Terminplanlegging

PLANLEGGING

- *"Prosess som skal forberede en handling før denne foretaes eller settes igang " (Skare)*
- *Planleggingsprosessen kan deles i 5 trinn :*

STRATEGISK PLANLEGGING

- ✓ 1 Bestemme hva man ønsker (målsetting)
- ✓ 2 Hvordan komme dit

UTVIKLINGS PLANLEGGING

- ✓ 3 Hvilke type og mengde av ressurser trengs
- ✓ 4 Organisatoriske mål

Operativ PLANLEGGING

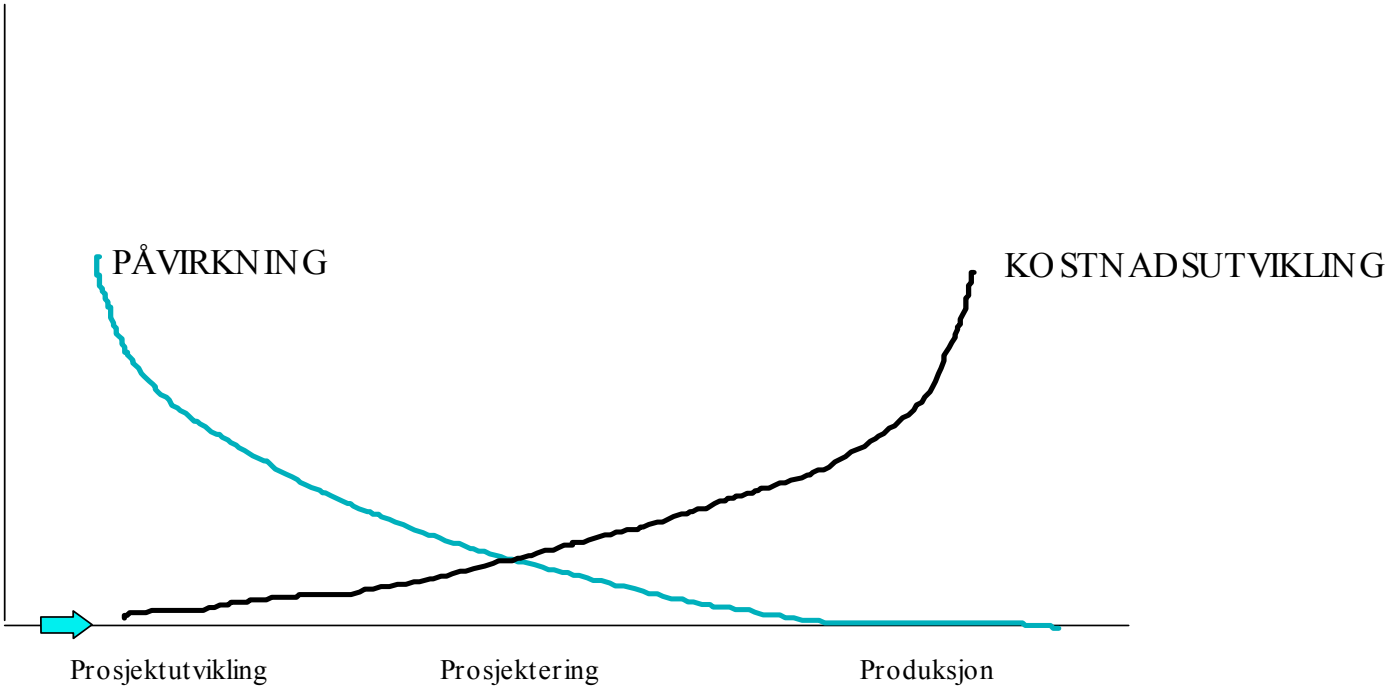
- ✓ 5 Gjennomføring og kontroll av plan og beslutninger

- **HVORFOR PLANLEGGE**
  - fremtiden ikke lik fortiden
  - begrensede ressurser
  - feedback og kontroll
  - dagens beslutninger har betydning for fremtiden
  - samordning
  - retningslinjer for aktiviteten



BEDRE BESLUTNINGER I MORGEN

Påvirkningsmulighet og kostnadsutvikling



Hvorfor planlegge?

- Tidsplan
  - leveringstidspunkter
  - styrende for alle aktører i prosjektet
- Ressursplan
  - de rette ressurser til riktig tid
  - langsiktig bemanningsplanlegging
  - bedre effektivitet og ressursutnyttelse

Hvorfor planlegge?

