustreres i figur 10, er plassert ca 100 – 150 meter vest for barnehagen, og bindes sammen til ett bygg ved hjelp av en innebygd bro. I skolen og kulturdelen vil det være elevbaser, formidlingsrom, skolekjøkken, verksted for kunst- og håndverk, musikkrom og bibliotek, over to etasjer. Flerbrukshallen får i tillegg til selve spillebanen et garderobeanlegg, et styrketreningsrom samt et oppvarmingsrom. I kulturdelen og flerbrukshallen tilrettelegges det for både skolebruk og offentlige arrangementer, og får en universell utforming. Skolen dimensjoneres for 250 elever, og skal overleveres 1. juni 2010, samtidig som kulturdelen og flerbrukshallen.

I forbindelse med flerbrukshallen vil det ligge en utendørs kunstgressbane, og uteområdet forøvrig skal utstyres med moderne møbler og lekeapparater, og vil sammen med blomster og trær skape et hyggelig utemiljø.

Alle fire bygningene plasseres på plasstøpte betongdekker og føres opp som trebygninger. Etasjeskillere vil være i betong, og bæresystemet består av betongsøyler, ståldragere, stål- og trestendere samt plasstøpte betongvegger og plater. Alle fasader kles med trepanel, samt glassfiberarmerte fasadeplater på enkelte felt.

Arkitekten på prosjektet er Basis Arkitekter AS. Videre er de rådgivende ingeniørene Sweco Norge AS, Multiconsult AS, Steinar Holbæk AS, Siv.ing Ø. B. Berntsen AS, Siemens Installation AS samt Rambøll Norge AS engasjert i arbeidet. Kontraherte underentreprenører er pr 22.05.09 Repstad Anlegg på alt av grunnarbeider, Siemens på det elektriske og ORAS på VVS.



Figur 10: Illustrasjon av Havlimyra Oppvekstsenter
(skolen til venstre, kulturdelen i midten og idrettshallen til høyre)

6 Empirisk analyse og drøfting

I denne delen benyttes i stor grad planleggingsarbeidet på Havlimyra Oppvekstsenter i de analyser og drøftinger som foretas. Innledningsvis er det et kapittel som tar for seg Last Planner, og etterfølges av en nærmere gjennomgang av de to planleggingsmetodikkene gantt og skråstrekk. Avslutningsvis foreligger en sammenlikning av de to metodikkene.

6.1 Last Planner på Havlimyra

Havlimyra Oppvekstsenter benyttes som pilotprosjekt i Skanska, med tanker på å prøve ut Lean Construction og Last Planner. Da Last Planner er en viktig del av forskningsprosjektet som pågår mellom Skanska og UiA, samt den praksisen som utøves på Havlimyra, skal dette delkapittelet på en sammenfattende måte gjengi de viktigste grepene som er foretatt på prosjektet.

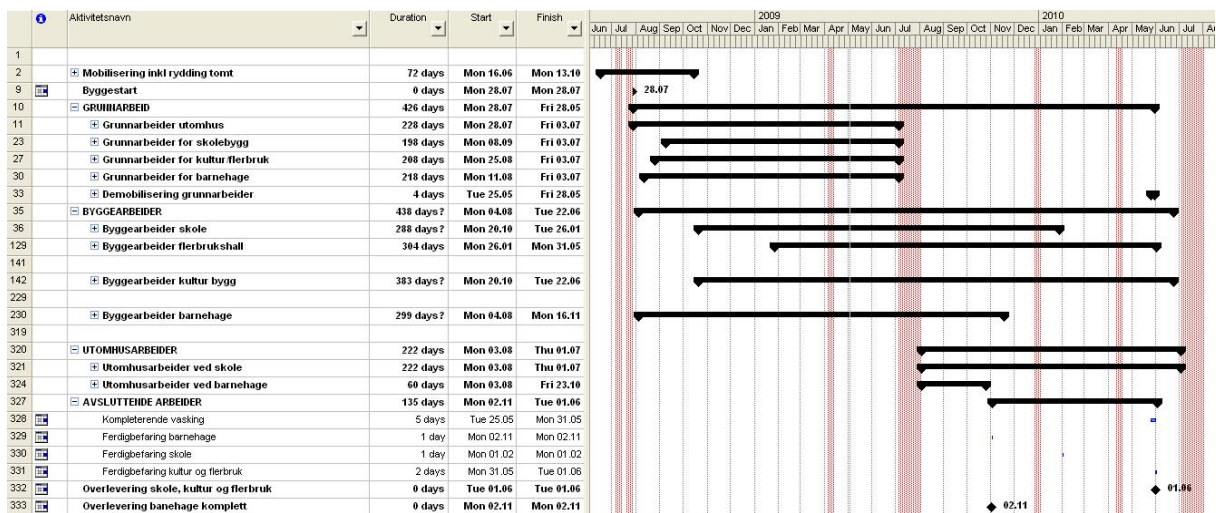
Skanska Finland har lang erfaring ved bruk av Last Planner, og det er derfor den såkalte ”*Finlandsmodellen*” som prøves ut på Havlimyra, noe som har hatt avgjørende betydning for planstrukturen på prosjektet.

Fra prosjektstart og ut året (2008) forelå det kun utkast til en hovedfremdriftsplan, men i slutten av januar 2009 ble denne gjort gjeldende. De opprinnelige faseplanene ble derimot ikke gjort gjeldende, så med hovedfremdriftsplanen lagt til grunn er det avholdt en rekke lappeteknikk-møter, slik Finlandsmodellen legger opp til, for utarbeidelse av nye og forbedrede faseplaner.

Lappeteknikken er en metode som er prøvd ut, og går ut på å planlegge et prosjekts aktiviteter fra slutt til start, såkalt bakoverplanlegging. Ved bruk av lappeteknikken samles representanter fra alle involverte parter, og det benyttes post-it lapper for å planlegge fremdrift og sammenheng mellom de ulike aktivitetene. Ved å planlegge på denne måten tvinges en til å kartlegge alle egne aktiviteter samt forventet tidsbruk. En elementær fordel ved å benytte lappeteknikken er at de involverte partene fysisk sitter rundt det samme bordet og utarbeider faseplanen i fellesskap. En får da langt bedre innsikt i andre aktørers aktiviteter og arbeidsmønster, og samtidig en bedre forståelse for avhengighetsforholdene som foreligger. Når alle aktivitetene er kartlagt kan en eventuelt skyve aktivitetene frem eller

tilbake i tid, alt ettersom en ønsker å starte så tidlig eller så sent som mulig, avhengig av hvor det er mest hensiktsmessig å plassere bufferen. Ved bruk av lappeteknikken blir det enklere for aktørene å se helheten i prosessene, samt at en forplikter seg mer planen og får et større eierskap til den.

Med aktiv deltakelse fra de tekniske UE'ene (elektro, rørlegger og VVS) er det utarbeidet faseplaner for alle fire byggene; barnehagen, skolen, idrettshallen og kulturdelen. For å gjøre oversiktligheten bedre er faseplanene deretter satt inn i hovedfremdriftsplanen, slik at en i prinsippet kun har ett dokument å forholde seg til. Figur 11 viser et sammendrag av hovedfremdriftsplanen på Havlimyra.



Figur 11: Sammendrag av hovedfremdriftsplanen på Havlimyra

I henhold til Finlandsmodellen benyttes utviklingsplaner med 6-ukers planhorisont. Ved utarbeidelse av 6-ukersplaner tas det utgangspunkt i hovedfremdriftsplanen (med de implementerte faseplanene), men inntrykkene en sitter igjen med etter fremdriftsmøter, som avholdes annenhver uke, er i tillegg avgjørende for hvordan prosjektleder finner det fornuftig å sette opp et gjennomførbart planverk.

I praksis er det kun uke 4-6 i utviklingsplanen som settes opp av prosjektleder, da det er formenn og baser som har ansvaret for uke 1-3. Hver torsdag holdes basemøter for henholdsvis tømmer og betong, og det settes opp en detaljert ukesplan som viser alle aktiviteter som vil bli utført påfølgende uke. Denne ukesplanen kan gjerne kalles en produksjonsplan. I tillegg til

produksjonsplanen for uke 1, settes det samtidig opp ukesplan for uke 2 og 3 samt at PPU registreres (Kalsaas et al. 2009)

Utkvikksplanen har ukentlige rullinger, slik at det hver torsdag lages en ny 6-ukersplan, hvor en simpelthen flytter ukene ett hakk frem, og det er i realiteten kun uke 6 som er ”ny” fra uke til uke. Det er imidlertid viktig at denne rulleringen går riktig for seg, slik at det kun er sunne aktiviteter som kommer med på produksjonsplanen for uke 1. Med kun sunne aktiviteter på planen legges det til rette for at god planpålitelighet kan oppnås.

6.2 Prosjektplanlegging med Gantt

I Skanska Norge er det gantt-metodikken som benyttes til fremdriftsplanlegging og oppfølging på de aller fleste prosjekter. Programmer som benyttes er blant annet Microsoft Project, Primavera og Safran for Microsoft Project, og benyttes i hovedsak for å visualisere planene, samt fremdriftsoppfølging. Selve planleggingen av prosjektfremdriften foregår derimot på bakgrunn av kalkylen, erfaringer og i møter.

Med jevne mellomrom, eksempelvis én gang i uken, én gang i måneden eller én gang i kvartalet, gjør en opp status på den reelle fremdriften i forhold til planlagt fremdrift, og oppdaterer planene i forhold til dette. Denne oppfølgingen er viktig for å skape en forutsigbar byggeprosess, og gjør det mulig for prosjektledelsen å gjennomføre eventuelle tiltak hvis fremdriften er for dårlig.

6.2.1 Praksis på Havlimyra

Prosjektplanlegging med gantt er først og fremst aktuelt på de strategiske planene som er nevnt i kapittel 2.1 om Last Planner; hovedfremdrifts- og faseplaner.

6.2.1.1 Planleggingsprosessen

På bakgrunn av kontrakten med oppdragsgiver (Kristiansand Kommune) ble de overordnede premissene for prosjektgjennomføringen fastsatt, slik som prosjektstart, dato for overtakelse, forventet kvalitet samt de økonomiske premissene.

Hovedfremdriftsplanen viser de viktige milepælene ”byggestart”, ”overlevering skole, kultur og flerbruk” samt ”overlevering barnehage”. Utover dette er planen delt inn i fem hovedaktiviteter; (1) ”Mobilisering inkl. rydding av tomt”, (2) ”Grunnarbeider”, (3)

”Byggearbeider”, (4) ”Utomhusarbeider” og (5) ”Avsluttende arbeider”.

Mobilisering og rydding av tomten var ferdig før oppgaveskrivingen startet, mens utomhusarbeider og avsluttende arbeider påbegynnes først mellom sommer og jul inneværende år (2009), med andre ord etter tidsrammen for denne oppgaven. Grunnarbeider er ”aktiviteter som foregår kontinuerlig, og har ikke de store innvirkningene på byggearbeidene for øvrig” (sitat: prosjektleder, Havlimyra). I byggeprosessen er det imidlertid først og fremst på byggearbeidene en støter på de største utfordringene, både med tanke på koordinering, framdrift og oppfølging, samt at det i hovedsak er her Skanskas fagarbeidere er involvert i arbeidet. På bakgrunn av dette er det byggearbeidene det fokuseres på i det videre arbeidet.

”Byggearbeider” er delt inn i fire kategorier, skolen, flerbrukshallen, kulturdelen og barnehagen, og det er som nevnt utarbeidet faseplaner for disse ved bruk av lappeteknikken. For de tre førstnevnte er aktivitetene videre fordelt på etasje og fag (Skanskas egne arbeider, rør-, ventilasjon- samt elektroarbeider). Når det gjelder barnehagen er det her ingen videre inndeling av aktivitetene, grunnet størrelse og lav kompleksitet. For å begrense denne delen av oppgaven tar det videre arbeidet utgangspunkt i skolen, og gjeldende faseplanen for skolen kan sees i vedlegg 3.

For å kunne planlegge på en fornuftig måte er det viktig at en har tilstrekkelig informasjon om selve objektet som skal planlegges. Skolen består av to etasjer, eller to lokasjoner; 1. og 2. etasje. Byggteknisk sett er disse etasjene stort sett like, og det vil med andre ord si at det er de samme aktivitetene som skal utføres i begge etasjene. Videre er det planlagt slik at det tilnærmet arbeides parallelt i de to etasjene, eventuelt med en ukes buffer. Det er dermed to lag som skal utføre tilsvarende aktivitet samtidig i de to etasjene. Innad i en etasje er imidlertid flyten planlagt slik at det alltid er et lag som utfører en aktivitet, men det er også lagt opp til parallelle aktiviteter for samme entreprenør i en etasje. Med andre ord to lag som arbeider parallelt, men med ulike aktiviteter. Flyten og koordineringen av dette arbeid visualiseres imidlertid ikke i planen.

Aktivitetenes rekkefølge avhenger i stor grad av de avhengigheter som eksisterer. Stort sett ser en tilfeller av ”slutt til start”-avhengigheter, men det kan likevel være mulig å påbegynne

neste aktivitet selv om ikke foregående er avsluttet. Dette kan eksemplifiseres med de to aktivitetene ”dørmontasje” og ”listverk dører”: I prinsippet kan en begynne å liste så fort døra er på plass. Hele aktiviteten ”dørmontasje” trenger dermed ikke være avsluttet før ”listverk dører” kan starte, noe det imidlertid ikke er tatt hensyn til ved utarbeidelse av faseplanen.

6.2.1.2 Fremdriftsoppfølging

For at det skal være hensiktsmessig å benytte fremdriftsplanen på Havlimyra som et styrende dokument, er det viktig at denne kontinuerlig følges opp i forhold til den faktiske fremdriften på byggeplassen. Å oppleve forsinkelser eller støte på problemer som fører til omprioritering av planlagt arbeid er vanlig på et prosjekt. En fremdriftsplan som ikke følges opp vil ikke fungere tilstrekkelig som et styrende dokument. For å ta et radikalt eksempel: Hvis milepælen ”tett bygg” er forsinket med en måned, er det svært avgjørende å holde fremdriftsplanen oppdatert i forhold til dette. Så å si alle etterfølgende aktiviteter er avhengig av denne milepælen, og det kan få enorme konsekvenser om en ”glemmer” å legge inn denne forsinkelsen, både med tanke på innkjøp, bemanning, etc.

Når det gjelder fremdriftsoppfølging er det i hovedsak starttider, sluttider, varighet og avhengigheter en må ta hensyn til. I gantt er det en fast baseline (Turner 2009) som normalt benyttes for å måle fremdriften opp mot. Ved å registrere den virkelige fremdriften til en aktivitet, kan en vurdere denne i forhold til baseline og se hvorvidt aktiviteten følger planen eller ikke. Dette er av avgjørende betydning, både for å nå milepæler, samt at det er et økonomisk aspekt å ta hensyn til.

Ved bruk av gantt kan selve diagrammet benyttes for å følge opp fremdriften på prosjektet, eksempelvis ved å registrere hvor mange prosent en oppgave er fullført. På Havlimyra har det vært løpende oppdateringer av fremdriftsplanen. Innenfor tidsrammen av denne oppgaven er det imidlertid verd å merke seg at det ikke har vært de store forsinkelsene. Det er foretatt mindre justeringer og tilpasninger underveis, først og fremst på utkikkplan- og ukesplan-nivå, men gjeldende hovedfremdriftsplan og faseplan for skolen er uendret. Det er imidlertid ikke foretatt prosentoppfølging på de ulike aktivitetene, ei heller er utregning av ferdiggrad eller s-kurver benyttet av prosjektleder.

6.3 Prosjektplanlegging med skråstrekk

Valg av planleggingsmetodikk kan ha avgjørende betydning for hvordan selve byggeprosessen vil forløpe seg. Dette kapittelet tar for seg bruk av skråstreksmetodikken, både til planlegging og oppfølging av fremdriftsplaner.

6.3.1 Ulik bruk av skråstreksmetoden

Skråstreksplanlegging er en lite utbredt planleggingsmetodikk i byggebransjen i Norge, og benyttes pr i dag ikke i Skanska Norge. I den nærmeste fremtid er det rimelig å anta at den eventuelle bruken av metodikken vil opptre på flere ulike måter i planleggings- og oppfølgingsfasen på et byggeprosjekt, og det presenteres her tre ulike alternativer.

6.3.1.1 Alternativ 1

Med tanke på gantt-planleggingens posisjon i byggebransjen, vil et alternativ være å benytte skråstrekk i kombinasjon med gantt. Som planleggings- og styringsverktøy bruker en her *både* gantt og skråstrekk. I dette tilfellet blir hovedfremdriftsplanen utarbeidet med gantt som utgangspunkt. Det samme gjelder for faseplaner, men fortrinnsvis på bakgrunn av lappeteknikken. Deretter blir gantt-diagrammene overført til skråstrekk. Med andre ord; en tar simpelthen de samme aktivitetene og overfører direkte til skråstrekk, uten å endre verken start- eller sluttider. I hvilken grad en ønsker å supplere med skråstreksdiagram kan imidlertid variere, og en ser for seg to ulike tilnæringer; (1) overføre den komplette hovedfremdriftsplanen fra gantt til skråstrekk, eller (2) kun overføre faseplanene fra gantt til skråstrekk.

For å benytte skråstreksmetodikken er en avhengig av å soneinndeles prosjektet. Da skråstrekkene visualiserer arbeidslagenes flyt fra sone til sone, eller fra etasje til etasje, kan det bli problematisk å overføre *hele* hovedfremdriftsplanene fra gantt til skråstrekk. I prinsippet kan alle prosjekter soneinndeles, og det er derfor mulig å overføre alle aktiviteter fra et gantt-diagram til et skråstreksdiagram. Det er imidlertid ikke like vanlig å tenke ”i soner” på de aktivitetene som ikke er direkte knyttet til byggearbeidene, og gjelder spesielt for aktiviteter som utføres i oppstarts- eller avslutningsfasen på et prosjektet. Ved å benytte skråstrekk på *hele* hovedfremdriftsplanene kan en derfor sitte igjen med en svært omfattende fremdriftsplan, som inneholder en rekke aktiviteter hvor god flyt nødvendigvis ikke er like avgjørende. Av den grunn blir det naturlig å utdype bruk av skråstreksmetoden på faseplaner.

Når det planlegges med gantt som utgangspunkt er det vanlig å delvis tenke i soner, og delvis ikke. Såkalte kategorier, slik som bygninger, etasjer, tydelig adskilte avdelinger i en etasje eller fag, er førende for hvordan en gantt-plan organiseres og deles opp. I gantt planlegges det imidlertid innad i denne kategorien, eller sonen. Når det planlegges i gantt er det dermed ikke en aktivitets flyt gjennom flere soner som er i fokus, slik som i skråstrekk, men en rekke aktiviteters flyt i én sone. En slik inndeling fører til at en i gantt planlegger i én dimensjon mindre enn i skråstrekk.

En fordel med å visualisere faseplaner i skråstreksdiagrammer er for å enkelt se flyten til de ulike lagene, fra etasje til etasje (eller fra sone til sone). I tillegg kan diagrammet benyttes for å avdekke om det er to eller flere lag som utfører aktiviteter på samme tid i samme sone, som visualiseres ved at skråstrekkene krysser hverandre. I de fleste tilfeller er det foretrukket å unngå dette, og det vil samtidig ha en sikkerhetsmessig fordel. Flere aktører som arbeider samtidig i samme sone kan utgjøre en viss sikkerhetsrisiko, ved at det blir trangere om plassen, flere å forholde seg til, mindre oversikt, etc.

En ulempe med fremgangsmåten som er beskrevet er at det ikke er tatt utgangspunkt i soneplanlegging ved utarbeidelse av gantt-diagrammet, og selve skråstreksdiagrammet blir derfor noe ”kunstig”. Den største ulempen er imidlertid at en her ikke får utnyttet skråstreksmetodikken fullt ut, da en ikke får styrt bevegelsene på byggeplassen tilstrekkelig detaljert. Så lenge en kun overfører den samme informasjonen fra gantt til skråstrekk, uten å gjøre endringer, sitter en igjen med den samme planen, dog med en annerledes visuell fremstilling.

6.3.1.2 Alternativ 2

Det andre alternativet er, som det første, en kombinasjon av gantt og skråstrekk. Forskjellen er imidlertid at en her går inn og gjør endringer i skråstreksdiagrammet for å optimalisere flyten og fremdriften på prosjektet. Det foretas med andre ord endringer, hvis mulig, for å oppnå en bedre byggeprosess enn hva som var tilfellet i den opprinnelige gantt-planen.