- Kostnadsstyring
  - kontinuerlig sammenligning av inntekter og utgifter
  - styring av kontantstrøm
- Bedre lønnsomhet
  - reduksjon av overtid
  - ferdig i rett tid
- Endringer
  - Påvise konsekvenser av endringer i form av tid, kostnad og arbeidsomfang

Planlegging er en optimaliseringsprosess for å sikre :

- ✓ gjennomføring til lavest mulig kostnad
- ✓ gjennomføring innen fastsatt tidsramme
- ✓ gjennomføring med tilgjengelige ressurser
- ✓ gjennomføring til fastsatt kvalitet

➡ Planleggingsprosessen kan deles i følgende hovedtrinn :

- ✓ Fastsette mål
- ✓ Definere prosjektets struktur - få oversikt
- ✓ Evaluere og beskrive oppgaven - detaljering
- ✓ Evaluering av tid
- ✓ Vurdere ressursbehov
- ✓ Tilpasning av aktiviteter og ressurser
- ✓ Prosjektbudsjett

BEGREP INNEN TERMINPLANLEGGING

AKTIVITET : en definert og avgrenset arbeidsoppgave
En AKTIVITET må ha
- angitt start og slutt
- definert arbeidsomfang
- kunne tilordnes en ansvarlig person/org. enhet
- ha betydning for planen

MILEPEL : Tidspunkt eller hendelse som er knyttet til fysisk ferdigstillelse og som ved oppnåelse 'utløser' nye oppgaver.

HENDELSE : det tidspunkt hvor en aktivitet starter eller slutter.

En termin plan kan presenteres som
- **Gannt diagram**
- **Nettverk**

Tidsplanlegging

- Planlegging uten nettverk
  - Aktivitetsplanlegging med start/ ferdig datoer
  - Ressurser, kostnader og fremdrift mot hver aktivitet
  - Ingen logikk
  - Ingen analyse av forventet slutt
- Planlegging med nettverk
  - Logisk avhengighet mellom aktivitetene

GANNT DIAGRAM

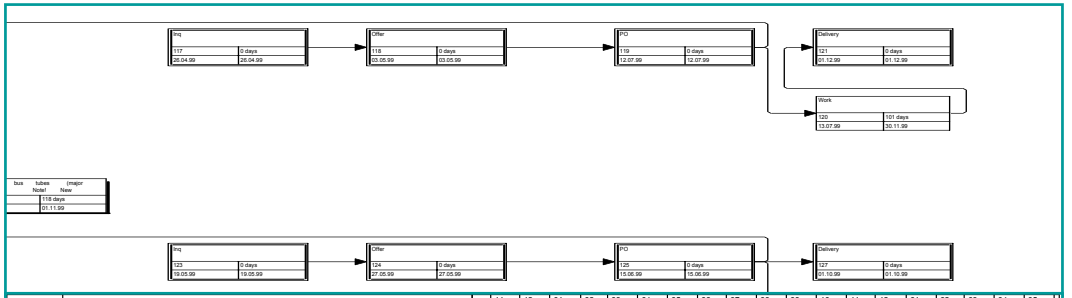
- ✓ **Fordeler :**
- ✓ Grafisk måte å vise aktiviteter spredt i tid i form av stolper paralellt med en tidsakse
- ✓ Diagrammet kalles også 'barchart'
- ✓ Rask å lage, lett å forstå
- ✓ Plasserer aktivitetene rett i tid ift. hverandre og kalenderen
- ✓ Gir visuell kommunikasjon og god presentasjonsform
  - ✗ **Ulemper :**
  - ✗ Viser status på et bestemt tidspunkt - begrenset gyldighet i tid
  - ✗ Vanskelig å vise avhengigheter mellom flere aktiviteter
  - ✗ Revisjoner fører ofte til at hele planen må tegnes på nytt

Nettverksplan

- Kjennetegn
  - Planen etableres med aktiviteter, varighet og avhengighet
  - Må analyseres for å finne start/ ferdig tidspunkt
  - Presenteres som Gannt-skjema eller logisk nettverksdiagram
- Fordeler:
  - Beregner forventet start/ ferdig og kritisk vei
  - Gir ‘automatisk’ konsekvenser av endringer
- Ulemper
  - Arbeidskrevende å etablere
  - Kan bli uoversiktlig

Tidsplanlegging

Nettverk/ tidsplan



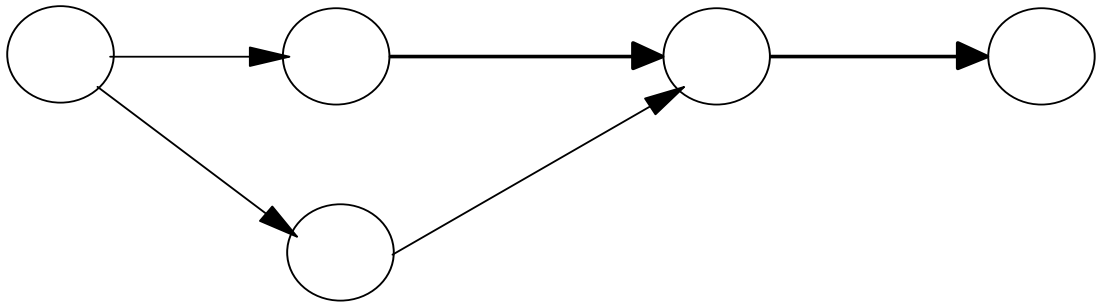
WBS	Task Name
1	**CMSA Expansion Project: Electrode Holder System**
1.2	**Preliminaries and Project Management**
1.2.1	**Indirect Manhours**
1.3	**Engineering**
1.3.1	**General**
1.3.1.1	Planning document
1.3.1.11	List of major subcontractors
1.3.1.2	Design capacities, Outline dim. And foundations diagram (DP-01)
1.3.1.10	Design Load
1.3.1.4	Complete data sheet: Component description
1.3.1.3	Electrical insulation arr.
1.3.1.9	Vendor's P&ID's
1.3.1.8	Welding procedures
1.3.1.5	List of recom. spare parts for 2 years operation (with prices)
1.3.1.7	List of special tools
1.3.1.6	Lubrications instructions and schedules
1.3.2	**Electrode Holder**
1.3.2.2	Electrode Holder, Assembly drawings (DP-02)
1.3.2.1	Electrode Holder, Design input to procurement
1.3.2.3	Electrode Holder, Detailed drawings (DP-03)
1.3.2.4	Electrode Holder, Equipment specifications (DP-7)
1.3.2.5	Electrode Holder, Manuals
1.3.3	**Slipping Devices**
1.3.3.2	Slipping Devices, Assembly drawings (DP-02)
1.3.3.1	Slipping Devices, Design input to procurement

Nettverksplanlegging

- Fordeler ved nettverksplanlegging :
  - Gir god kunnskap om prosjektet på et tidlig stadium
  - Problemområder identifiseres
  - Godt redskap for konsekvensanalyser
  - Raskt å replanlegge
- Nettverksteknikken benyttes først og fremst for å få svar på :
  - Når kan prosjektet være fullført
  - Hvilke aktiviteter påvirker prosjektets sluttdato
  - Hvilke ressurser behøves
  - Hva er konsekvensene av bestemte endringer i en aktivitets varighet, start- eller sluttdato
- Nettverket visualiserer de logiske bindingene mellom aktivitetene, og benyttes for å systematisere og strukturere alle oppgavene som må gjennomføres for å nå prosjektets mål
- De to første nettverksteknikkene så dagens lys på 50-tallet
  - PERT (Programme Evaluation and Review Technique) - stokastisk anslag av varighet
  - CPM (Critical Path Method) - deterministisk anslag av varighet
- To typer nettverk anvender CPM
  - AOA - Activity on Arch - Hendelsesorientert
  - AON - Activity on Node - Aktivitetsorientert

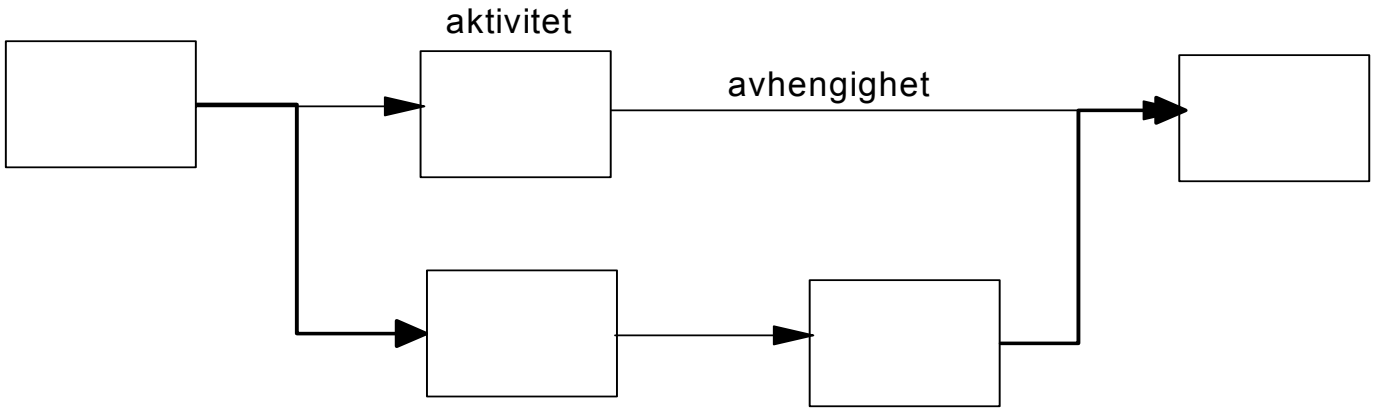
Hendelsesorientert nettverk

- Pilnettverk, der linjene er aktiviteter og knutepunktene er hendelser
  - Hendelsen/milepelen representerer start eller slutt på en aktivitet og tegnes som en sirkel
  - Aktiviteten indikeres som en linje, og tegnes i utstrekning iht. aktivitetens varighet
  - Tegnes i tidsskalert diagram
  - Raskt å replanlegge
- Eks. på enkelt pilnettverk (AOA nettverk) :