Etter at aktivitetene er overført fra gantt til skråstrekk, enten for hele hovedfremdriftsplanen eller bare for faseplanene, kan en observere ufordelaktige, eller dårlig planlagte aktivitetsforløp. To (eller flere) skråstreker som krysser hverandre indikerer at det er

aktiviteter som pågår i samme sone, innenfor samme tidsrom. I enkelte tilfeller kan dette være en gjennomførbar løsning, mens det i andre kan skape en ufordelaktig konflikt. Det er for eksempel ingen problemer forbundet med å la elektrikerens montere lys i tak samtidig som rørleggeren monterer blandebatteri til vasken, så sant sonen er av en viss størrelse. Skal imidlertid disse aktivitetene utføres samtidig på et lite toalett vil det oppstå en konflikt.

Tilfeller hvor det er like aktiviteter som skal utføres parallelt, aktiviteter som er like i flere soner og som skal utføres av samme lag, men har fått en ufordelaktig ventetid (for mye buffer) fra sone til sone kan også enkelt observeres i et skråstreksdiagram. Selv om det ikke er lagt opp til en 100 % soneinndeling på prosjektet, kan en likevel gjøre endringer for å optimalisere fremdriften, og samtidig opparbeide seg en ønskelig buffer, som ofte legges inn i avslutningsfasen.

Forskjellen på alternativ 1 og 2 er altså at en i sistnevnte analyserer skråstreksplanen (-e), og utfører optimaliserende endringer. På den måten er alternativ 2 en blanding av den visuelle fremstillingen og fremdriftsplanlegging. En kan med andre ord gjøre noen enkle grep for å optimalisere fremdriften og dermed skape bedre flyt.

6.3.1.3 Alternativ 3

Det er viktig å ikke kun se på skråstreksdiagrammet som et visualiseringsverktøy. Å visualisere en plan er én ting – i denne sammenheng er det desto viktigere å se på hvordan selve planen blir til, og det arbeidet som ligger til grunn.

Hvis det blir aktuelt å benytte skråstreksmetodikken, vil antakelig alternativ 1 og 2 benyttes på prosjekter hvor Lean Construction er i ”oppstartsfasen”. Det tredje alternativet er å benytte skråstreksmetoden som grunntanke, og i praksis vil det her være naturlig at prosjektorganisasjonen er kjent med lean-prinsippene. En kan gjerne supplere med et gantt-diagram, men utarbeidelsen av planene baseres kun på skråstreksmetoden, og legger til rette for flyt og kontinuitet i produksjonen.

Skråstreksmetodikken kan altså benyttes på flere måter. I alternativ 1 og 2 benyttes skråstrek parallelt med gantt, og i førstnevnte er det kun for den visuelle biten. Dette gjelder delvis også for alternativ 2, men her er det i tillegg rom for å gjøre endringer eller forbedringer på den

opprinnelige planen, på bakgrunn av en kort ”analyse” av skråstreksdiagrammet (som er en direkte avskrift av gantt). I alternativ 3 benyttes skråstreksmetodikken som grunntanke, og metodikken og tenkemåten ligger til grunn for hele planleggingsprosessen. Her benyttes metodikken både for å visualisere planen, men også for å planlegge fremdriften på prosjektet.

6.3.2 Utprøving av skråstreksmetoden på Havlimyra

For å kunne konkludere rundt oppgavens problemstilling har det vært avgjørende å utprøve skråstreksmetodikken i praksis. Havlimyra Oppvekstsenter er et relativt omfattende prosjekt, bestående av fire ulike bygninger. På bakgrunn av oppgaveskrivingens start- og sluttdato, samt de forhold som er omtalt i kapittel 6.2.1.1, er det besluttet å begrense bruken av skråstreksmetoden til kun deler av prosjektet og dets fremdriftsplan. Grunnet utforming og størrelse er skolen den bygningen som er best egnet som case for å utarbeide skråstreksplaner.

6.3.2.1 Alternativ 1

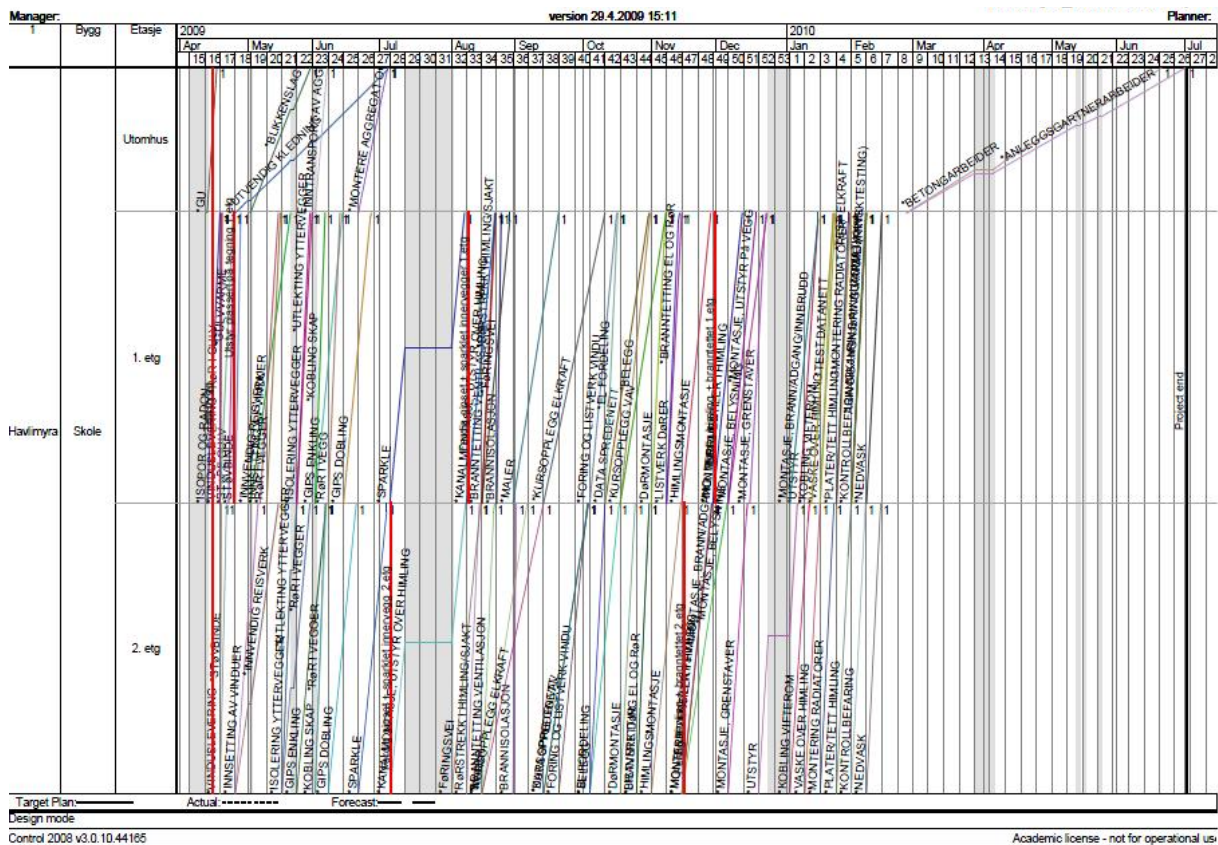
Da den opprinnelige faseplanen (januar 09) var delt inn i de ulike fagområdene, samt etasjer, ble det naturlig å følge det samme mønsteret ved utarbeidelse av faseplan i skråstrekk. Da første og andre etasje på skolen har en relativt lik oppbygging, ble det videre besluttet å soneinndele etasjene i tre soner. Skråstreksdiagrammet har dermed totalt 8 soner; 1. og 2. etasje med 3 soner pr etasje, samt tak og utomhus.

Deretter ble aktivitetene kopiert fra gantt til skråstrekk, uten å endre datoer og varigheter. Det ble dermed forutsatt en jevn arbeidsflyt for lagene, med den samme konstante fremdriften gjennom de respektive sonene, og fra sone til sone. Skråstreksdiagrammet for den opprinnelige faseplanen for skolen kan sees i vedlegg 4.

På dette stadiet ble det ikke foretatt endringer for å optimalisere fremdriften, selv om det logisk sett ville vært naturlig å sette spørsmålstegn ved enkelte av aktivitetsforløpene. I et leant perspektiv legger skråstreksplanlegging opp til at arbeidslagene skal forflytte seg fra sone til sone. I den opprinnelige faseplanen er det lagt opp til (så å si) parallelle aktivitetsforløp for mange av aktivitetene i første og andre etasje. Eksempelvis har aktiviteten ”Vindusinnsetting” tilnærmet samme start- og sluttdato både i første og andre etasje. Optimalt sett, i henhold til skråstreksmetodikkens logiske oppbygging, skulle det utførende laget startet i sone 1 i 1. etasje, og arbeidet seg gjennom sonene frem til sone 6 i 2. etasje. Dette viser et

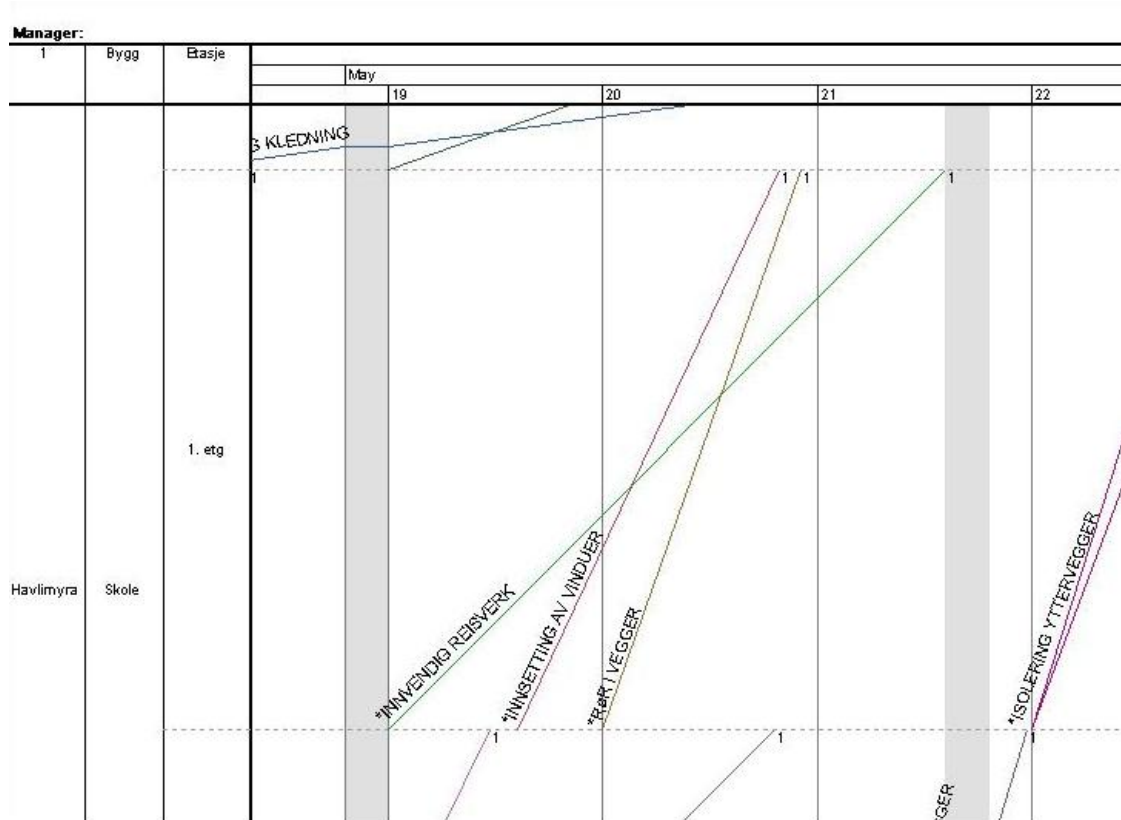
godt eksempel på hvordan gantt-planlegging kan ha begrenset fokus på flyt av bevegelser. Denne problemstillingen blir imidlertid omtalt senere.

Etter at lappeteknikken ble benyttet til å utarbeide gjeldende faseplan (april 09) for skolen, ble denne på samme måte som den opprinnelige overført fra gantt til skråstrekk, uten å endre datoer og varigheter. På lappeteknikk-møtet ble det besluttet at skolen kun bør soneinndeles i etasjer (samt tak og utvendige arbeider). Med andre ord; én etasje er én sone, og figur 12 viser gjeldende faseplan for skolen, overført til skråstrekk. Vedlegg 5 viser den samme planen i et større format.



Figur 12: Gjeldende faseplan for skolen

Som nevnt tidligere vil skråstreksdiagrammet på en enkel måte vise om det er aktiviteter som kommer i konflikt med hverandre. Eksempelvis vil det omtrent på tirsdag og onsdag i uke 20 være følgende aktiviteter som pågår i 1. etasje; ”innsetting av vinduer” (Skanska), ”innvendig reisverk” (Skanska) og ”rør i vegger” (Siemens), som vist i figur 13.



Figur 13: Tre aktiviteter som kan skape en konflikt

Grunnet sonens størrelse vil antakelig denne problematikken løses ved at lagene selv koordinerer aktiviteter i forhold til hverandre. Konflikten som vises i skråstreksdiagrammet ser dermed ut til å være en koordineringssak som kan løses ved gjensidig tilpasning internt på byggeplassen.

I den nye faseplanen, lik som i den opprinnelige, ser en at det er aktiviteter som skal utføres tilnærmet parallelt i første og andre etasje, og som samtidig skal utføres av samme entreprenør. Den nye faseplanen er imidlertid blitt adskillig strammere, sett i et leant perspektiv. Ved å benytte lappeteknikken har en altså lukt ut de største "feilene" fra den opprinnelige planen. Det er fortsatt aktiviteter som pågår parallelt i de to sonene, eller som har oppstart i den ene sonen før aktiviteten er avsluttet i den andre. Fra prosjektledelsens side begrunnes imidlertid dette med at aktivitetene skal utføres av hvert sitt lag.

6.3.2.2 Alternativ 2

Det arbeidet som utføres i forbindelse med skråstreksmetodikken i denne oppgaven må kun sees på som et forskningsprosjekt, og hensikten er ikke å påvirke prosjektledelsen på Havlimyra slik at det går ut over den daglige driften. I oppgaven er det derfor besluttet å ikke utføre optimaliserende (og ”lean”) endringer i de eksisterende faseplanene, som i praksis ville ført til fremdriftsendringer for de utførende. I tillegg kan slike endringer føre til at en går i mot prosjektleders visjoner og forutsetninger for å kunne gjennomføre prosjektet ”sitt” på ønskelig måte.

6.3.2.3 Alternativ 3

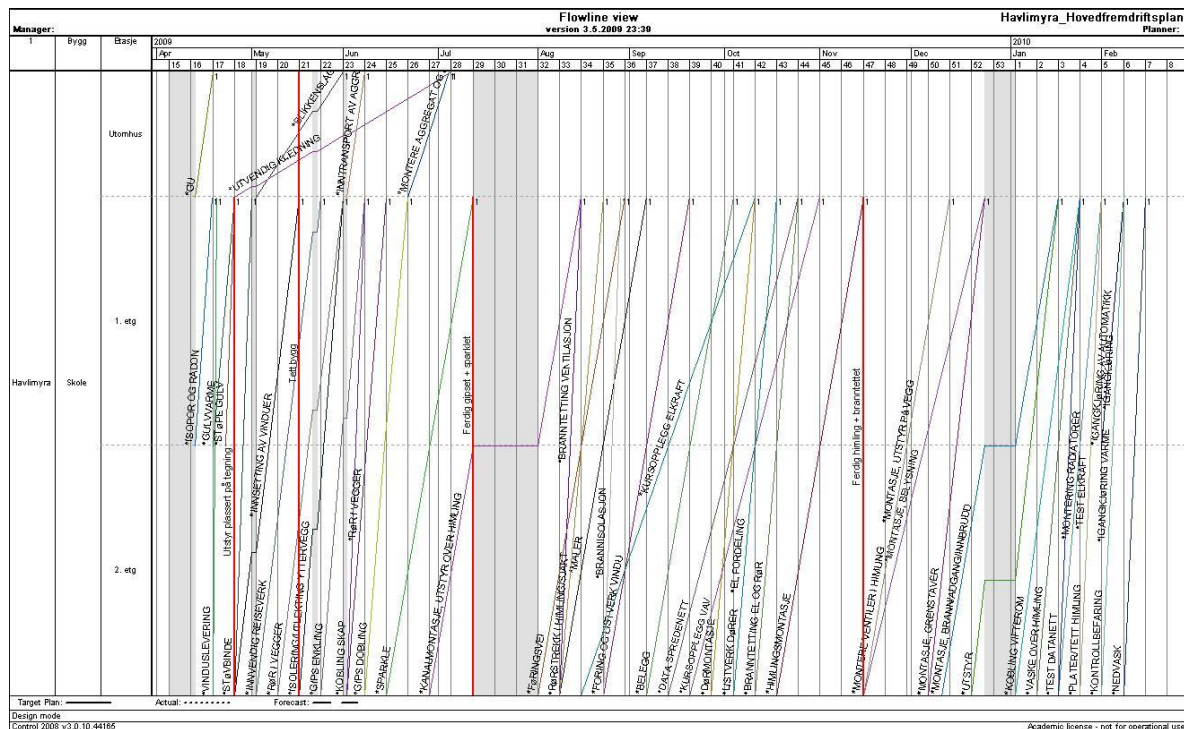
For å ytterligere styrke forutsetningene for å vurdere gantt- og skråstreksmetodikkene i forhold til hverandre, er det utarbeidet en tredje faseplan for skolen – fra ”scratch”. Data fra eksisterende faseplan er imidlertid lagt til grunn, eller rettere sagt, benyttet som en veileder. Hvis eksempelvis en aktivitet har en varighet på 5 dager, blir det ikke foretatt endringer på dette. Det er med andre ord ikke foretatt ressursendringer, og aktivitetenes avhengigheter er naturlig nok ikke endret.

På de andre skråstreksdiagrammene er det bemerket enkelte ”feil”, uten at det er foretatt optimaliserende endringer. Den nye planen, som for øvrig kun er ment som et forsøksprosjekt, legger prinsippene bak skråstreksmetodikken til grunn. Med det menes at en unngår å parallellkjøre aktiviteter, og legger i stedet opp til at lagene skal forflytte seg fra sone til sone, kritiske aktiviteter skal *ikke* utføres samtidig i samme sone, og lignende. Problemstillingen med aktiviteten ”Vindusinnsetting”, som er omtalt tidligere, kan illustrere dette. I stedet for å la to lag arbeide parallelt i første og andre etasje, legges det her opp til å unngå denne parallelliteten. Dette unngås ved å planlegge flyten av arbeid *gjennom* sonene, fremfor innad i flere individuelle soner, og de to lagene blir dermed slått sammen til ett lag.

Gjennom møter og samtaler med både Skanskas formenn og baser, samt de tekniske UE’ene, har det vært mulig å danne seg et bilde av deres ”*beste praksis*”. Med det menes at de har fått anledning til å fremlegge hvordan de optimalt sett ønsker å gå frem, med tanke på deres byggeaktiviteter. Hvis ingen legger føringer for deres arbeidsrutiner vil muligens byggeprosessen foregå noe annerledes?

Dette spørsmålet er til dels besvart tilfredsstillende. På skolen, som i utgangspunktet er liten, er det i følge Skanskas formenn og UE'ene stort sett lagt opp til en fornuftig fremdrift. Da det er entreprenørene selv som har bidratt til å utforme den opprinnelige faseplanen, har de på et tidlig stadium påvirket egen fremdrift og arbeidsmønster. I hovedsak er det generelt sett ønskelig å ferdigstille én aktivitet før neste påbegynnes. I tillegg er det naturlig å starte i den ene enden og jobbe seg gjennom bygget, eller en etasje. Det er imidlertid noen aktiviteter som krever mer intern forflytning enn andre, slik som lange rørstrekk som går gjennom en hel etasje. En er da avhengig av en viss fleksibilitet for å få god flyt i arbeidet. Det vil av den grunn være vanskelig å være 100 % låst til en sone (hvis eksempelvis en etasje deles inn i tre soner). I tillegg er det få repeterende aktiviteter, samtidig som bygningen ikke er av den største sorten. Videre er det slik at fagarbeiderne snakker sammen og små koordineringsproblemer løses ofte på det individuelle plan, ved gjensidig tilpasning, slik at konflikter unngås.

På bakgrunn av dette er det besluttet å la soneinndelingen begrense seg til etasjenivå, slik at hver etasje utgjør én sone. I tillegg vil skråstreksdiagrammet ha en sone som indikerer alt utvendig arbeid, som vist i figur 14. Se for øvrig vedlegg 6 for det alternative planforslaget i større format.