Aktivitetsorientert nettverk

- Bruker aktivitetenes start- og slutt datoer som referanse
- Aktivitetene representert som knutepunkter (tegnes som bokser)
- Linjene viser rekkefølgerelasjonene eller avhengighetene mellom aktivitetene
- Den mest anvendte nettverksform
- Eks. på enkelt AON nettverk :

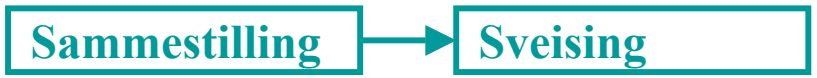


Praktisk Nettverksplanlegging

- Oppdeling av aktivitetene :
  - Aktiviteten bør kunne gjennomføres uten at den teknologisk sett må avbrytes
  - En aktivitet bør ikke spenne over flere ansvarsområder (budsjettansvarlige)
  - Aktivitetene må ha en slik detaljeringsgrad at prosjektet kan styres
  - Aktivitetsteksten bør være kort og beskrivende
- Aktiviteten skal ha :
  - Varighet (basert på statistikk, tidsstudier, erfaring, standarddata)
  - Ressursbehov (time/kost estimat)
- Avhengigheten kan være :
  - Teknologisk : en aktivitet må være ferdig fordi den danner teknologisk grunnlag for neste aktivitet (grave grøft, legge rør)
  - Produksjonsteknisk : rekkefølge bestemt av den prod. tekn. beste løsning (asfaltere begge fortau mens maskinene er på plass)
  - Sikkerhetsmessig : rekkefølge bestemt av sikkerhetsmessige årsaker (sette opp gjerde før grøften graves

Avhengighetstyper

- Ferdig til Start (FS)



- Start til Start (SS)



- Ferdig til Ferdig (FF)



- Start til Ferdig (SF)



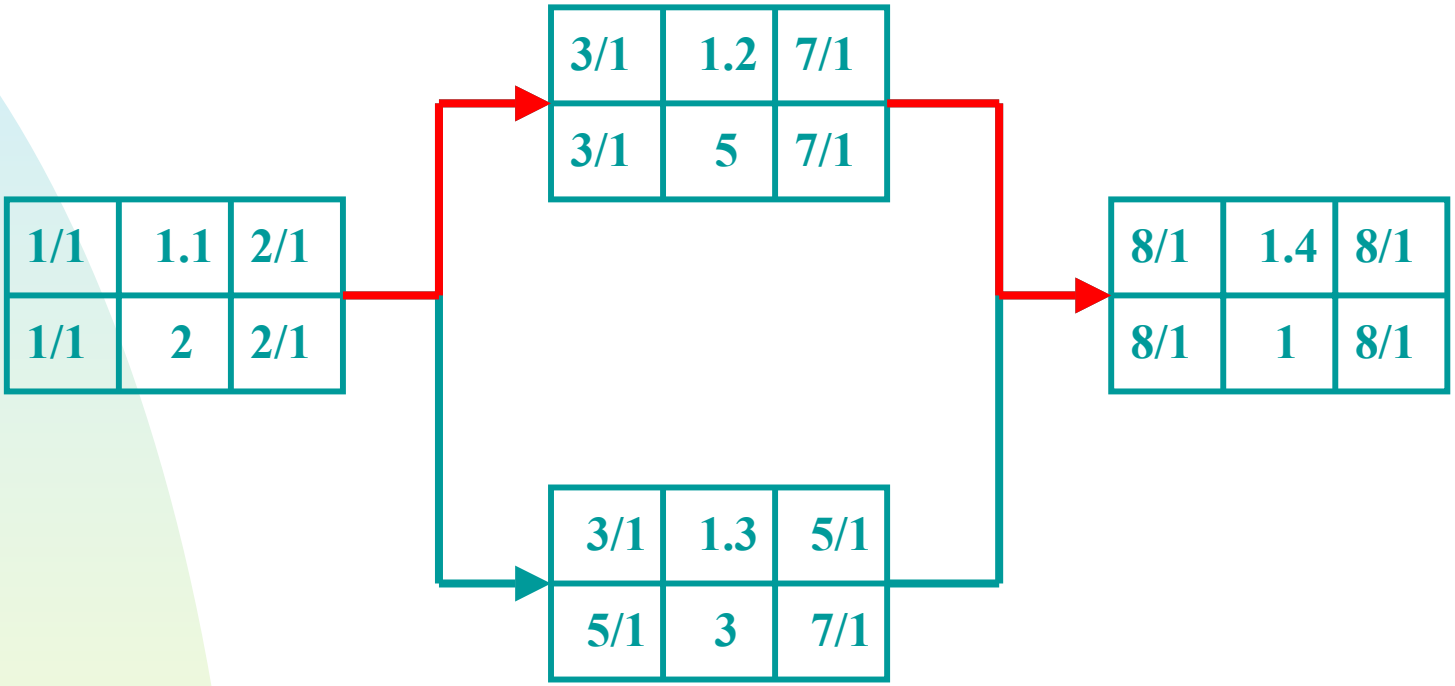
Resultater av nettverksanalysen (AON nettverk)