Figur 14: En alternativ faseplan for skolen

På bakgrunn av samtaler med de involverte aktørene er det kommet frem til en rekke faktorer som har vært avgjørende for utformingen av skråstreksdiagrammet. Etter at råbygget er på plass, er det normalt å begynne i toppen og jobbe seg nedover på bygninger med flere etasjer, blant annet for å unngå gjennomgangstrafikk. Da skolen kun har to etasjer er ikke dette like avgjørende, men likevel å foretrekke. Skråstreksplanen legger derfor opp til at alle aktivitetene starter i andre etasje (sone 2) og avsluttes i første etasje (sone 1).

På Havlimyra er det valgt et arbeidsmønster hvor to lag arbeider tilnærmet parallelt med samme aktivitet, men på hver sin etasje. I tillegg er det flere aktiviteter som har oppstart i de to etasjene med én ukes mellomrom. I denne nye faseplanen er det besluttet å gå for en løsning hvor de to lagene i stedet arbeider samtidig i samme sone. I den forrige planen er det eksempelvis planlagt to tømrere som starter ”gips dobling” i 2. etasje i uke 24, med varighet to uker. I uke 25 starter et tilsvarende lag med den samme aktiviteten i 1. etasje. Totalt vil aktiviteten ha en varighet på 3 uker. Hvis en imidlertid slår disse to lagene sammen, vil arbeidskapasiteten dobles og ”gips dobling” i 2. etasje blir unnagjort på én uke. Deretter forflytter laget seg til 1. etasje, hvor byggetiden også her blir én uke. ”Gips dobling” vil dermed ha en varighet på to uker. Dette grepet gjøres først og fremst for å bedre arbeidsflyten, men også fordi det ved en lean tankegang er fornuftig å ta bort bufferen (på en uke) mellom oppstart i 2. og 1. etasje. En unngår samtidig at to uavhengige lag arbeider parallelt med den samme aktiviteten, men i forskjellige soner, i henhold til skråstrekens grunntanke.

I forsøket er det gjort følgende grep for å forbedre flyten: Det eksisterer ingen buffer mellom ferdigstillelse av en aktivitet i én sone og oppstart i neste. Så fort en aktivitet er ferdig i den ene sonen går med andre ord laget direkte videre til neste sone. Implisitt er det heller ingen like aktiviteter som pågår parallelt i de ulike sonene. Det er viktig å påpeke at det forutsettes en jevn og konstant fremdrift på alle aktivitetene, samt at aktivitetene har lik varighet i begge sonene. Tilgang på ressurser og aktiviteters varighet er det som nevnt ikke gjort vesentlige endringer på.

Det er ikke de store forskjellene på det alternative planforslaget og gjeldende faseplan på Havlimyra, og det er vanskelig å si hvilken som vil være best å følge. En umiddelbar fordel med det utarbeidede planforslaget er imidlertid at byggetiden blir kortere. Så fort en aktivitet er ferdig i en sone, kan etterfølgende aktivitet påbegynnes. For eksempel; det tar én uke å

utføre aktiviteten ”gips dobling” i 2. etasje. På mandagen påfølgende uke, når laget starter med tilsvarende aktivitet i 1. etasje, kan sparklearbeidene begynne i 2. etasje (én uke tidligere enn i gjeldende plan). Ulempen ved å gjøre disse grepene er derimot at en kan risikere at lagene faktisk blir for store. Det er slik at et lite lag gjerne kan være vel så effektivt som et lag som er dobbelt så stort, blant annet på grunn av et større behov for koordinering innad i laget samt flere personer å forholde seg til. For enkelhetens skyld er det imidlertid valgt å se bort fra dette i det alternative planforslaget.

I faseplanen som benyttes på Havlimyra har milepælene for 1. og 2. etasje ulike datoer. Ved milepælen ”Ferdig himling + branntettet” er det to uker mellom milepælene for 2. og 1. etasje, henholdsvis 16.11.09 og 30.11.09. I det alternative planforslaget er det en felles milepæl for begge etasjene; 13.11.09. Byggetiden er med andre ord kortet inn med ca 2 uker på aktivitetene før denne milepælen, uten å tilføre ekstra ressurser. Det er kun lagt opp til å eliminere unødvendig buffer, samt tilrettelegge for ytterligere bedre flyt fra sone til sone.

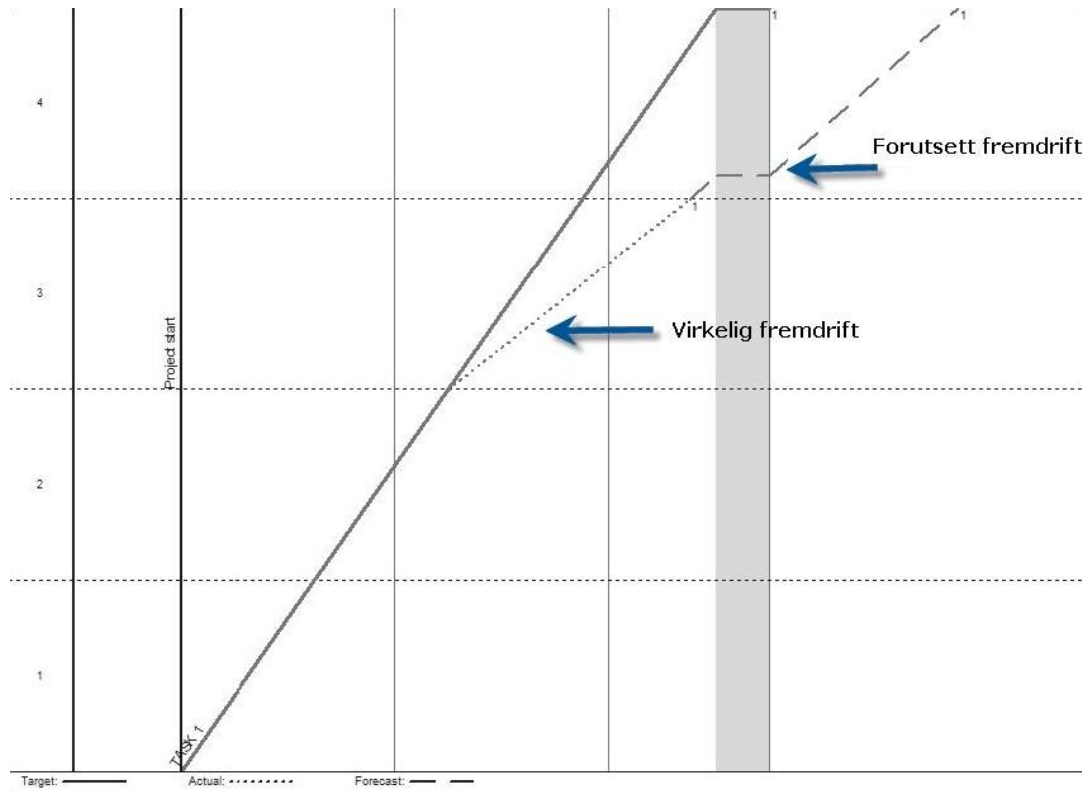
6.3.3 Fremdriftsoppfølging

Ved bruk av skråstreksmetodikken er det, som ved gantt, viktig å følge opp fremdriften på et prosjekt. Å utarbeide selve fremdriftsplaner er én ting, men det er vel så viktig å kontinuerlig følge opp fremdriften i henhold til det som faktisk er utført på byggeplassen.

Som tidligere nevnt er det flere måter å registrere den faktiske fremdriften på. I et skråstreksdiagram kan en i tillegg relativt enkelt, bare ved å studere diagrammet, observere om fremdriften på byggeplassen går som planlagt. Hvis skråstreksdiagrammet sier at et lag skal arbeide i sone 3 på et gitt tidspunkt, men i praksis er laget fortsatt i sone 2, er altså fremdriften for dårlig, og tiltak må iverksettes. I et skråstreksdiagram kan en med andre ord simpelthen trekke en linje fra den horisontale tidsaksen og ned til den aktuelle aktiviteten. Deretter trekkes en ny linje bort til sonene på den vertikale aksene. En finner da hvilken sone laget skal arbeide i på det gitte tidspunktet. Hvis laget for eksempel ligger en eller flere soner bak dette, er fremdriften dermed for dårlig.

Selv om det skulle oppstå forsinkelser, eventuelt om det utføres små endringer i forhold til det som opprinnelig var planlagt, skal baseline forbli uendret. Den faktiske fremdriften legges dermed inn som en ny strek, gjerne stiplet for å kunne se forskjell på dem. I tillegg kan det

være fordelaktig å stipulere ytterligere en strek som viser forutsett videre fremdrift hvis aktiviteten ikke er avsluttet, som vist i figur 15. Dette gir dermed en god visuell fremstilling av både planlagt, faktisk samt forutsett videre fremdrift.



Figur 15: Planlagt, virkelig og forutsett videre fremdrift for en aktivitet

6.4 Gantt vs Skråstrekk

For å kunne gjennomføre et byggeprosjekt er en avhengig av god fremdriftsplanlegging. Hvor mye tid og ressurser denne prosessen skal tildeles avhenger imidlertid av prosjektets størrelse. På et mindre prosjekt, eller for en mindre oppgave, trenger nødvendigvis ikke planleggingsprosessen å være like omfattende som på et større og mer komplekst prosjekt.

Hensikten med en fremdriftsplan er i hovedsak for å gjennomføre byggeprosjektet til fastsatt tid, og fortrinnsvis også innenfor den bestemte kostnadsrammen. Videre er forventet kvalitet styrende for de beslutninger som må fattes i løpet av prosjektperioden, og kan ha avgjørende betydning for hvilke aktiviteter som må utføres. Alle aktiviteter er imidlertid forbundet med en viss usikkerhet, som kan føre til forsinkelse. For å ha et styringsverktøy som prosjektet kan styres etter, er en avhengig av kontinuerlige oppdateringer i forhold til virkeligheten. En fremdriftsplan skal med andre ord vise ønsket fremdrift på et prosjekt, men vel så viktig; den skal også vise justert fremdrift.

Prosjektplanlegging er en kompleks oppgave, og det er en rekke forhold som må tas i betraktning for å utarbeide en fremdriftsplan for et byggeprosjekt. Slike forhold, eller variabler, kan være relatert til objektet som skal planlegges, aktivitetene som skal utføres, men de kan også være av menneskelig, eller ressursmessig karakter. I kapittel 3 ble følgende variabler som er avgjørende for planleggingsprosessen introdusert; aktivitetens start, slutt og varighet, tilgjengelige ressurser, avhengigheter, aktivitetens enhetlighet, prosjektets karakter, lokalitet, kompleksitetsgrad samt geografisk gjentakelse.

Resten av kapitlet tar for seg ulike momenter som er avgjørende for planleggingsprosessen, og sammenlikner hvordan de to metodikkene håndterer de ulike variablene. Forskerens egne erfaringer med bruk av de ulike metodikkene har til dels hatt en avgjørende betydning for de momenter som påpekes i denne delen.

6.4.1 Aktivitetens oppbygging

Uavhengig av om en benytter gantt- eller skråstreksmetodikken må alle prosjektets aktiviteter avdekkes. Det være seg på bakgrunn av samtaler med involverte aktører, planleggingsmøter, erfaringer, etc.

Det er imidlertid stor forskjell på hvordan aktivitetene bygges opp i forhold til hverandre. I gantt, som er en aktivitets- og tidsbasert planleggingsmetodikk, blir aktivitetene i stor grad planlagt i en sekvensiell rekkefølge, og prosjektet deles gjerne inn i logisk adskilte deler, slik som etasjer. Innenfor en etasje blir en aktivitets sluttdato, eventuelt startdato (avhengig av avhengighetsforholdet) avgjørende for når neste aktivitet kan starte. Varigheten til aktiviteten avgjøres av tilgjengelige ressurser. I gantt planlegges det imidlertid med en fast varighet for en større aktivitet, og i et gantt-diagram vises dette som en horisontal stolpe som strekker seg over det valgte tidsrom. En har med andre ord en viss mengde ressurser tilgjengelig for å utføre en aktivitet innenfor en gitt tidsperiode. I et gantt-diagram kan eksempelvis dette vises som en horisontal stolpe, med navn ”innsetting av vinduer”. På bakgrunn av (stort sett) kalkylen, innspill fra formenn og baser, samt erfaringer, vet en hvor mange vinduer som skal settes inn, hvor lang tid en beregner pr vindu, og dermed hvor mange og hvor store lag som er nødvendig for å fullføre aktiviteten innenfor tidsperioden. Uansett hvilket plannivå en befinner seg på (dog gjerne hovedfremdriftsplan eller faseplan-nivå), vil en metodisk sett tenke tid og ressurser. En gantt-planlegger trenger derfor ikke å spesifisere i detalj hvor lagene til enhver tid skal finne seg. Det er imidlertid en ulempe med gantt her; hvis en aktivitet planlegges utført på i bestem etasje innenfor en bestemt tidsperiode, er dette simpelthen alt en innehar av informasjon om aktiviteten. Metodikken legger ikke til rette for å planlegge nøyaktig *hvor* i etasjen aktiviteten skal utføres til enhver tid.

Når aktivitetene skal planlegges ved bruk av skråstreksmetodikken er det ikke kun tid og ressurser som er avgjørende, men det er en viktig tilleggsfaktor i *sted*. Ved å benytte skråstreksmetodikken må en altså gå ytterligere i detalj, i forhold til bruk av gantt. Et skråstreksdiagram er delt inn i soner, noe en må ta hensyn til allerede på et tidlig stadium. Her er det ikke tilstrekkelig å planlegge at aktiviteten eksempelvis skal pågå i 1. etasje fra 1.1 til 31.1 (slik som i gantt). En må i tillegg ha klart for seg de ulike sonene samt sonenes karakter.

Ved bruk av skråstreksmetodikken blir aktivitetene også her planlagt sekvensielt. En aktivitets startdato avhenger imidlertid av mer enn kun foregående aktivitet. (Hvis en benytter skråstreksmetodikken i enkel forstand, kan det tenkes at alle aktivitetene starter i den samme sonen, og har det samme aktivitetsforløpet gjennom de respektive sonene). En skråstrek har, som navnet tilsier, en helning, og vinkelen avhenger av aktivitetens varighet, basert på tilgjengelige ressurser. For å bestemme en aktivitets startdato kan en simpelthen trekke

strekene så nærme hverandre som mulig, så lenge disse ikke krysser hverandre. Her spiller imidlertid avhengigheter en viktig rolle, noe som omtales senere.

Der en ved gantt-metodikken må planlegge en aktivitet for hver etasje, eller sone, blir den samme aktiviteten ved bruk av skråstreksmetodikken, sagt på en enkel måte, planlagt én gang. I skråstrek ”skytes” den samme aktiviteten gjennom sonene, og kan sees på som én aktivitet selv om den skal utføres i flere soner. På denne måten legger skråstreksplanlegging til rette for god flyt i arbeidet.

Å planlegge ”i soner” kan muligens sees på som mer omfattende og krevende enn vanlig gantt-planlegging. Hvis en etasje består av 5 soner vil en imidlertid ved å soneplanlegge avdekke lagenes arbeidsflyt på et langt tidligere stadium. Det blir i tillegg enklere å se hvor de ulike lagene til enhver tid skal befinne seg. I gantt vises som sagt dette kun som en horisontal stolpe som strekker seg fra start- til sluttdato, men sier ikke noe om hva som skjer mellom disse to datoene. Poenget er; slike momenter må tas i betraktning allerede fra dag én, og de to metodikkene får dermed en ulik innfallsvinkel i planleggingsfasen.

Skråstreksplanlegging kan på dette punktet derfor se ut til å være en mer krevende planleggingsmetodikk, da det kreves en mer detaljert planlegging allerede på et tidlig stadium. Men; ved å benytte skråstreksmetodikken er mye av planleggingsarbeidet som gjerne kommer på et lavere plannivå, ved bruk av gantt, allerede avklart.

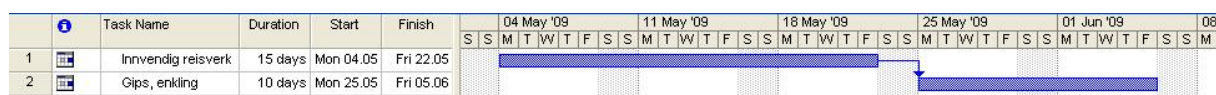
6.4.2 Avhengigheter

Som nevnt i forrige delkapittel har avhengigheter mye å si for hvordan en planlegger byggearbeidene. En rekke aktiviteter har et avhengighetsforhold til hverandre, og det er viktig å skille mellom ”forutgående” og ”etterkommende” avhengigheter (eng: ”predecessor” og ”successor”). Eksempelvis må en vegg være ferdig gipset og sparklet før maleren kan inn å gjøre sine arbeider. Det er med andre ord et avhengighetsforhold i grensesnittet mellom disse aktivitetene.

Av aktiviteter kan det være naturlig å skille mellom kritiske aktiviteter og bufferaktiviteter. En kritisk aktivitet har enten en *kritisk start*, en *kritisk slutt* eller *kritisk samtidighet* i forhold til en eller flere andre aktiviteter, og kan gjerne være grunnlag for *kritisk vei*. Bufferaktiviteter

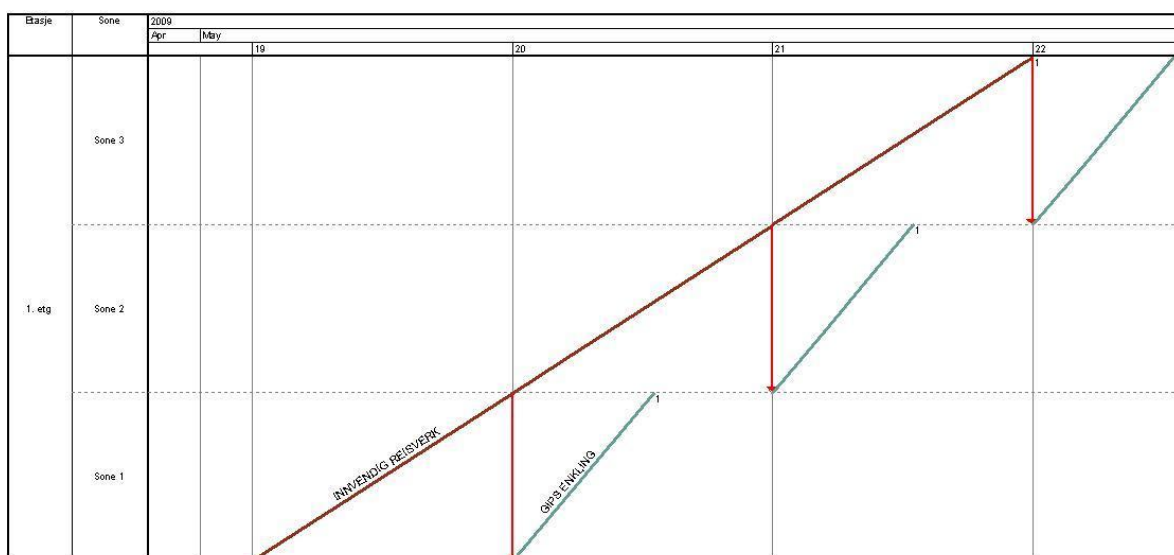
er aktiviteter som er vel så viktige som de kritiske for gjennomføringen av prosjektet, men rekkefølgen på disse er ikke like rigid.

Da gantt ikke har informasjon om sted, utover overordnet lokasjon, kan det ved bruk av gantt-metodikken være vanskelig å koble aktivitetene til hverandre på en logisk måte. Hvis en etterkommende aktivitet har et "slutt til start"-avhengighetsforhold til forutgående aktivitet, vil en i gantt antakelig planlegge disse aktivitetene sekvensielt. Etterkommende aktivitet kan dermed ikke starte før forutgående aktivitet er avsluttet. En kan se for seg følgende eksempel: "Innvendig reisverk" og "Gips, enkling" er to aktiviteter, hvor sistnevnte aktivitet er avhengig av at førstnevnte er utført. En kan med andre ord ikke gipse så sant det ikke er stendere å feste gipsen i. Situasjonen illustreres i figur 16, og en ser at total byggetid er 5 uker.



Figur 16: To aktiviteter med et avhengighetsforhold vist i et gantt-diagram

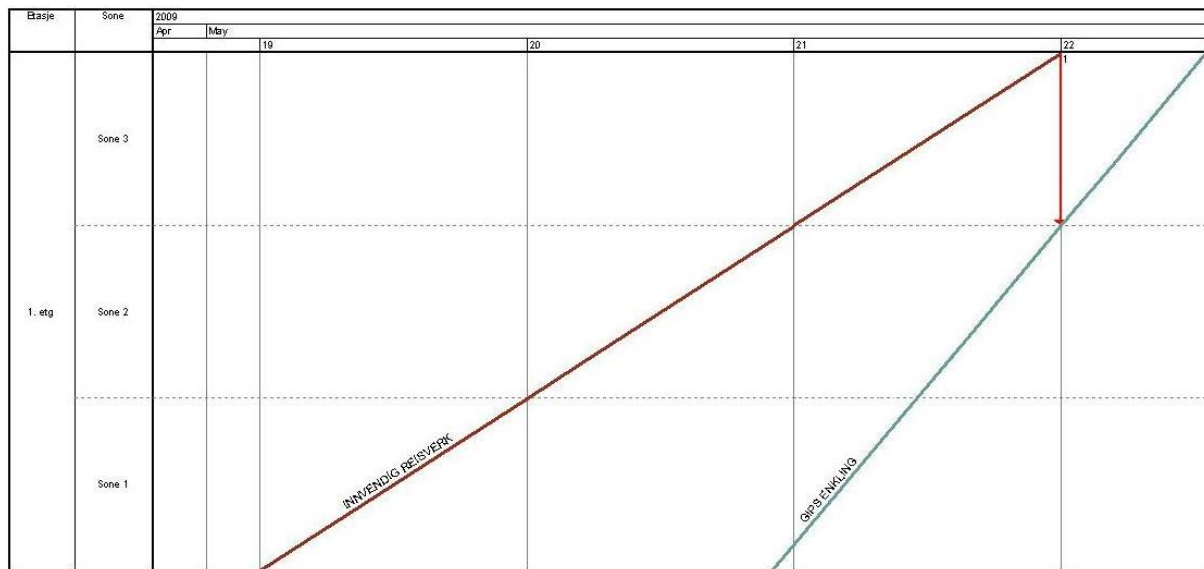
Det antas imidlertid at en ved bruk av skråstreksmetodikken vil tenke noe annerledes her. Så fort reisverket er på plass i en sone, kan en umiddelbart starte å gipse i den samme sonen, som vist i figur 17. En ser her at byggetiden er kortet ned til snaue fire uker.



Figur 17: De samme aktivitetene planlagt ved bruk av skråstreksmetodikken

En skal imidlertid være forsiktig med å påstå hvordan ulike planleggere tenker, men det ser tilsynelatende ut til at en har lettere for å observere sammenhengene som er illustrert over ved bruk av skråstreksmetodikken. En må ikke nødvendigvis gjøre ferdig alt innvendig reisverk i hele etasjen før en kan gå i gang med gipsingen.

Eventuelt kan det tenkes et scenario som vist i figur 18. Her ser en at oppstart for ”gips enkling” er noe senere, men det er derimot lagt opp til kontinuerlig arbeid, og det skapes bedre flyt. Det er sluttdatoen for ”innvendig reisverk” som er avgjørende for aktiviteten ”gips enkling” tidligste start.



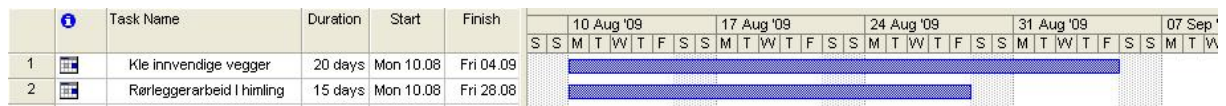
Figur 18: Alternativt aktivitetsforløp for de samme aktivitetene

Nå skal en være forsiktig med å påstå at det vil være hensiktsmessig å begynne å gipse før en er ferdig med alt reisverk, da det i mange tilfeller er det samme laget som utfører begge aktivitetene, i hvert fall på små prosjekter. Dette illustrerer imidlertid et generelt eksempel som kan overføres til en rekke andre aktiviteter.

6.4.3 Koordinering av lokalisering

Sett i et leant perspektiv er en ulempe ved gantt-metodikken at den ikke tar hensyn til flyt og andre lean-prinsipper på lik linje som skråstreksmetodikken. For en gantt-planlegger er det tilstrekkelig å definere selve aktiviteten, dens varighet samt overordnet lokasjon (eksempelvis 1. etasje). En er derimot fritatt å definere nøyaktig *hvor* i 1. etasje denne aktiviteten til enhver

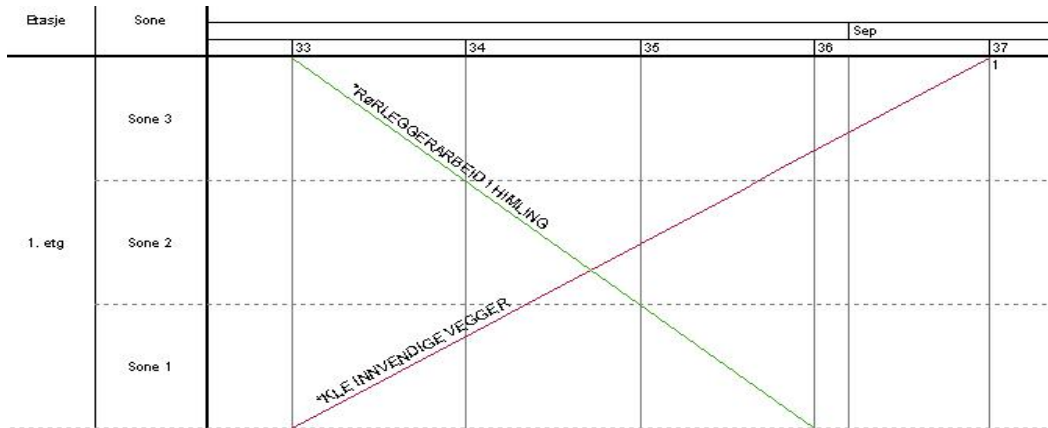
tid skal utføres – med andre ord hvordan arbeidet i praksis vil forløpe seg ute på byggeplassen. Dette blir gjerne overlatt til et lavere plannivå. For å ta et eksempel; aktivitetene ”kle innvendige vegger” og ”rørleggerarbeid i himling”. Aktivitetene er tildelt henholdsvis 15 og 20 dagers varighet, med oppstart på samme dato. Det er ingen avhengighetsforhold mellom aktivitetene, da rørleggeren ikke er avhengig av at veggene er lukket for å kunne utføre arbeidet sitt, og vice versa. I dette tilfellet er det en viss risiko for kollisjon. Hvis to eller flere aktører skal arbeide på et begrenset område, kreves det en viss form for koordinering og muligheten for venting og oppstykkning av arbeidet er i høyeste grad til stede. Figur 19 viser et eksempel på to aktiviteter som pågår tilnærmet parallelt i samme etasje.



Figur 19: Gantt-diagram som viser to aktiviteter med tilnærmet parallellitet

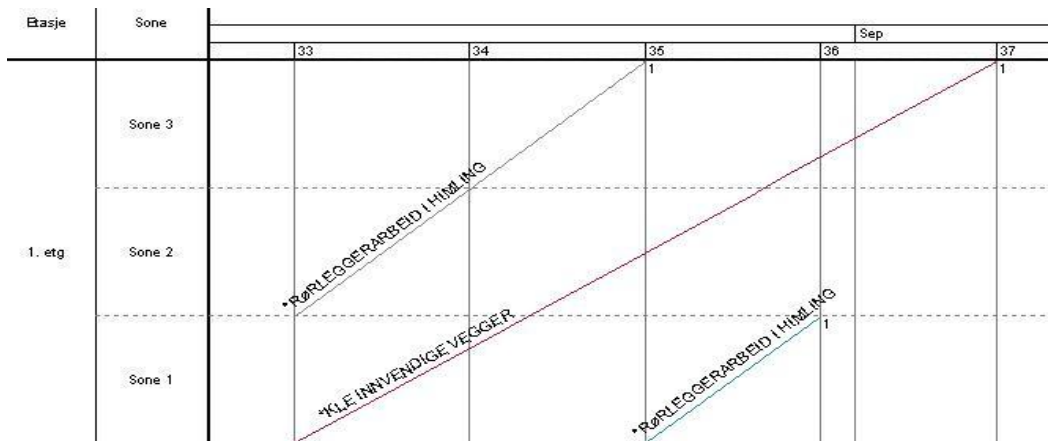
Med tanke på flyt og koordinering kan en gjerne komme med kritikk mot gantt på dette området. Ved å planlegge to parallelle aktiviteter, holder en koordineringsproblematikken til side (i planleggingsfasen). En grunnleggende antagelse er at det oppnås høyere produktivitet ved kontinuerlig arbeid. Videre er det slik at hvis flere lag arbeider samtidig i samme sone, kan fremdriften stagnere eller i verste fall stoppe opp, samt at det er et sikkerhetsmoment som må tas i betraktning, selv om aktivitetene ikke er teknisk avhengige av hverandre.

Ved å benytte skråstreksmetodikken kan en her langt enklere unngå en slik kollisjon. En kan på et tidlig stadium kontrollere arbeidsflyten slik at disse to aktivitetene ikke skal utføres i samme sone til samme tid, som vist i figur 20. En ser her at de to aktivitetene verken har endret start- eller sluttdato. Ved at planleggeren derimot er bevisst på den nevnte problematikken, er fremdriften for de to aktivitetene planlagt slik at de starter i hver sin ende av bygget. Det vil imidlertid oppstå en konflikt i sone 2 i uke 34, som må koordineres ved gjensidig tilpasning. På denne måten vet utførende lag nøyaktig hvor en skal starte, samt hvordan en skal jobbe seg gjennom bygget.



Figur 20: Aktivitetenes fremdrift er planlagt ved skråstreksmetodikken

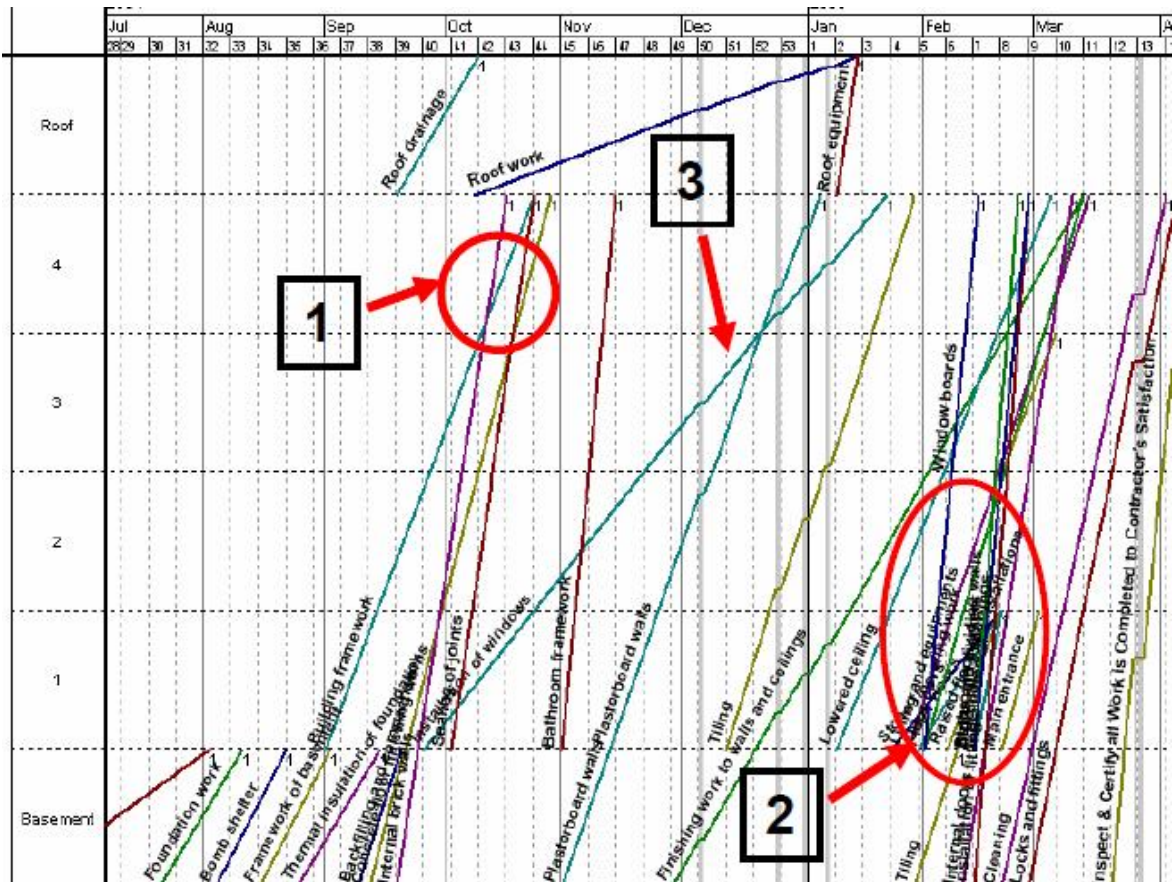
Eventuelt kan de samme aktivitetene planlegges som vist i figur 21.



Figur 21: En situasjon som ikke krever videre koordinering av arbeidet

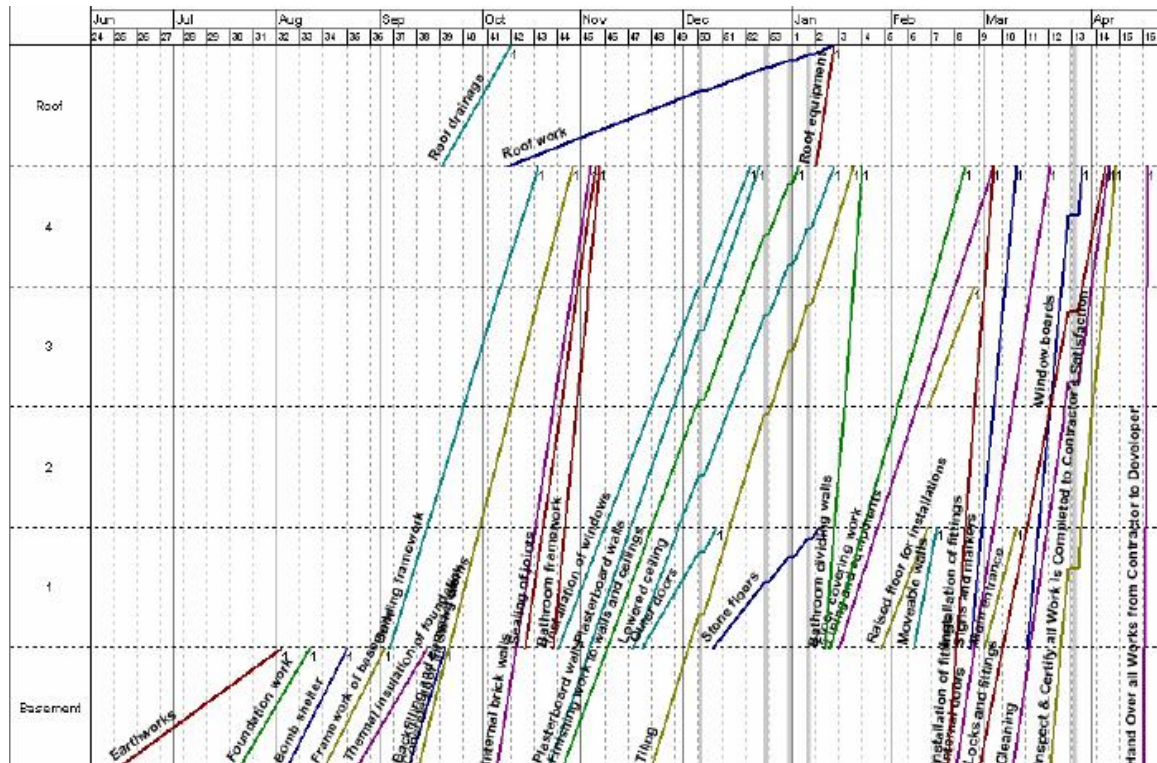
Ved å endre på rekkefølgen for når aktiviteten ”rørleggerarbeid i himling” skal utføres i de respektive sonene, unngår en kollisjonen fra forrige eksempel, og det kreves dermed ingen gjensidig tilpasning aktørene imellom. Det er fortsatt god flyt i arbeidet, da det med stor sannsynlighet ikke er problematisk for rørleggeren å starte i sone 2, for så å gå videre til sone 3, før aktiviteten avsluttes i sone 1.

Figur 22 kan tenkes å være en faseplan, utarbeider ved bruk av lappeteknikken.



Figur 22: Et skråstreksdiagram som viser tre mulige problemområder

I diagrammet er det tre mulige problemområder som er avmerket, da det er flere aktiviteter som kolliderer i disse tre punktene. Punkt 2 er spesielt kritisk da det er svært mange aktiviteter som skal utføres i samme sone til samme tid, og en rekke gjensidige tilpasninger må til for å ferdigstille aktivitetene. Fordelen med skråstreksmetodikken er at en (1) enkelt oppdager disse problemområdene, men også at en (2) på en enkel måte kan foreta justeringer som optimaliser byggeprosessen. En justert plan er vist i figur 23.



Figur 23: Den samme planen som i figur 22, men byggeprosessen er her optimalisert

De to skråstreksdiagrammene inneholder nøyaktig de samme aktivitetene, men sistnevnte er justert for å eliminere kollisjonene fra det opprinnelige diagrammet. Denne fordelene med skråstreksmetodikken synes å være unik, og tilsvarende justeringer ville vært vanskelig å utføre i gantt.

Med skråstreksplanlegging har en altså mulighet til å koordinere arbeidene mellom de ulike sonene på en enkel måte, og en avdekker samtidig mye av koordineringsproblematikken som ofte oppstår på en byggeplass, noe en ikke har den samme muligheten til ved bruk av gantt. Ved bruk av gantt er en derfor mer avhengig av et grundig arbeid med Last Planner, da mye av koordineringen må foretas på et lavere plannivå enn ved bruk av skråstreksmetodikken.

6.4.4 Aktiviteters kompleksitet

Hvis det er mange aktiviteter som skal utføres innenfor en gitt (kort) tidsperiode, kan skråstreksmetoden være en egnet planleggingsmetodikk. Oppbyggingen av en vegg, som i følge Thompson et al. (2003) kjennetegnes ved den intensive teknologien, eller gjensidige avhengigheter, kan være et eksempel på dette. Her må først stenderne på plass. Så enkles det med (eksempelvis) gips, før alle rør trekkes, både rørlegger og elektriker. Så må tømreren inn

igjen for å doble, før det til slutt sparkles og males. I skråstrek kan disse aktivitetene legges inn som tilnærmet parallelle skråstreker, og kan i praksis ligge så å si inntil hverandre, så lenge ingen av strekene krysser hverandre. I gantt vil de samme aktivitetene vises som horisontale stolper som ligger sideforskjøvet i forhold til hverandre, eksempelvis med én dag.

Fordelen med skråstrek er at det blir langt enklere å kontrollere lagenes flyt, i forhold til ved bruk av gantt. Når en planlegger aktivitetene, uavhengig om en kun benytter antatt tidsbruk for de ulike aktivitetene, eller om de er basert på timeverk og produksjonsrater, vil en raskt se om det som er planlagt faktisk er gjennomførbart. Aktivitetene har ulik varighet, og skråstreke vil derfor ha forskjellig helning. Ønsker en å optimalisere denne byggesekvensen kan en simpelthen trekke strekene så nær hverandre som mulig, så lenge ingen av dem krysser hverandre.

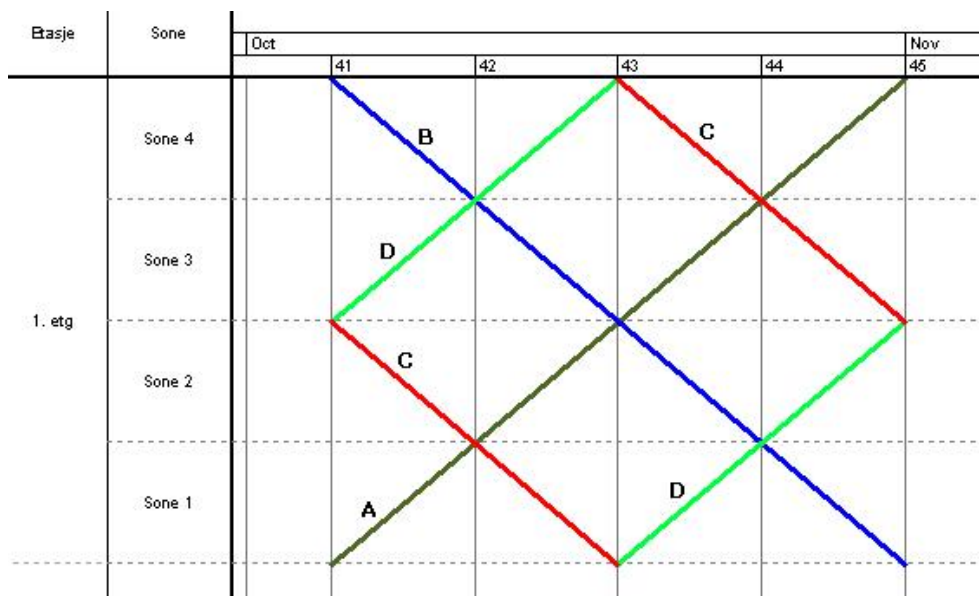
Det er ønskelig å planlegge byggeprosessen slik at lagene kan arbeide kontinuerlig, og med så lite stopp og venting som mulig. Ved å trekke strekene så nær hverandre som mulig, oppnår en den korteste byggetiden som er mulig å få til ut i fra tilgjengelige ressurser.