- Tidligste start (ES - early start)
  - tidligste tidspunkt en aktivitet kan starte
- Tidligste slutt (EF - early finish)
  - Tidligste tidspunkt en aktivitet kan ferdigstilles
- Seneste Start (LS -Late start)
  - Seneste tidspunkt en aktivitet kan starte uten å forsinke prosjektet
- Seneste slutt (LF - Late Finish)
  - Seneste tidspunkt en aktivitet kan slutte uten å forsinke prosjektet
- Fri flyt (FF)
  - Tiden en aktivitet kan forsinkes uten at ES for en etterfølger forskyves.
  - Differansen mellom etterfølgende aktivitets ES og den aktuelle aktivitets EF dato. Hvis aktiviteten har flere etterfølgere må vi bruke den tidligste ES dato blant etterfølgerne.
- Total Flyt (TF)
  - Tiden en aktivitet kan forsinkes uten at LS for etterfølger forskyves.
  - TF for en aktivitet er differansen mellom LS og ES (evt. mellom LF og EF) for aktiviteten, dvs. tiden den enkelte aktivitet kan forsinkes uten at den totale prosjekttiden forlenges.
- Kritisk vei går gjennom de aktivitetene som har TF=0, og danner den lengste vei gjennom prosjektet (total prosjektvarighet)

Nettverksanalysen

- 1. ETABLERING AV NETTVERKET
  - definere aktiviteter og avhengigheter, etablere nettverk
- 2. Forlengs tidsberegning (beregning av ES og EF med start i dag 0)
  - ES1=0 (prosjektets startdato)
  - EF1= 0 + D1 (D er aktivitetens estimerete varighet)
  - EFn=ESn + Dn (EF = aktivitetens ES + aktivitetens varighet D)
  - ESn = EFn-1 + eventuell overlapp/forsinkelse (gjelder ved FS avhengighet)
  - ESn= ESn-1 + eventuell overlapp/forsinkelse (gjelder ved SS avhengighet)
  - Dersom en aktivitet har flere forløpere med forskjellig ES/EF datoer, velges maksimal verdi (seneste dato)
- 3. Baklengs tidsberegning (beregning av nettverkets grener med utg. punkt i siste aktivitetens sluttdato beregnet i forlengs tidsberegning
  - For nettverkets siste aktivitet er LFn=EFn
  - LSn=LFn-Dn Hver aktivitets LS dato beregnes ved å subtrahere aktivitetens varighet D fra LF datoen
  - LFn-1=LSn + evt. overlapp/forsinkelse (Forløperens LF dikteres av etterfølgerens LS)
  - Dersom en aktivitet har flere etterfølgere velges minimal tallverdi (dvs. den tidligste datoen) blant etterfølgernes LS datoer.
-

Nettverksanalyse



Beregn
Tidligste start
Tidligste slutt
Seneste start
Seneste slutt
Total slakk

Hvor går kritisk linje?
Hva blir total gjennomføringstid?

Forward pass →
Backward pass ←

Definisjoner - Måldato

- Start No Earlier Than
  - Setter aktiviteten til å starte på oppgitt dato (overstyres av tidsanalysen ved negativ flyt)
- Finish No Earlier Than
  - Setter en aktivitet til å være ferdig på oppgitt dato (overstyres av tidsanalysen ved negativ flyt)
- Start No Later Than
  - Setter seneste tillatt oppstarts-dato (overstyres ikke av tidsanalysen før ved negativ flyt)
- Finish No Later Than
  - Setter seneste tillatte ferdigstillelses-dato (over-styres ikke av tidsanalysen før ved negativ flyt)
- Must Start On
  - Setter aktiviteten til å starte på oppgitt dato (overstyres IKKE av tidsanalysen)
- Must Finish On
  - Setter en aktivitet til å være ferdig på oppgitt dato (overstyres IKKE av tidsanalysen ved negativ flyt)

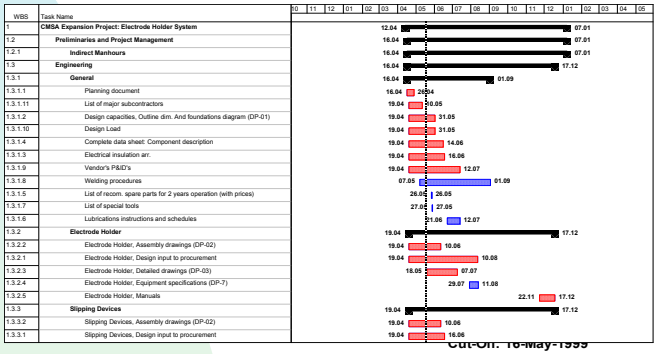
Nettverksplanlegging- Grunnleggende Prinsipper