Hvis de samme aktivitetene skal koordineres i gantt, vil dette antakelig bli en større utfordring for planleggeren. En kan eksempelvis anta at det tar 10 dager å sparkle alle vegger i 1. etasje. Det kan da være noe mer problematisk å avgjøre nøyaktig når maleren kan gå i gang med sine arbeider, som en antar har en varighet på 7 dager. Det er som regel ønskelig å avslutte sparklearbeidene før en begynner å male, grunnet mye sparkelstøv. Selv om etasjen skulle ha flere adskilte avdelinger, kan det være vanskelig å stole på en slik inndeling da det ikke er lagt opp til soneplanlegging. Fra planleggers side kan det dermed være naturlig å legge inn en liten buffer mellom disse to aktivitetene, slik at en unngår konflikt, og byggetiden blir lengre enn strengt tatt nødvendig.

Poenget er: Ved bruk av skråstreksmetodikken er det enklere å planlegge og koordinere slike aktiviteter, enn ved bruk av gantt. En forutsetning for denne påstanden er imidlertid at prosjektet er under et visst tidspress, slik at det er ønskelig med kort byggetid, og at det er naturlig å optimalisere flyten samt legge til rette for kontinuerlig fremdrift for de ulike lagene. Ved bruk av skråstrek vil en med større sikkerhet kunne fortelle nøyaktig når og hvor de ulike aktørene skal starte sine arbeider.

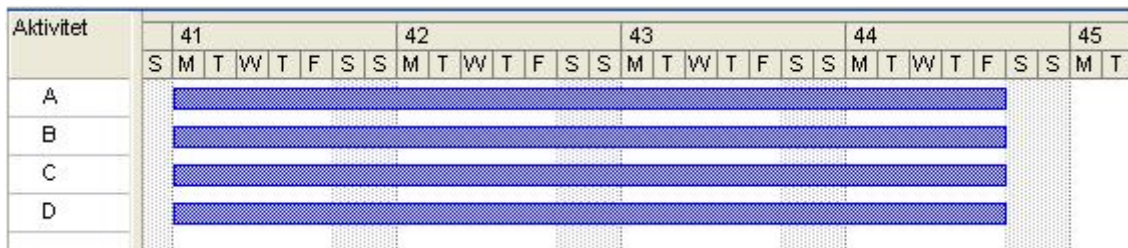
Et annet eksempel som kan illustrere hvilke fordeler og ulemper som forbindes med gantt og skråstrek, er hvis det er en rekke bufferaktiviteter som skal utføres over en kort tidsperiode. Med andre ord ved tilfeller av samtidighet. Selv om slike bufferaktiviteter ikke er avhengig av hverandre, er det likevel uheldig å la aktørene utføre sine arbeider samtidig på samme sted, og fordrer på ingen måte god flyt. I et gantt-diagram vil disse aktivitetene listes opp under hverandre, med de samme start- og sluttdatoene. Selve koordineringen må dermed avgjøres på byggeplassen, parallelt med byggeaktiviteten, eventuelt i fremdriftsmøte eller via Last Planner. Det er med andre ord først og fremst når det gjelder koordinering gantt viser en svakhet på dette punktet.

Ved bruk av skråstreksmetodikken kan en gjøre noen enkle grep allerede på et tidlig planleggingsstadium for å unngå slike koordineringsproblemer i byggeperioden. Figur 24 illustrerer hvordan fire aktiviteter (som alle har en varighet på 1 uke pr sone) kan planlegges slik at de kan utføres over en tidsperiode som er så kort som mulig, samtidig som en unngår kollisjon og behov for videre koordinering på byggeplassen. Ved hjelp av soneinndelingen kan en med sikkerhet planlegge lagenes bevegelser fra sone til sone, slik at det blir så få kollisjoner som mulig, og gjensidige tilpasninger på byggeplassen blir unødvendig.



Figur 24: Optimal planlegging av fire aktiviteter

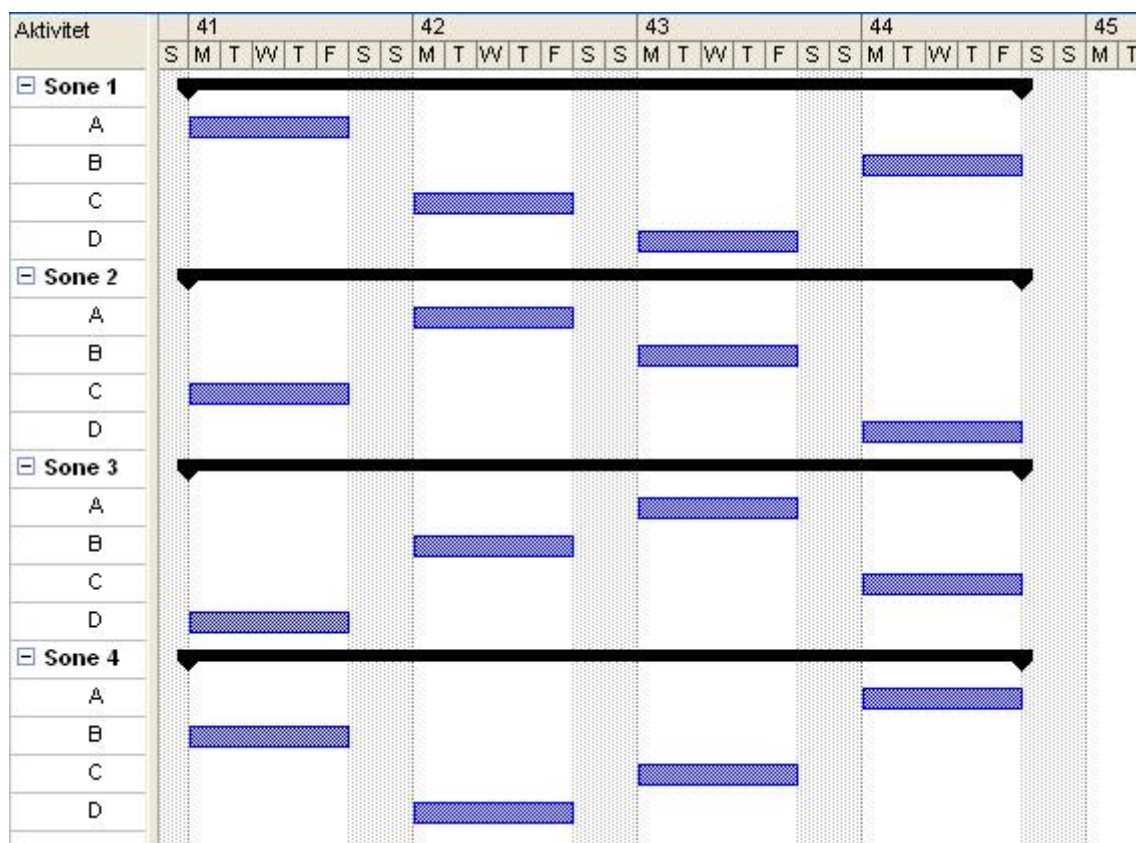
I gantt blir de samme fire aktivitetene (A, B, C og D) gjerne planlagt som vist i figur 25. Av figuren ser en at gantt-diagrammet på langt nær koordinerer aktivitetene like detaljert som ved bruk av skråstreksmetodikken (figur 24). Eksempelet kan generaliseres til å gjelde for en rekke slike aktivitetsforløp, men kjernen er imidlertid den samme; ved bruk av skråstreksmetodikken avdekkes mye av koordineringsproblematikken på et tidlig stadium, slik at det ikke er behov for gjensidige tilpasninger mellom aktørene som skal utføre aktivitetene, som er tilfellet ved bruk av gantt.



Figur 25: De samme fire aktivitetene som illustreres i figur 24 (gantt-diagrammet sier imidlertid ikke noe om lokasjon, eller "hvor" – kun "hva" som skal utføres og "når" det skal utføres)

Dersom etasjen derimot har en klar soneinndeling og en ønsker å benytte denne inndelingen også ved bruk av gantt-metodikken, blir diagrammet som vist i figur 26.

Figur 24 og 26 inneholder nøyaktig de samme aktivitetene og rekkefølgen disse skal utføres i, og det er derfor den samme gode flyten i begge tilfellene. Det er imidlertid liten tvil om at skråstreksmetodikken er best egnet for å utarbeide en slik plan, og baserer dette argumentet på egne erfaringer. Ved skråstrek har en bedre oversikt over hvordan de fire lagene jobber seg gjennom sonene – noe som på langt nær er like enkelt ved bruk av gantt. Visuelt sett er det vanskeligere å se lagenes flyt, og det kreves simpelthen mer av planleggeren å utarbeide fremdriftsplanen i gantt.



Figur 26: Gantt-diagram hvor det er benyttet soneinndeling

6.4.5 Prosjekttipe og -størrelse

Fordeler og ulemper med de to metodikkene kan spesielt godt beskrives på dette punktet. Hva slags prosjekt det er snakk om har stor betydning for hvorvidt gantt- eller skråstreksmetodikken er best egnet, eller om metodikkene i det hele tatt er egnet for det aktuelle prosjektet.

Da skråstreksmetodikken baseres på soneplanlegging, er det et svært viktig moment at prosjektet *kan* soneinndeles, ved bruk av metodikken. I prinsippet kan en si at *alt* kan deles inn i soner. Nå er det imidlertid slik at det gjerne ikke er alt som kan deles inn på en hensiktsmessig og logisk måte. Ta for eksempel mindre rom, slik som tekniske rom og lignende. Her er det en rekke aktiviteter som skal utføres, men det er vanskelig å soneinndeles et slikt rom. Eventuelt et prosjekt bestående av ulike elementer eller deler, altså hvor det er lite repetisjon, er det også vanskelig å foreta en fornuftig soneinndeling.

Gantt-metodikken legger imidlertid ingen begrensninger på dette området, med tanke på arbeidets art, omfang, varighet, lokasjon og lignende. Uansett hva som skal utføres kan dermed gantt benyttes i planleggingsprosessen. Hvorvidt det er snakk om et stort byggeprosjekt med en varighet på eksempelvis to år, eller planleggingen av et teknisk rom, kan gantt benyttes til dette formål.

Prosjekter kan samtidig ha ulik kompleksitet. Selv om Havlimyra er et relativt omfattende prosjekt, bestående av fire bygninger, kan det likevel ikke karakteriseres som et komplekst prosjekt. En har god kjennskap til byggemetodene som benyttes på de fire bygningene, i tillegg til de enkle grunnforholdene, er noen av argumentene som taler for at Havlimyra ikke er et komplekst prosjekt.

Skråstreksmetodikken er spesielt egnet for å planlegge prosjekter hvor det er mange ensartede aktiviteter samt mye gjentakelse (Seppänen & Aalto 2004). Gode eksempler på slike prosjekter er leilighetsbygg, bruer og tunneller. Disse prosjektene kan naturlig deles i soner, noe som taler for skråstreksmetodikken. Når det er mye gjentakelse vil en ved bruk av skråstreksmetodikken planlegge én aktivitet av gangen, fra sone A til Å. Etterfølgende aktiviteter kan deretter planlegges, og aktivitetene kan enkelt koordineres i forhold til hverandre på bakgrunn av strekenes vinkel.

I gantt er ikke dette like enkelt. Å vite nøyaktig hva som må utføres, og når det skal utføres, er ikke nødvendigvis ikke mer krevende ved bruk av gantt-metodikken. Ulempen med gantt er imidlertid at selve planleggingen blir mer oppstykket, og det kan være vanskeligere å optimalisere flyten i arbeidene. Hvis en eksempelvis tar for seg en boligblokk, bestående av 10 etasjer med 5 leiligheter i hver etasje. I gantt vil det være naturlig å eksempelvis dele prosjektet inn på etasje-nivå. Aktiviteten ”flislegging på bad” (som en her antar har en varighet på 1 dag pr leilighet) skal dermed utføres 50 ganger. I gantt settes det da av 5 dager til denne aktiviteten pr etasje, og totalt for prosjektet vil gantt-diagrammet vise 10 horisontale stolper for denne ene aktiviteten. I skråstrek derimot vil denne aktiviteten vises som én strek, for alle 50 leilighetene! Fordelen med skråstrek er enkel: På grunn av aktivitetenes enhetlighet og prosjektets oppbygging, med 50 (tilnærmet) like soner, blir det langt enklere å benytte skråstreksplanlegging kontra gantt. Et gantt-diagram vil i praksis ha 10 ganger så mange horisontale stolper som det er streker i et skråstreksdiagram (forutsatt den nevnte

inndelingen). Når det i tillegg er en rekke aktiviteter som må planlegges og koordineres både innad og på tvers av sonene/lokasjonene, blir planleggingsarbeidet enklere ved bruk av skråstrekk.

Poenget er at skråstreksplanlegging er en svært egnet planleggingsmetode på prosjekter av en slik karakter som omtalt over. Planleggeren kan enkelt holde kontroll over de ulike aktivitetene, samt hvor aktiviteten til enhver tid skal utføres. Aktiviteter kan planlegges slik at lagene oppnår god flyt og utsettes for minimalt med hindringer. Ved bruk av gantt er en i større grad avhengig av de operative planene i Last Planner, da gantt ikke løser koordineringsproblematikken på samme måte som skråstrekk.

På komplekse prosjekter, eller prosjekter med lite repetisjon, kan det derimot være mer problematisk å benytte skråstreksmetodikken. Når det er mange ulike aktiviteter og ulike arbeidsmetoder for like aktiviteter, blir det mer problematisk å skape den samme gode flyten ved bruk av skråstreksplanlegging. Det er imidlertid ikke sagt at gantt er bedre, men det vil antakelig være enklere å holde god oversikt i planen ved bruk av denne metodikken. Når ”sonene” er veldig ulike, vil en ikke ha mulighet til å utnytte fordelene ved et skråstreksdiagram.

Uavhengig av om prosjektet er stort eller lite, komplekst eller ikke komplekst, er det gjerne en rekke involverte aktører. Det er imidlertid normalt at det er flere aktører på et stort prosjekt enn på et mindre. Når det gjelder prosjektstørrelse og antall involverte aktører, er det lite som taler for den ene metodikken, i forhold til den andre. Planleggingsmessig er det mye av det samme som ligger bak oppbyggingen av selve planen, men det er forskjell på hvordan planene struktureres.

I et gantt-diagram er det vanlig å organisere aktivitetene, eksempelvis etter ulike bygg, etasjer eventuelt fag. På Havlimyra er som sagt planen inndelt både på bygg, etasjer og fag. Dette gjør planleggingsarbeidet langt enklere, ved at det gir en god oversikt, samt at det etableres en viss form for soneinndeling. Denne inndelingen gjør det enkelt å etablere avhengigheter, i hvert fall innenfor en ”sone” (altså bygg, etasje eller fag). Det kan derimot være vanskeligere å få en god oversikt over *hele* prosjektet, eksempelvis hvis planen inneholder *svært mange* aktivitetslinjer.

I skråstrek er det også mulig å organisere aktivitetene, noe som kan være spesielt fordelaktig når det utarbeides fremdriftsplaner på et stort prosjekt. At en har store valgmuligheter når det gjelder organisering av planen er svært viktig for at planen i det hele tatt skal kunne benyttes.

Gantt-planlegging er altså en fleksibel metodikk og kan benyttes i alle typer prosjekter. Det være seg alt fra en liten lekehytte til store leilighetsbygg og komplekse arkitekttegnede byggverk, og det er med andre ord ingen begrensninger for anvendelse av metodikken.

Selv om en skal være forsiktig med å trekke forhastede konklusjoner, kan det være fristende å påstå at skråstreksplanlegging er den best egnede metodikken på prosjekter hvor det er mye repetisjon, sett i et lean-perspektiv. Når det er mange like soner i flere etasjer vil et skråstreksdiagram vise flyten i arbeidet på en enkel måte; med én strek som strekker seg gjennom etasjene. Det er samtidig viktig å påpeke at et skråstreksdiagram antakelig egner seg best ved større entreprisformer, slik som ved total- eller hovedentrepriser. For en liten underentreprenør, som kun har sporadisk aktivitet på byggeplassen, kan denne metodikken være ufordelaktig.

Ved komplekse prosjekter er antakelig gantt den mest anvendbare metodikken, men en skal også her være forsiktig med å trekke forhastede konklusjoner. Så lenge et prosjekt kan deles inn i soner, samtidig som det er praktisk mulig å skille disse fra hverandre, kan skråstreksmetodikken benyttes. Da sistnevnte er forholdsvis lite utprøvd har en derfor få erfaringer ved bruk av denne metodikken. Felles for begge planleggingsmetodikkene er imidlertid at de ikke tar hensyn til dynamikken i byggbransjen, samt at en aktivitets varighet i stor grad baseres på antagelser og erfaringer. Lean Construction, og i hovedsak Last Planner, bør derfor benyttes for å integrere denne dynamikken.

6.4.6 Fremdriftsoppfølging

Det er til nå sagt mye om selve oppbyggingen av fremdriftsplaner. Det er imidlertid også svært viktig at planen blir fulgt opp. En fremdriftsplan er et dynamisk dokument som hele tiden bør følges opp i forhold til den faktiske fremdriften på byggeplassen.

Det er svært sjeldent et byggeprosjekt gjennomføres uten at en opplever forsinkelser på en eller flere aktiviteter. Det være seg både små, men også store og kritiske forsinkelser. Det er

imidlertid også vanlig at en til tider ligger foran planlagt fremdrift.

Årsaker til forsinkelser kan være mange, og en skiller i hovedsak mellom to typer forsinkelser; ”sen start” eller ”sen slutt”. Årsak til en forsinkelse kan være på grunn av forsinkelse på forutgående aktivitet, eventuelt på grunn av forsinkelse på ”egen” aktivitet. Hvis en aktivitet har en forsinket start, har en i prinsippet to valg; å forskyve eller forsere. Hvis en forskyver blir simpelthen aktivitetens sluttdato endret, noe som kan få konsekvenser for den videre fremdriften, spesielt ved kritiske aktiviteter. Eventuelt kan en forsere, som i praksis innebærer at en tilfører mer arbeidskraft slik at en kan ta igjen det tapte. På kritiske aktiviteter er dette, om mulig, å foretrekke. Forsinkelse på ”egen” aktivitet, ved at denne får en sen slutt, blir utslagsgivende for den neste aktiviteten, som dermed får en sen start.

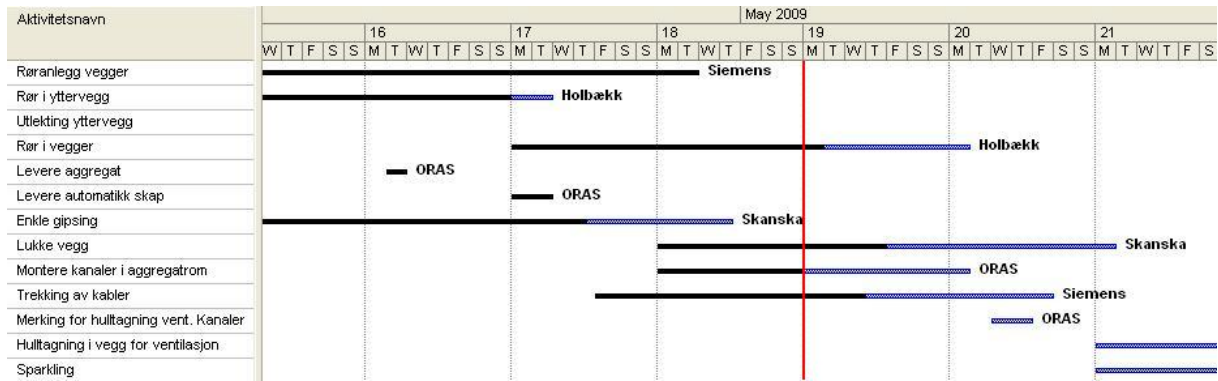
Som nevnt tidligere er det flere måter å fange opp den faktiske fremdriften på.

Tilbakemeldinger fra utførende, eventuelt at den eller de som har ansvaret for planen selv observerer ute på byggeplassen, er imidlertid de vanligste. Når en har samlet inn nødvendig informasjon er det flere måter å angripe selve oppfølgingsprosessen på, og det er her svært ulik praksis fra prosjektleder/planlegger til prosjektleder/planlegger.

Både ved bruk av gantt- og skråstreksmetodikken kan fremdriften på et prosjekt følges opp. En benytter da diagrammet og leser av hva som var planlagt i forhold til den reelle fremdriften. I praksis er det vanlig å ta en ”cut-off”, eksempelvis ved månedsskifte, og justere fremdriften etter denne linjen.

I gantt kan en markere de oppgavene som er fullført, eventuelt markere på de horisontale stolpene hvor mange prosent av aktiviteten som er fullført. I skråstrek kan en føre inn virkelig fremdrift, og det genereres nye (stiplede) streker som visualiserer virkelig fremdrift.

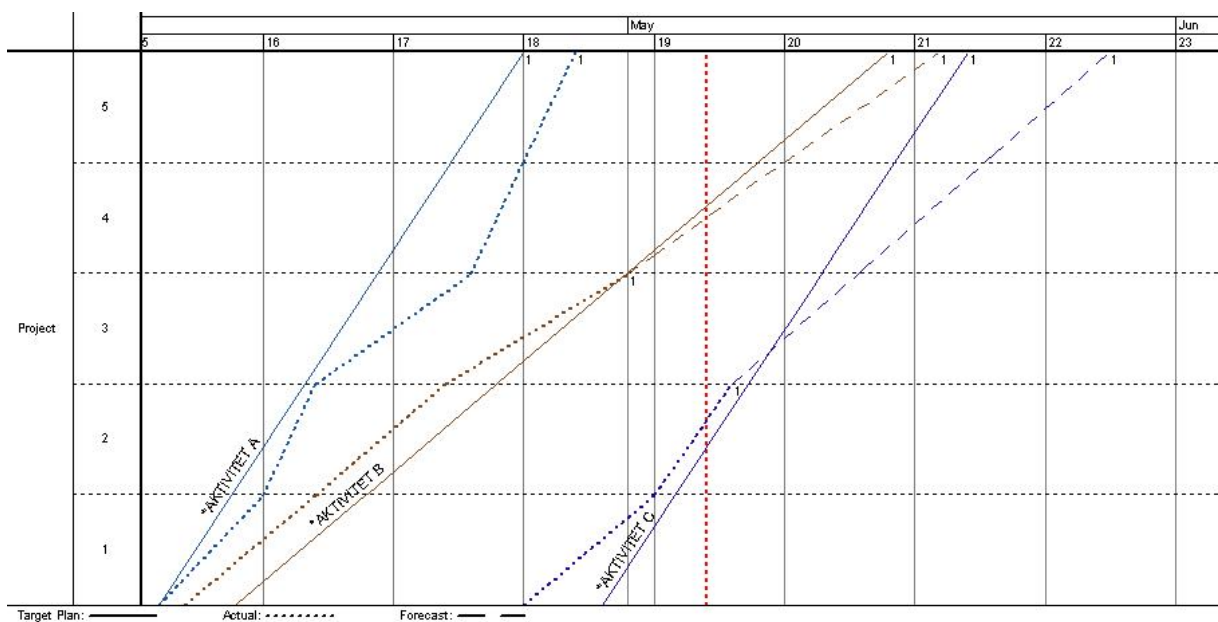
Figur 27 viser et gantt-diagram, hvor virkelig fremdriften er markert med sort (illustrasjonen må kun sees på som et eksempel, og diagrammet stemmer ikke overens med den faktiske fremdriften på Havlimyra). Den røde loddrette linjen viser dag/dato for ”cut-off”, og input for virkelig fremdrift er gjerne basert på en s-kurve eller beregning av ferdiggrad.



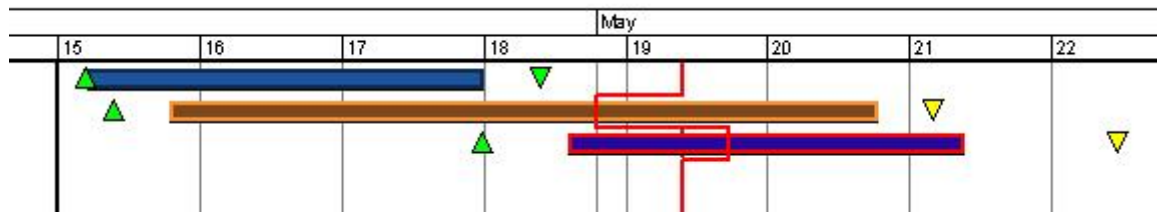
Figur 27: Fremdriftsoppfølging i gantt

Av diagrammet ser en at to av aktivitetene, ”rør i yttervegg” og ”enkle gipsing”, ligger bak fremdriftsplanen, mens det er tre aktiviteter som ligger én til fire dager foran planlagt fremdrift. På bakgrunn av en slik oppdatering kan en iverksette nødvendige tiltak for å oppnå en tilfredsstillende fremdrift på prosjektet.

Figur 28 viser et skråstreksdiagram med tre aktiviteter; A, B og C. Den heltrukne linjen er planlagt fremdrift, mens den prikkede linjen viser virkelig fremdrift. Den stiplede linjen viser antatt videre fremdrift for aktiviteten, basert på prognoser. Det samme tilfellet kan i tillegg visualiseres i gantt, som vist i figur 29.



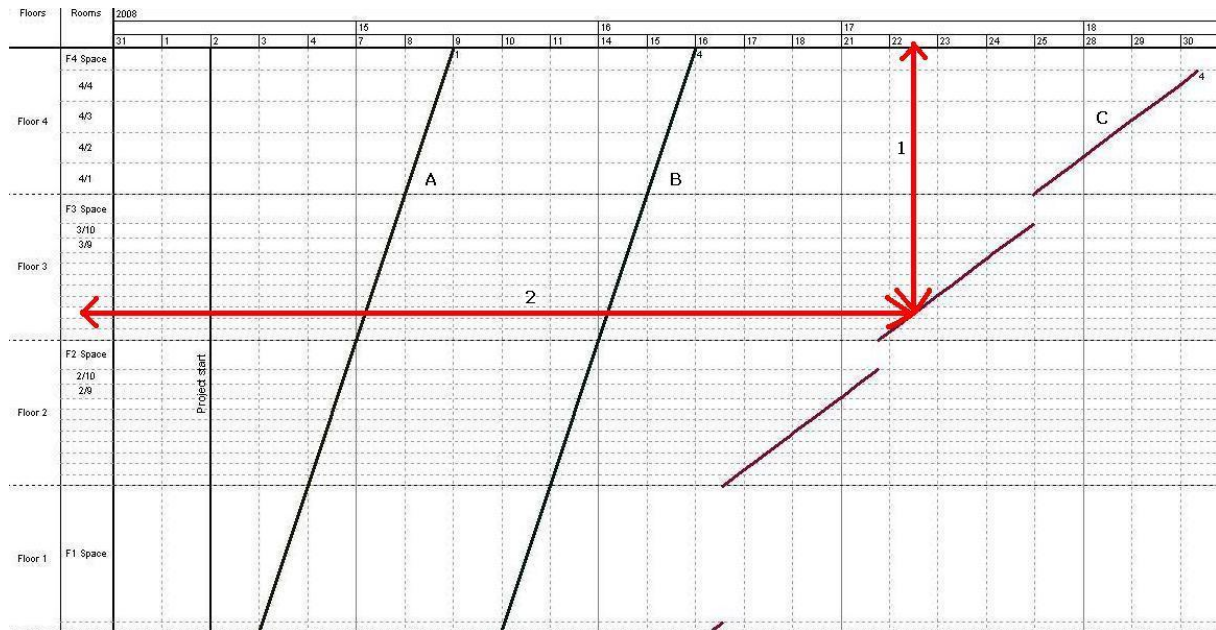
Figur 28: Fremdriftsoppfølging på aktivitet A, B og C i skråstrekk



Figur 29: Fremdriftsoppfølging på aktivitet A, B og C i gantt

Diagrammene i figur 28 og 29 viser tydelig at aktivitet A er ferdigstilt, fremdriften på aktivitet B er for dårlig, samt at aktivitet C ligger foran fremdriftsplanen. Det er imidlertid vanskelig å avgjøre hvilken metodikk som er best egnet til fremdriftsoppfølging, da dette gjerne baseres på individuelle preferanser.

Det er likevel én stor fordel ved skråstreksmetodikken, kontra gantt. I gantt er det gjerne slik at en aktivitet tildeles en viss varighet, men diagrammet gir lite informasjon utover dette, slik som nøyaktig lokalisering. Da skråstreksmetodikken baseres på soneplanlegging er denne i så måte mer informativ enn gantt. For å følge opp fremdriften på et prosjekt hvor skråstrekk benyttes, kan en ved å studere diagrammet si med god nøyaktighet i hvilken sone et lag skal utføre en bestemt aktivitet, ut i fra den planlagte fremdriften. Som en ser av figur 30, skal aktøren, midt på dagen på tirsdag uke 17 (rød pil nr. 1), utføre aktivitet C i sone 3 i 3. etasje (rød pil nr. 2). Hvis aktøren i praksis ikke er kommet lengre enn til sone 1 i den samme etasjen, kan en konkludere med at aktøren ligger omtrent én dag bak planlagt fremdrift. En kan eventuelt også gå den andre veien, altså fra sone til dato.



Figur 30: Fremdriftsoppfølging i skråstrek

Ved bruk av skråstreksmetodikken er det med andre ord slik at en enklere ser når ”lampen blinker rødt”, og en kan videreføre denne informasjonen til de riktige hender ute på byggeplassen.

Denne unike muligheten har en ikke ved bruk av gantt. I figur 30 skal aktivitet C utføres i 25 soner, med total varighet på 10 uker. På bakgrunn av observasjoner vet en eksempelvis at aktøren nettopp har startet sine arbeider i 3. etasje, men det er imidlertid vanskelig å si hvorvidt aktøren holder for lav eller for rask fremdrift.

Nå er det imidlertid viktig å poengtere at en ikke alltid er avhengig av en såpass nøyaktig fremdriftsoppfølging. For enkelte kan en slik oppfølging simpelthen bli i overkant detaljert. En vet for eksempel at aktøren har 3 uker + 1 dag for å fullføre aktivitet C i 3. etasje. For en erfaren formann eller bas kan dette være tilstrekkelig informasjon, og trenger derfor ingen detaljert plan som forteller hvor laget til enhver tid skal jobbe. Dette kommer gjerne med rutine. Så lenge formannen eller basen kan forsikre prosjektleder om at aktivitet C fullføres innen tidsfristen, er dette gjerne tilstrekkelig. Selv om det ble påstått en stor fordel med skråstreksmetodikken på dette området, kan det likevel være vel så bra med et gantt-diagram.

6.4.7 Formidling av planen

Prosjektplanlegging og oppfølging av fremdriftsplaner kan være tid- og ressurskrevende prosesser, avhengig av prosjektets størrelse. En fremdriftsplan er imidlertid nærmest ubrukelig hvis den ikke kan formidles til prosjektets involverte parter. Planens evne til å visualisere fremdriften samt dens brukervennlighet og lesbarhet er derfor særdeles viktig. Svee og Pedersen (vedlegg 1 og 2) hevder at den visuelle biten er det aller viktigste ved en fremdriftsplan, og at valg av planleggingsmetodikk er irrelevant. Det er med andre ord ikke så viktig hvordan selve planen blir utarbeidet, så lenge planen er lett forståelig.

Selv om påstanden er temmelig bastant, er det likevel fornuft i den. Den eller de som har ansvaret for å utarbeide fremdriftsplaner på et prosjekt, vil som regel ha god oversikt over disse. Som oftest utarbeides fremdriftsplaner i et dataprogram, og en har her tilgang på langt mer informasjon enn selve diagrammet. Det er imidlertid utskrift av diagrammene som skal kommuniseres ut på byggeplassen. Gantt og skråstrek er her svært ulike, ved at gantt viser horisontale aktivitetsbaserte varighets-stolper, mens skråstrek viser sonebaserte skråstreker.

En umiddelbar fordel med gantt er at det er en veletablert metodikk i byggebransjen, og i de fleste former for prosjektplanlegging for øvrig. Dette er antakelig den største fordelene med gantt, sett i forhold til skråstrek. Metodikken har vært benyttet i "alle" år, og et gantt-diagram er et kjent syn for de fleste, både funksjonærer og fagarbeidere. Skråstreksdiagrammer er på langt nær like vanlig i bransjen, noe som kan by på utfordringer, både for dem som skal utarbeide og utøve planene. Videre er et gantt-diagram relativt oversiktlig og enkelt å forstå. Milepæler er synlig markert og aktivitetenes varigheter og avhengigheter til hverandre vises tydelig.

Selv om det hevdes at gantt-diagrammet er relativt oversiktlig og enkelt å forstå, kan dette i noen tilfeller være direkte feil. Et gantt-diagram som kun viser de overordnede oppsummeringsaktivitetene, eksempelvis "grunnarbeider", "byggearbeider", "utomhusarbeider" og lignende, vil være svært enkelt å lese og forstå. Stort sett alle overordnede aktiviteter har flere underaktiviteter, og for enkelte overordnede aktiviteter kan dette antallet være så mye som flere hundre. Hvis absolutt *alle* prosjektets aktiviteter skal visualiseres på én plan, kan dette ofte føles komplekst og uoversiktlig. Hvis en hovedfremdriftsplan, eller generelt en plan som inneholder mange aktivitetslinjer, skal skrives

ut, vil dette kreve en rekke A3-ark for å visualisere hele planen på en lesbar måte.

Nå er det imidlertid viktig å bemerke at en sjeldent opererer med slike store planer. Det blir da mer naturlig å eksempelvis skrive ut en oversikt (med andre ord; en oppsummert hovedfremdriftsplan), og supplere denne med langt mindre faseplaner.

Den store fordelen med skråstreksdiagrammet er at det visualiserer flyten av arbeid på en langt bedre måte enn gantt. Selv om det skulle være nøyaktig det samme arbeidet som er planlagt i henholdsvis gantt eller skråstrek, vil en i et skråstreksdiagram langt enklere se hvordan aktivitetene (og lagene som utfører aktivitetene) flyter fra sone til sone. De som skal realisere planen kan på en enkel måte se hva som skal utføres, samt hvor og når det skal utføres, basert på én strek. Den samme aktiviteten vil i et gantt-diagram visualiseres ved flere horisontale stolper.

Et skråstreksdiagram kan på samme måte som gantt være både oversiktlig, men også uoversiktlig og komplekst. Et skråstreksdiagram for et lite prosjekt, en faseplan, ett fags aktiviteter, etc., vil gjerne være oversiktlig og visualiserer flyten av arbeid på en lettfattelig måte. Hvis diagrammet imidlertid skal visualisere en hovedfremdriftsplan med alle dens aktiviteter, eventuelt en annen omfattende plan, vil dette føles uoversiktlig og rotete, og kan være vanskelig å lese. Hvis en ser for seg en hovedfremdriftsplan som kun skal vise ”det store bildet”, eksempelvis de ulike fasene i byggeprosjektet, kan imidlertid et skråstreksdiagram være vel så egnet som gantt.

I et prosjekt vil det ofte være tilfeller hvor det planlegges aktiviteter som skal utføres samtidig på samme sted, eller med oppstart tett opptil hverandre. Slike tilfeller håndterer skråstreksdiagrammet på en lite tilfredsstillende måte. To eller flere aktiviteter som har oppstart på samme dag, og med samme varighet, vil simpelthen plasseres oppå hverandre, og en kan dermed kun se én av strekene. For at skråstreksdiagrammet skal være et tilfredsstillende verktøy bør det her være en aktivitetsliste, slik som i gantt, i tillegg til selve diagrammet.

7 Konklusjon

For å oppnå god flyt i byggeprosessen er en avhengig av en velfungerende planleggingsmetodikk. De to planleggingsmetodikkene, gantt og skråstrek, er på mange områder svært ulike, både med tanke på oppbygging av planverket, fremdriftsoppfølging, den visuelle fremstillingen samt hvordan prosjektet gjennomføres på bakgrunn av valgt metodikk.

I denne oppgaven skal en imidlertid være varsom med å trekke bastante konklusjoner. Hvorvidt en skal benytte gantt- eller skråstreksmetodikken til prosjektstyring avhenger av flere faktorer, og da spesielt individuelle preferanser hos dem som skal utøve og gjennomføre planen, samt forhold som er knyttet til prosjektet som skal planlegges.

Den umiddelbare forskjellen på metodikkene er at gantt er aktivitets- og tidsbasert, mens skråstrek er sonebasert. I gantt er det i hovedsak aktivitetene og tidsrommet disse skal utføres i som er i fokus. I skråstrek er i tillegg ”sted”, eller sone, en avgjørende faktor. Selv om det ved bruk av gantt er vanlig med en viss form for inndeling av prosjektet, er dette på langt nær like sterkt i fokus og detaljert som ved bruk av skråstrek, som krever en rigid soneinndeling.

Ved at det planlegges i soner, fremfor innad i en lokasjon (som i gantt), blir det enklere å planlegge og legge til rette for god flyt i arbeidet. Like arbeidsoppgaver blir i skråstrek planlagt som én sammenhengende aktivitet gjennom flere soner, mens de samme arbeidsoppgavene planlegges som flere selvstendige aktiviteter på flere lokasjoner ved bruk av gantt.

Skråstreksmetodikken legger samtidig bedre til rette for å unngå at aktiviteter, eller streker, krysser hverandre. Selv om det i mange tilfeller vil være uproblematisk å la to eller flere lag arbeide samtidig på samme sted, bør en imidlertid foretrekke å unngå dette, da det blir færre konflikter og mindre stopp i arbeidet, som igjen resulterer i bedre flyt i arbeidet. Når aktiviteter planlegges i skråstrek kan en enkelt oppdage slike potensielle konfliktområder, og samtidig foreta justeringer for å optimalisere byggeprosessen.

Ved bruk av skråstreksmetodikken blir flere like arbeidsoppgaver planlagt som én aktivitet. En får da en god oversikt over de ulike aktivitetenes forløp, og kan enkelt eliminere eller redusere unødvendig buffer. I gantt planlegges det langt flere horisontale stolper enn det planlegges streker ved bruk av skråstreksmetodikken. Da det er vanskeligere å se "den store sammenhengen" i gantt, blir det gjerne lagt inn ekstra buffer for å være på den sikre siden, noe som fører til en lengre byggetid en nødvendig.

Ved å benytte skråstreksmetodikken foretas mye av koordineringen på byggeplassen på et tidlig plannivå, da "hva", "når" og "hvor" defineres langt mer detaljert for enhver aktivitet, enn hva tilfellet er ved bruk av gantt. I praksis vil en som regel løse eventuelle konflikter ved gjensidig tilpasning, med jo tidligere og jo mer detaljert planleggingen er, jo mer forutsigbart blir planverket. Skråstreksmetodikkens krav om detaljering er samtidig en fordel med tanke på fremdriftsoppfølging. Da planen forteller nøyaktig hvor et lag til enhver tid skal arbeide, kan en enkelt foreta en fremdriftsstatus ved å undersøke hvor laget i realiteten befinner seg, og deretter sammenlikne planlagt kontra virkelig fremdrift.

For å utnytte de nevnte fordelene ved skråstreksmetodikken er det imidlertid flere faktorer som må tas i betraktning. Hva slags prosjekt som skal planlegges er spesielt avgjørende. Hvis skråstreksmetodikken skal benyttes *må* prosjektet være av en slik karakter at det lar seg soneinndeles på en hensiktsmessig måte. I prinsippet kan de fleste prosjekter soneinndeles, men en slik inndeling er ikke nødvendigvis praktisk gjennomførbar på alle prosjekter. Prosjekter med geografisk gjentakelse og mange enhetlige aktiviteter er eksempler hvor fordelene forbundet med skråstreksmetodikken kan utnyttes. På prosjekter hvor det er lite geografisk gjentakelse eller mange ulike aktiviteter blir det imidlertid vanskelig å planlegge den samme gode flyten. Det påstås imidlertid ikke at gantt løser dette på en bedre måte, men gantt-metodikken er i så måte mer fleksibel enn skråstrek, da den kan benyttes på *alle* prosjekter.

Formidling av fremdriftsplanen er videre en avgjørende faktor for valg av metodikk. For at fremdriftsplan skal være et fungerende verktøy, er det viktig at den er lesbar for dem som skal utøve planen. Da skråstreksmetodikken er relativt ukjent i forhold til gantt, som er den mest benyttede metodikken i byggebransjen, har trolig gantt en stor fordel her.

Eventuell bruk av skråstreksmetodikken anbefales imidlertid ikke for å utarbeide detaljerte hovedfremdriftsplaner. En hovedfremdriftsplan, slik som på Havlimyra, inneholder svært mange aktiviteter, og aktivitetene forbundet med oppstarts- og avslutningsfasen på et prosjekt bør med fordel planlegges i gantt. Bruk av skråstrek kan derimot være svært nyttig for utarbeidelse av faseplaner, som går mer detaljert inn på byggearbeidene som skal utføres, og det er spesielt her de store effektivitetsgevinstene ligger. Så sant prosjektets utforming og karakter tilsier det, vil antakelig en kombinasjon av gantt og skråstrek være en god løsning, hvor gantt benyttes på et overordnet nivå og skråstrek for å planlegge flyten i byggearbeidene.