1. Definere arbeidsomfanget
2. Bryte arbeidsomfanget ned i aktiviteter (WBS)
3. Kartlegge forutsetningene (arbeidsmønster, tilgjengelige ressurser, prioriteringer etc.)
4. Kartlegge avhengighetene (fysisk og 'god praksis')
5. Bestemme varighetene
6. Tidsanalyse (kristisk vei)
7. Rapporter (Gannt-chart)
8. Optimalisering

Prosjektstyring som fagområde

- Fikk et vitenskapelig grunnlag i 1950-årene
- PERT (Program Evalution and Review Technique) 1957:
  - Grundige tidsestimater for alle aktiviteter
  - Tidsestimatenes eksponering for usikkerhet
  - Nøyaktig kjennskap til den rekkefølge aktivitetene må utføres i
- CPM (Critical Path Method) 1959:
  - Som PERT, men baserer seg på at aktivitetenes varighet er kjent og fokus på ressursallokering.

S-kurve & Timehistogram og Bemanning



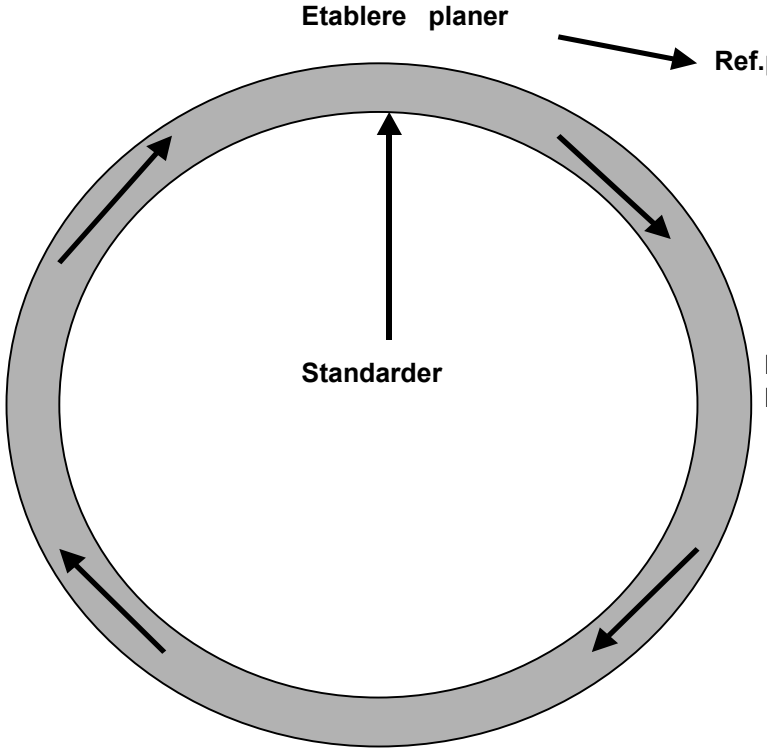
WBS	Task Name
1	**CMSA Expansion Project: Electrode Holder System**
1.2	**Preliminaries and Project Management**
1.2.1	**Indirect Manhours**
1.3	**Engineering**
1.3.1	**General**
1.3.1.1	Planning document
1.3.1.11	List of major subcontractors
1.3.1.2	Design capacities, Outline dim. And foundations diagram (DP-01)
1.3.1.10	Design Load
1.3.1.4	Complete data sheet: Component description
1.3.1.3	Electrical insulation arr.
1.3.1.9	Vendor's P&ID's
1.3.1.8	Welding procedures
1.3.1.5	List of recom. spare parts for 2 years operation (with prices)
1.3.1.7	List of special tools
1.3.1.6	Lubrications instructions and schedules
1.3.2	**Electrode Holder**
1.3.2.2	Electrode Holder, Assembly drawings (DP-02)
1.3.2.1	Electrode Holder, Design input to procurement
1.3.2.3	Electrode Holder, Detailed drawings (DP-03)
1.3.2.4	Electrode Holder, Equipment specifications (DP-7)
1.3.2.5	Electrode Holder, Manuals
1.3.3	**Slipping Devices**
1.3.3.2	Slipping Devices, Assembly drawings (DP-02)
1.3.3.1	Slipping Devices, Design input to procurement

	13/14	15/16	17/19	20/21	22/23	24/25	26/28	29/30	31/32	33/34	35/38	39/43	44/47	48/51	52/04
Periodisk Planlagte Timer	0	152	312	254	342	287	221	87	99	81	114	125	124	173	44
Periodisk Inntjente Timer	0														
Periodisk Faktisk Brukte Timer	0														
Akkumulert Planlagt Framdrift	0,0	6,3	19,2	29,8	43,9	55,8	64,9	68,6	72,6	76,0	80,7	85,9	91,0	98,2	100,0
Akkumulert Virkelig Framdrift	0,0														
Akkumulert Planlagt Timer	0	152	464	718	1060	1347	1568	1655	1754	1835	1948	2073	2197	2370	2414
Akkumlert Inntjente Timer	0														
Akkumulert Faktisk Brukte Timer	0														

	13/14	15/16	17/19	20/21	22/23	24/25	26/28	29/30	31/32	33/34	35/38	39/43	44/47	48/51	52/04
Periodisk Planlagte Bemanning	0,0	2,0	3,0	3,8	4,6	3,8	2,0	1,2	1,3	1,1	0,8	0,7	0,8	1,2	0,2
Periodisk Faktisk Bemmanning	0,0														

PDCA-Sløyfe

Styrings-sløyfe

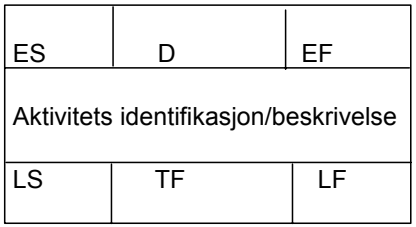


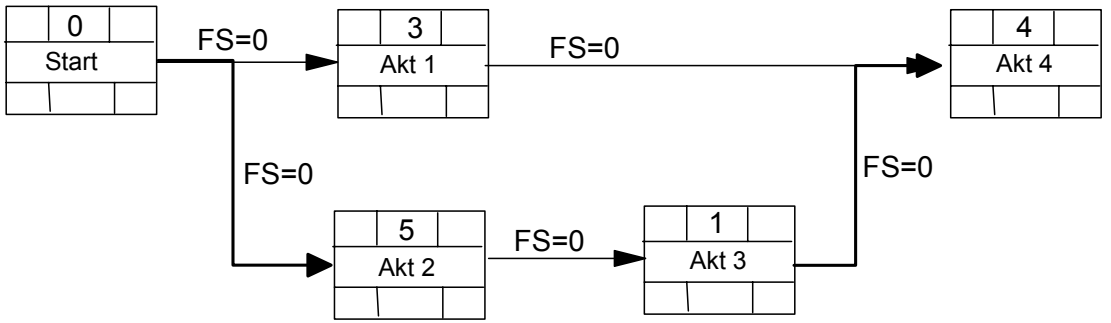
PDCA:

- **Plan**
- **Do**
- **Check**
- **Act**

Manuell nettverksberegning

- Bruker aktivitetsbokser ved analyse av et aktivitets nettverk :



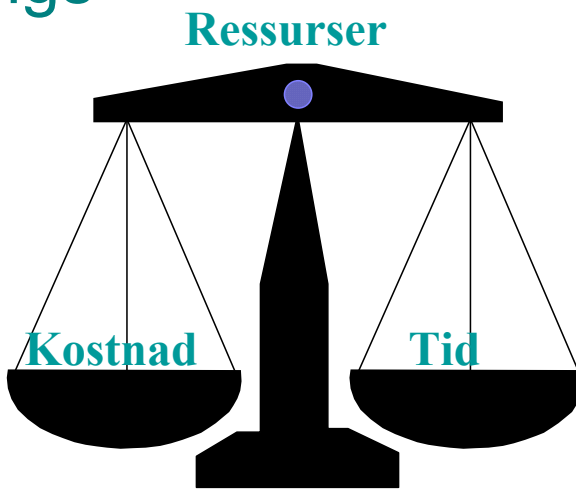


Kriterier for plan

- Milepeler
- Tilgjengelige ressurser
- Fasiliteter
- Leveringstider
- Skiftordninger
- Prosjekt kalender
- Optimal logisk arbeidssekvens (byggemetode)
- Prioriteringer av ferdigstillelse
- Time budsjetter
- Gjeldende regler og forskrifter

Ressursplanlegging

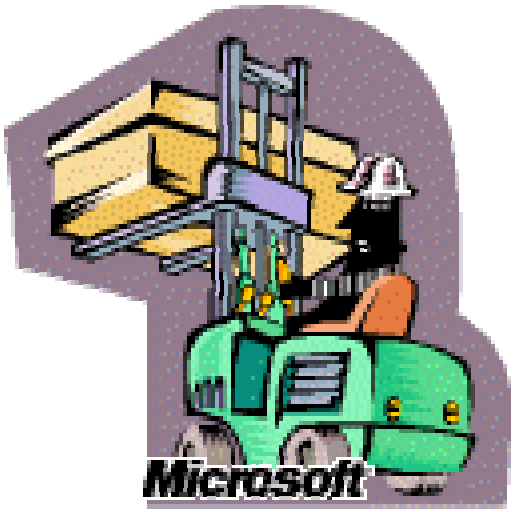
- Hvorfor planlegge behovet for ressurser:
  - Synliggjør ressursbehov og sørge for at det er tilgjengelig når det trengs => De rette ressurser til rett tid
  - Lettere å få forpliktet ressurser
  - Bedre effektivitet og ressursutnyttelse