8 Forslag til videre arbeid

I oppgaven er Havlimyra benyttet som case, og prosjektet preges av gantt-filosofien. Selv om prosjektleder har ”godkjent” en soneinndeling som er benyttet i lean-prosjektet, er denne ikke tatt med ut på byggeplassen. Prosjektet styres etter gantt-planer, og en vet derfor lite om skråstrekens anvendelse i praksis.

For å tilegne seg ytterligere kunnskaper om skråstreksmetodikken, foreslås det derfor å prøve ut metodikken i praksis. Med andre ord å utføre et prosjekt hvor skråstreksmetodikken legges til grunn. En vil da oppleve hvordan en rigid soneinndeling fungerer i praksis, og om det har en effekt med tanke på bedre flyt, mindre stopp i arbeidet, en mer effektiv byggeprosess, etc. Om det lar seg gjøre kan en også forsøke å se om det har en kostnadsbesparende effekt.

Disse effektene kan imidlertid være vanskelig å måle, da en ikke har noe å sammenlikne med. Et alternativ kan dermed være å gjennomføre to separate, men relativt like prosjekter, hvor henholdsvis gantt og skråstrek benyttes på hvert sitt prosjekt.

9 Referanser

- Andersen, B., Veiseth, M., Røstad, C. C., Torp, O., & Austend, K. (2004). *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen: Problemområder og tiltak*. Trondheim: SINTEF Teknologiledelse. Tilgjengelig på:
http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/fouprosj/prosess/10349_Rapport_ProduktivitetLogistikkiBA.pdf
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner system of production control*. The University of Birmingham, Birmingham (pensum i faget IND 501, høstsemester 2008)
- Bertelsen, S. (2003). *Louise – en beretning om trimmet byggeri* (1. utgave, 2. opplag). NIRAS.
- Blokdijk, G. (2007). *Project Management 100 Success Secrets*. Lulu.com. Tilgjengelig på:
<http://books.google.com/books?id=dgB-QWHlnrUC&pg=PA63&dq=isbn:0980459907&hl=no#PPA76,M1>.
- Buskenes, N. (2001). *Praktisk prosjektstyring*. PTL (håndbok). Tilgjengelig på:
http://pps.ptl.no/teori/Handbok_Praktisk%20prosjektstyring.pdf.
- Forss, A., & Norberg, H. (2006). *4D CAD och Line of Balance för effektivt betongbyggande*. Luleå tekniska universitet, Luleå. Tilgjengelig på: <http://epubl.luth.se/1402-1617/2006/021/LTU-EX-06021-SE.pdf>
- Grover, D. (2002). *Graphical Project Planning Techniques: An Overview of Gantt, PERT, and CPM Charts*. Michigan State University, Michigan. Tilgjengelig på:
<http://www.soton.ac.uk/~jps7/Aircraft%20Design%20Resources/project%20management/ganttv1.pdf>
- Hiller, F. (2005). *Introduction to Operations Research* (8. utgave). McGraw-Hill. Online Learning Center, Chapter 22: Project Management with PERT/CPM. Tilgjengelig på:
http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0073017795/161272/hil61217_ch22.pdf
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Kristoffersen, L. (2004). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utgave). Oslo: Abstrakt forlag.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J., & Thorstensen, R. T. (2009, 04). Implementation of Last Planner in a medium-sized construction site. Upublisert paper.

- Kankainen, J., & Seppänen O. (2003). A Line-of-Balance based schedule planning and control system. *IGLC-11, International Group for Lean Construction, 11th Conference*, Virginia, USA.
- Kenley, R. (2004). Project micromanagement: practical site planning and management of work flow. *IGLC-12, International Group for Lean Construction, 12th Conference*, Helsingør, Danmark. Tilgjengelig på:
http://www.iglc2004.dk/_root/media/13071_057-kenley-final.pdf.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University, California. Tilgjengelig på: <http://www.leanconstruction.org/pdf/Koskela-TR72.pdf>
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Helsinki: VTT. Tilgjengelig på:
<http://www.leanconstruction.org/pdf/P408.pdf>
- Larsen, J. (2004). *Prosjektplanlegging og oppfølging*. Høgskolen i Sør-Trøndelag, Stiftelsen TISIP. Tilgjengelig på: <http://aitel.hist.no/fag/it1/prs/leksjon04.pdf>
- Lewis, J. P. (2005). *Project planning, scheduling, and control: a hands-on guide to bringing projects in on time and on budget* (4. utgave). McGraw-Hill Professional.
- Mendes, R. Jr., & Heineck, L. F. M. (1998). Preplanning method for multi-story building construction using Line of Balance. *IGLC-6, International Group for Lean Construction, 6th Conference*, Guarujá, Brasil.
- Morris, P. W. G. (1997). *The Management of projects* (Illustrated). Thomas Telford.
Tilgjengelig på:
<http://books.google.com/books?id=5ekyoWaeZ1UC&pg=PA213&dq=isbn:0727725939&hl=no#PPA15,M1>.
- NetoAlvarez, S. J. (2003). *Project management failure: Main causes*. Bowie State University, Maryland (Europa). Tilgjengelig på:
<http://faculty.ed.umuc.edu/~meinkej/inss690/netoalvarez.pdf>
- Nielsen, A. S., & Kristensen, E. L. (2002). *Paper 3: Lean Construction*. Del av hovedoppgave, Aalborg Universitet, Aalborg.
- Rosenow, V. (2002). *The Principal-Agent Theory*. Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Magdeburg. Tilgjengelig på: <http://www-e.uni-magdeburg.de/sturafwu/studium/unicert/015.pdf>

- Seppänen, O., & Aalto, E. (2004). A Case Study of Line Of Balance Based Schedule Planning and Control System. *IGLC-13, International Group for Lean Construction, 13th Conference*, Sydney, Australia, (ss. 271-279).
- Seppänen, O., & Kankainen, J. (2004). Empirical research on deviations in production and current state of project control. I Bertelsen, S., & Formoso, C.T. (Red.), *IGLC-12, International Group for Lean Construction, 12th Conference*, Helsingør, Danmark, (ss. 206-219).
- Thompson, J. D. (1967). *Organizations In Action*. New York: McGraw-Hill.
Tilgjengelig på:
[http://cobix.cob.sjsu.edu/php/rodan_s/en1169a/Thompson,%20J%20D%20\(1967\).%20Organizations%20in%20Action.%20New%20York,%20McGraw-Hill..pdf](http://cobix.cob.sjsu.edu/php/rodan_s/en1169a/Thompson,%20J%20D%20(1967).%20Organizations%20in%20Action.%20New%20York,%20McGraw-Hill..pdf)
- Thompson, J. D., Zald, M. N., & Scott, W. R. (2003). *Organizations in action: social science based of administrative theory*. Transaction Publishers. Tilgjengelig på:
http://books.google.no/books?id=aLhk04GY2acC&pg=PA40&lpg=PA40&dq=thompson+%22long+linked%22&source=bl&ots=AHQMARlgKa&sig=Woemu8bWoKyA1bknRZKIhPikJwg&hl=no&ei=lfb2ScK2MoKw-QbWr42vDw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#PPP1,M1
- Turner, J. R. (2009). *The Handbook of Project Based Management: leading strategic change in organizations* (3. utgave). McGraw-Hill Professional.
- Wilson, D. (2007). *Implementering av LP-modellen: En casestudie*. Publisert masteroppgave, Høgskolen i Hedmark.
- Yaowu, W., & Quingpeng, M. (2008). *Research on construction control based LOB for virtual construction*. School of Management, Harbin, Kina. Tilgjengelig på:
<http://www.tbher.org/index.php/bher/article/viewFile/11/6>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods* (3. utgave). SAGE.
- (I tillegg er informasjon tilgjengelig via Skanskas intranett benyttet i oppgaven).

10 Vedlegg

Oversikt over oppgavens vedlegg:

Vedlegg 1: Notat fra møte med Helge Svee, Skanska Norge AS

Vedlegg 2: Notat fra møte med Geir Pedersen, Skanska Norge AS

Vedlegg 3: Gantt-diagram; gjeldende faseplan for skolen (A3-format)

Vedlegg 4: Skråstreksdiagram; faseplan for skolen, den opprinnelige, januar 09 (A3-format)

Vedlegg 5: Skråstreksdiagram; faseplan for skolen, gjeldende plan, april 09 (A3-format)

Vedlegg 6: Skråstreksdiagram; faseplan for skolen, alternativt planforslag (A3-format)

VEDLEGG 1

Notat fra møte med Helge Svee, Skanska Norge AS

Tid: 23.04.09 – kl. 09:00-12:00 (inkludert omvisning på byggeplass)
Sted: Lambertseter Miljøsentert (anleggskontoret), Oslo
Tilstede: Helge Svee, planlegger i Skanska Norge AS
Eivind Eikeland, student UiA

Hensikten med notatet er å kort gjengi inntrykkene og informasjonen jeg sitter igjen med etter møtet.

Kort om prosjektet:

Lambertseter Miljøsentert ligger i bydelen Lambertseter i Oslo, og oppføres for OBOS med Skanska som totalentreprenør. Utbyggingen består av et kjøpesentert, parkering, ombygging av eksisterende kino og bibliotek, samt bygging av ny gangvei over T-banen (totalt ca 42.000 m²). Nybygget har 6 etasjer, hvor 1E og 2E vil bli butikker, og resterende (inkludert tak) blir parkering (totalt 750 p-plasser). Kinobygningen "Gamle Symra" blir bevart, men det skal bygges to nye THX-kinosaler i eksisterende sal. På østsiden av kinoen bygges et glasshus over to etasjer hvor Deichmanske bibliotek skal inn. Et eksisterende COOP-bygg beholdes, men bygges om til forretninger (og blir en del av kjøpesentert). Ny gangvei over T-banen vil gi direkte adkomst fra perrongen til sentert. Kontraktsverdien er 478 mill, og prosjektstart var i 2008, med ferdigstillelse i 2010 (informasjonen er delvis hentet fra www.skanska.no).

Refleksjoner:

Helge Svee har jobbet i Skanska siden 1995, og drevet med planlegging siden 98-99. På Lambertseter Miljøsentert har han ansvaret for fremdriftsplanlegging og –oppfølging. Som planlegger i Skanska har han vært med på mange ulike prosjekter, både bygg og anlegg. Det er i hovedsak på bakgrunn av prosjektplanlegging på prosjekter for offshore-kunder han har

utviklet seg som planlegger og fått nye impulser. I offshore-bransjen er det generelt sett langt mer press enn i byggenæringen for øvrig.

Svee benytter gantt-metodikken, og fortrinnsvis programmet *Primavera*. I tillegg benytter han på enkelte prosjekter *Safran* eller *Microsoft Project*. Primavera er etter hans mening det desidert beste programmet, med flest funksjoner og muligheter. Den største forskjellen på Primavera og Safran, i forhold til Microsoft Project, er at disse tar vare på historiske data.

Som grunnlag for prosjektplanleggingen benyttes kalkylen og budsjettet for alt det er verd. Her hentes stort sett all nødvendig informasjon om de ulike aktivitetene, slik som ressurser, mengder, timeverk, og lignende. I tillegg er han en erfaren planlegger, og erfaringer fra tidligere prosjekter spiller også en viktig rolle i fremdriftsplanleggingen (først og fremst på egenproduksjon).

For å kunne sette opp en fornuftig hovedfremdriftsplan har han i tillegg møter med UE'ene, hvor disse fremmer forslag til egen fremdrift (innenfor gitte tidsramme). Dette blir deretter diskutert, og eventuelt justert, slik at det blir "godkjent" og lagt inn i hovedfremdriftsplanen. Svee benytter en avansert planleggingsmetodikk, og planene inneholder svært mye informasjon. Han starter med det grunnleggende, men tilfører daglig mer informasjon til de ulike aktivitetene. Dette for å få en mer realistisk plan. I tillegg legges det inn avhengigheter for å skape et logisk nettverk.

Hver partallsuke leverer UE'ene statusrapporter, og når det gjelder egenproduksjonen tar Svee selv denne statusoppdateringen.

På bakgrunn av denne informasjonen tar han en "cut-off" (oppdatering) én gang i måneden. Det ble poengtert opptil flere ganger at det er viktig å ikke tenke hvor mye av en aktivitet som er fullført, men hvor mye av aktiviteten som gjenstår, med andre ord aktivitetens ferdiggrad. Et eksempel: Hvis det skal monteres 10 søyler, og etter halve tiden er 5 av disse montert. Dette betyr ikke nødvendigvis at aktivitetens er 50 % fullført. Hvis eksempelvis 3 av disse søylene er plassert i hjørner, eller andre steder med dårlig tilkomst, vil det antakelig ta lengre tid å montere disse enn de øvrige. Dermed er aktivitetens ferdiggrad lavere enn 50 %. Han benytter imidlertid ikke prosenttall – men gjenstående varighet.

Fremdriften kontrolleres i forhold til hovedfremdriftsplanen, men han benytter også s-kurver. Det kan gjerne være vanskelig å trekke riktige konklusjoner ut fra et gantt-diagram med eksempelvis 1000 aktiviteter. Det er da langt enklere å ”mate” informasjonen inn i et diagram med s-kurver. Da ser en enkelt om kurven for faktisk fremdrift på byggeplassen ligger over eller under planlagt fremdrift. Hvis kurven for faktisk fremdrift ligger under kurven for planlagt fremdrift er aktivitetens fremdrift for dårlig. I motsatt tilfelle ligger en foran skjema.

Hvis fremdriften er for dårlig må en bemanne opp, eventuelt gjøre endringer (forsere eller forskyve). Å forsere er vanlig. Med all informasjonen som ligger i planen holder han også kontroll på bemanningen. Hvis en eksempelvis må sette inn 10 fagarbeidere for å ferdigstille en aktivitet til gitt sluttdato, vil han få informasjon om hvordan dette virker inn på den økonomiske biten. Det er også vanlig å forskyve aktiviteter, men han endrer *aldri* baseline. Denne vil alltid vises i planen, men i så fall som en tynnere sort strek. En forskyvning kan i verste fall få store konsekvenser for prosjektets videre gang, og det må da gjøres andre endringer som ikke fører til forsinkelse på (eksempelvis) prosjektets ferdigstillelsesdato.

Svee har også vært borti risikoanalyse av fremdriftsplaner, men da på et overordnet nivå. En får da informasjon om prosjektets ”korteste tid”, ”mest sannsynlig tid” og ”verste tid”. Dette benyttes for å se om planen rett og slett er gjennomførbar innenfor den gitte tidsperioden. Han fortalte om en slik analyse han hadde gjort på en liten bro. Prosjektlederen så på dette som en enkel sak, og anslo en byggetid på 2 uker. Ved å kjøre en risikoanalyse fant han ut at det ”mest sannsynlig” ville ta 8 uker å ferdigstille broen, med den gitte bemanningen. Skulle en bygge broa på 2 uker måtte en bemanne opp med ca 60 personer. Dette er et godt eksempel på hvor nyttig slike analyser kan være (selv om det kan stille spørsmålstegn ved prosjektlederens ”avgjørelse”).

Svee har ingenting imot skråstreksplanlegging, og han ser fordelen med metodikken på enkelte typer prosjekter, slik som ved bygging av broer og tunneller. I tillegg ser han at skråstrek kan være nyttig på for eksempel planlegging av fasader, men da på et overordnet nivå. Han ønsker imidlertid *ikke* å benytte denne metodikken, blant annet fordi en mister 3-dimensjonaliteten. Suksessen Skanska har hatt i Finland mener han er mye på grunn av tradisjon for skråstreksplanlegging. I tillegg er det slik at ”alle” benytter gantt, og det er derfor lite hensiktsmessig å benytte skråstrek. Han ser også for seg at det kan være vanskelig å få de

eldre (som er vant til gantt) til å ta i bruk metodikken.

Generelt for planlegging mener han imidlertid at det ikke er så viktig med hvilket verktøy som benyttes, men hvordan den visuelle biten er. I tillegg er det viktig at den som har ansvaret for planen selv er fornøyd med praksisen som benyttes, slik at en selv har kontroll. At en selv har full kontroll er nøkkelen til suksess.

Eivind Eikeland

27.04.09

VEDLEGG 2

Notat fra møte med Geir Pedersen, Skanska Norge AS

Tid: 23.04.09 – kl. 13:30-15:30
Sted: Tjuvholmen (anleggskontoret), Oslo
Tilstede: Geir Pedersen, produksjonsutvikler/planlegger i Skanska Norge AS
Eivind Eikeland, student UiA

Hensikten med notatet er å kort gjengi inntrykkene og informasjonen jeg sitter igjen med etter møtet (NB: dette notatet må leses etter; Notat fra møte med Helge Svee).

Kort om prosjektet:

På Tjuvholmen i Oslo bygger og utvikler Skanska undervannsparkering. Prosjektet er unikt, da det aldri før er bygget et slikt anlegg. Flere parkerings-”kasser” bygges i dokk i Fredrikstad og slepes deretter til Tjuvholmen. Kassene senkes ned under vann og peles til havbunnen. På taket av undervannsparkeringen får Oslo titusener av kvadratmeter til boliger og kontorer, og prosjektet utgjør en betydelig del av tomtearealet på Tjuvholmen. Prosjektstart var i 2007, ferdigstilling er i 2012, og kontraktsverdien er 780 mill (informasjonen er delvis hentet fra www.skanska.no).

Refleksjoner:

Geir Pedersen har hovedansvaret for hovedfremdriftsplanen på Tjuvholmen. Oppbyggingen av hovedfremdriftsplan foregår tilnærmet på samme grunnlag som hans kollega i Skanska, Helge Svee, benytter. Det er i korte trekk på bakgrunn av kalkylen, budsjettet, møter med involverte aktører, samt erfaringer. Når det gjelder UE’ene gis disse som oftest en plan/tidsramme, og må planlegge sine aktiviteter på bakgrunn av dette.

Ved planlegging foregår dette på et relativt overordnet nivå. Han tenker eksempelvis ikke på

hvor de forskjellige lagene til enhver tid befinner seg. Hvis det skal støpes 10 peler blir ”hans” jobb å fordele varighet på de ulike støpene. Hvor de forskjellige legene til enhver tid skal befinne seg avgjøres imidlertid på ukesplan-nivå. Størrelsen på lagene blir gjerne bestemt ut i fra de ulike arbeidsoppgavene. Slik som et støpelag; en planlegger gjerne med faste sykluser, slik at laget er akkurat så stort at det får gjort ferdig alt fra forskaling, jernbinding og selve støpen, slik at det kan stå til herding over helgen.

Pedersen benytter gantt-planlegging. Han har vært borti skråstreksplanlegging, men foretrekker ikke denne metodikken. Han har til og med gjort et forsøk på å utarbeide en skråstreksplan for deler av Tjuvholmen-prosjektet, men dette viste seg å fungere svært dårlig (han kunne dessverre ikke finne dette dokumentet). Som planleggingsverktøy benytter han *Primavera*, og mener dette er det desidert beste gantt-planleggingsverktøyet. Han hevder imidlertid at det ikke er opp til selve verktøyet for å utarbeide en god plan – men fellesskapet og tilgang på den riktige informasjonen.

Når det gjelder fremdriftsoppfølging har Pedersen, gjennom mange år som planlegger, ”utviklet” en egen metode for dette. Han har laget egne excell-ark som tilpasses det aktuelle prosjektet, og benytter disse for all oppfølging. Begrepet *ferdiggrad* er viktig å bemerke seg. Excell-arkene benyttes for å regne ut ferdiggraden, og dette kan gå på antall enheter, timeverk, akkordtimer, og lignende. Hver mandag tar han selv en runde på plassen og ”teller” hvor mange enheter eller seksjoner som ble produsert forrige uke, og/eller han registrerer timeverkene for å følge opp ferdiggraden. I tillegg til ferdiggrad benytter han *s-kurver* for å følge opp fremdriften. Kurvene er meget godt egnet for å gi signaler om hvordan fremdriften på byggeplassen faktisk er, og det er enkelt å lese av diagrammet når ”lampene lyser rødt”. Basisen for s-kurvene er ”ferdiggrad timeverk”.

Han bruker altså stort sett excell for å kartlegge den faktiske fremdriften, for deretter å plote dette inn i gantt-diagrammet. Hver måned kjører han såkalte baseline-oppdateringer (cut-off), og enkelte aktiviteter blir eventuelt justert.

Da aktivitetene er bygd opp som et logisk nettverk (altså med avhengigheter) kan det hende at en slik baseline-oppdatering kan gå ut over viktige milepæler, eller i verste fall prosjektets sluttdato. Det må da iverksettes tiltak, og da som oftest forsering eller omprioritering av

aktiviteter.

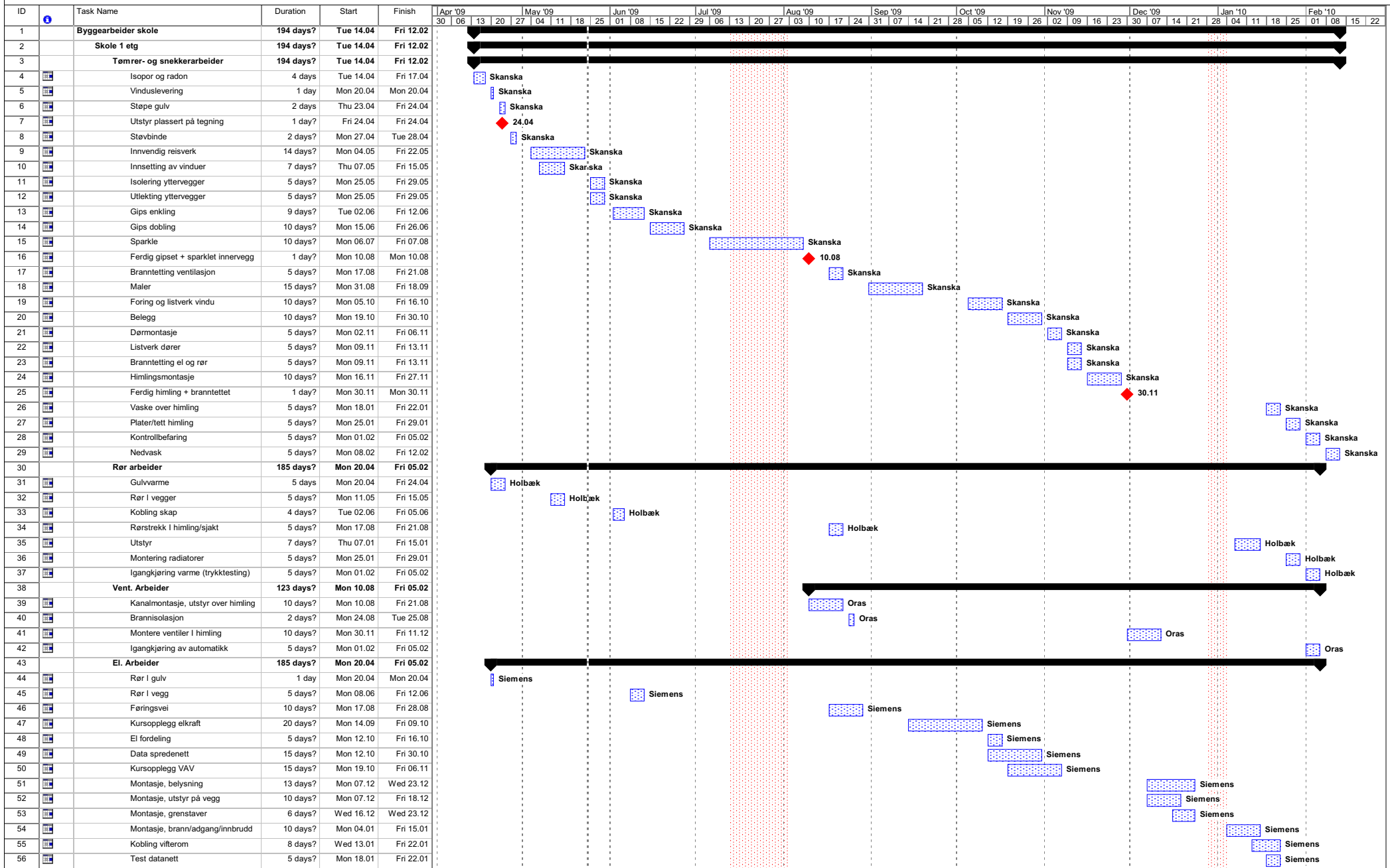
Slike aktivitets-forskyvninger er imidlertid ikke uvanlig. Noe som derimot er mer uvanlig er en revisjon av hovedfremdriftsplanen. Dette er et drastisk grep, og bør bare foretas hvis en absolutt *må*. På Tjuvholmen er faktisk en slik revisjon foretatt 2 ganger. Dette da det oppstod uforutsette problemer med grunnforholdene. Da pelene til to av kassene (kasse 1 og 4) skulle borres ned, begynte grunnen å synke. En fant ut at arbeidene lagde en spesiell frekvens som fikk grunnen til å bevege seg, og en måtte gå over til en ny borrefrekvens.

Et prosjekt er altså avhengig av kontinuerlig oppfølging. Dette gjelder ikke bare for den daglige driften, men også for å kunne sette opp innkjøps-, betalings- og bemanningsplaner. Her er en inne på den økonomiske biten – noe som er svært viktig. I prinsippet er det slik at ”jo bedre planlegging – jo bedre økonomi”.

Eivind Eikeland

27.04.09

VEDLEGG 3

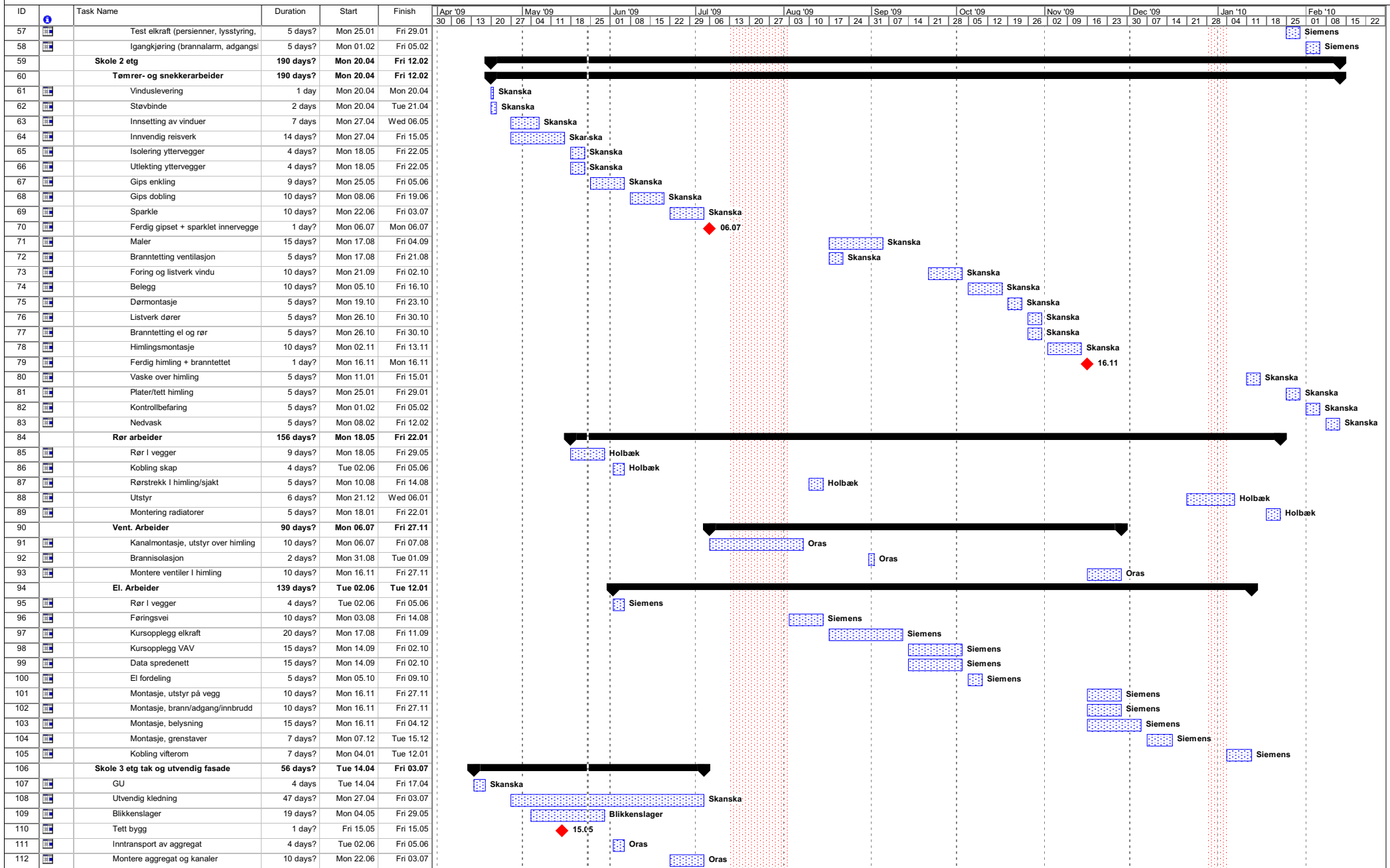


Project: Bakoverplanlegging_Skolen
Date: Sun 24.05

Task Progress Summary External Tasks Deadline

Split Milestone Project Summary External Milestone

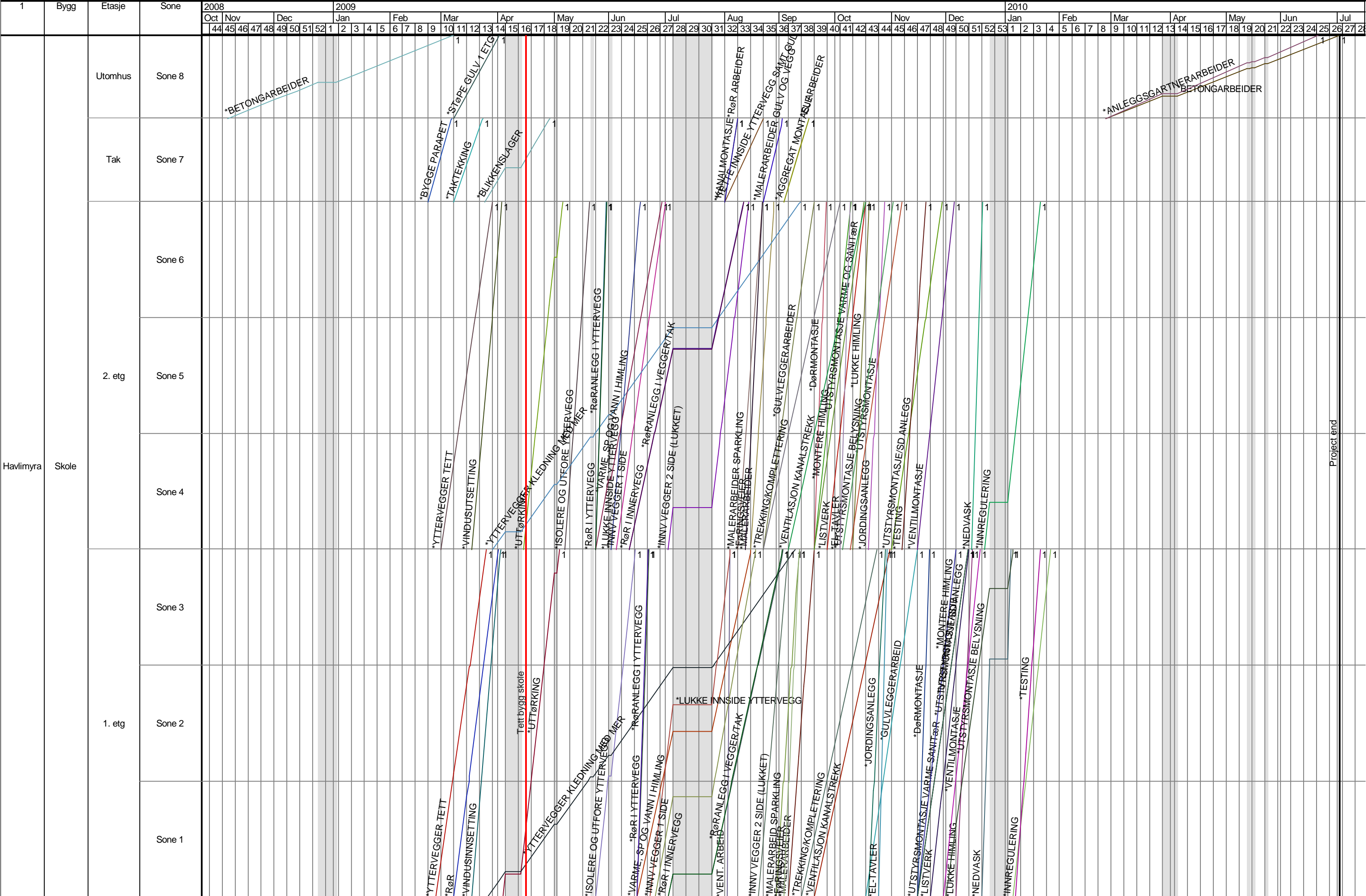
VEDLEGG 3



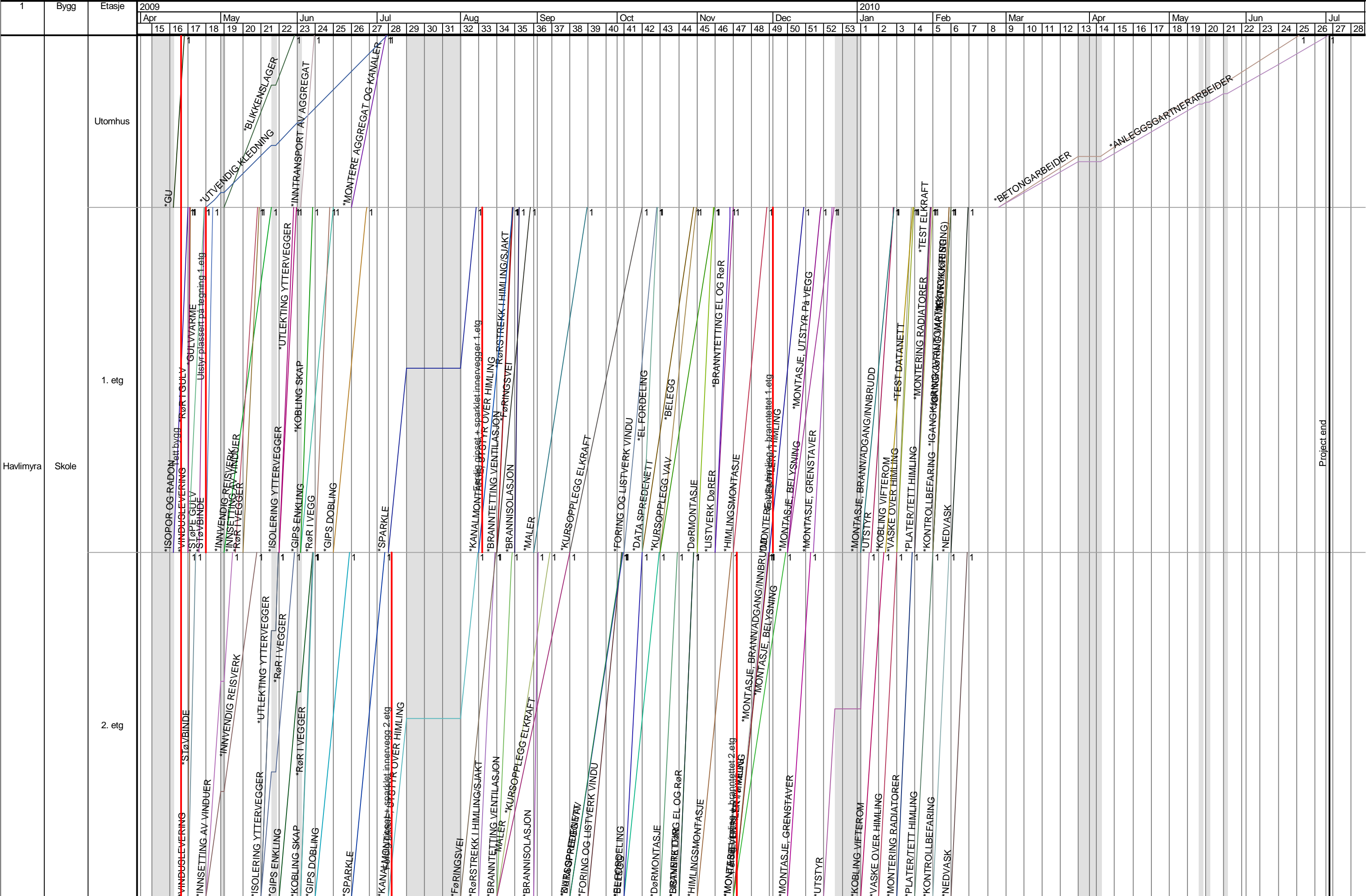
Project: Bakoverplanlegging_Skolen
Date: Sun 24.05

Task Progress Summary External Tasks Deadline

Split Milestone Project Summary External Milestone

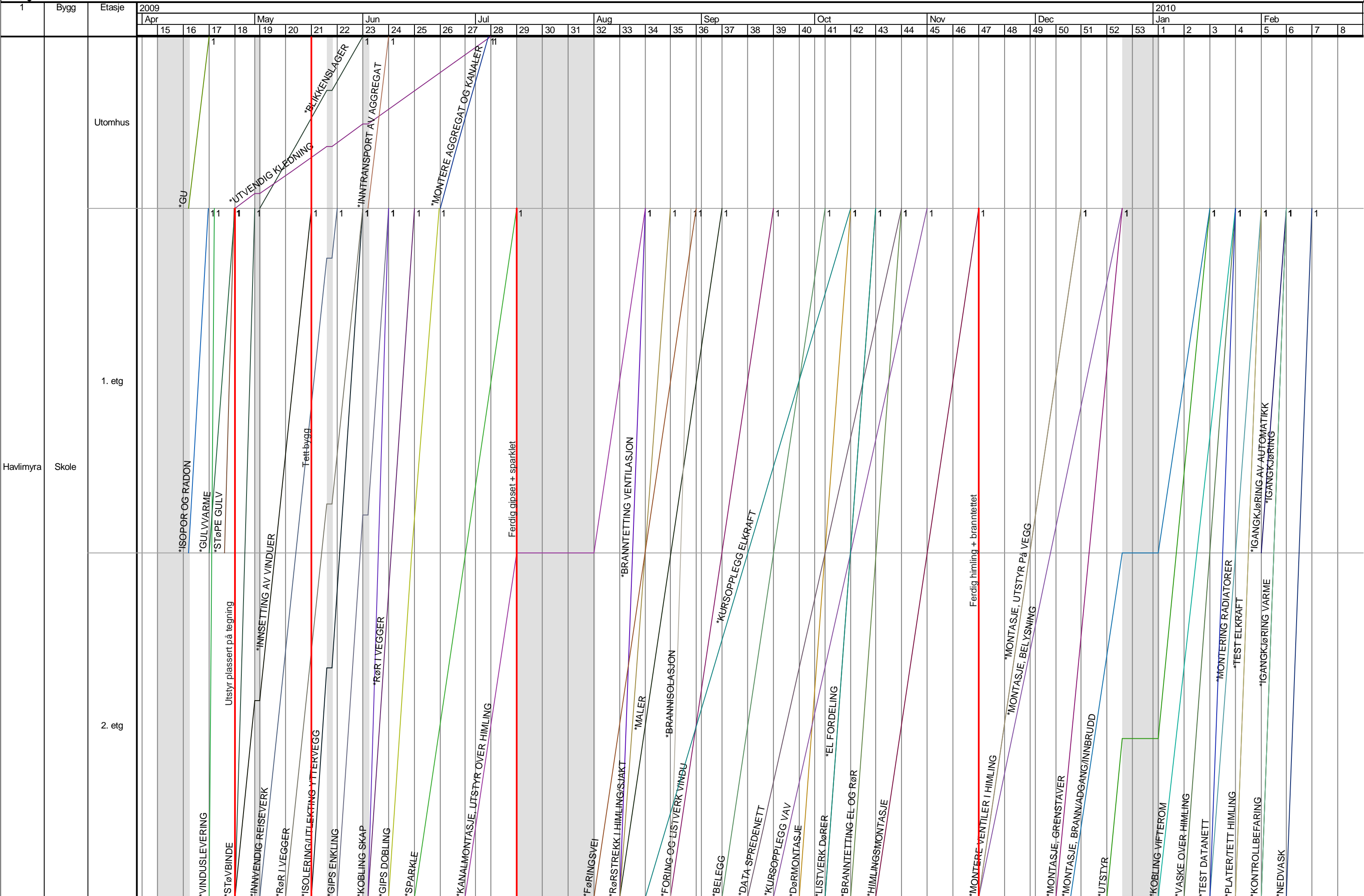


Design mode



Design mode

Manager: 1



Target Plan: ——— Actual: Forecast: - - - -

Design mode