Ressursene må planlegges og styres for å få en ballanse mellom tid- og kostnadsforbruk

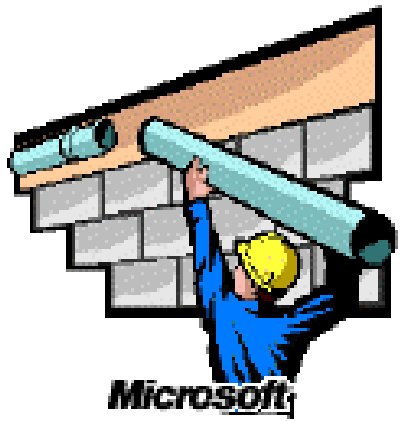
Ressurstyper

- Ressurstyper:
  - materiell
  - arbeidskraft
  - utstyr



Ressursplanlegging - Elementer

- Elementer for ressurs-planlegging
  - Ressurs pool
  - Ressurstilgjengelighet
    - Personell (hvor mange/ når)
    - Fysisk hindringer (angrepspunkter)
    - Materialer/ Utstyr
  - Ressurs behov
    - allokere ressurser på aktiviteter

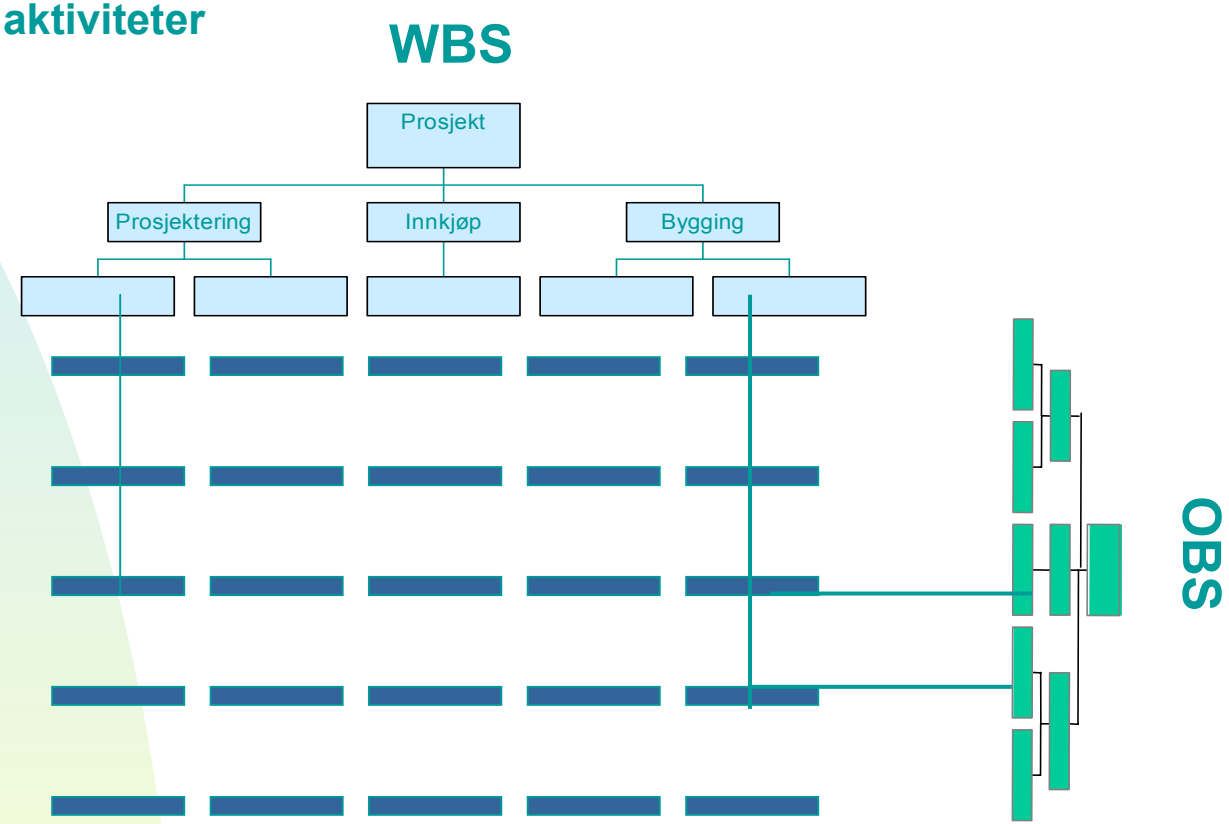


Ressursplanlegging - utjevning

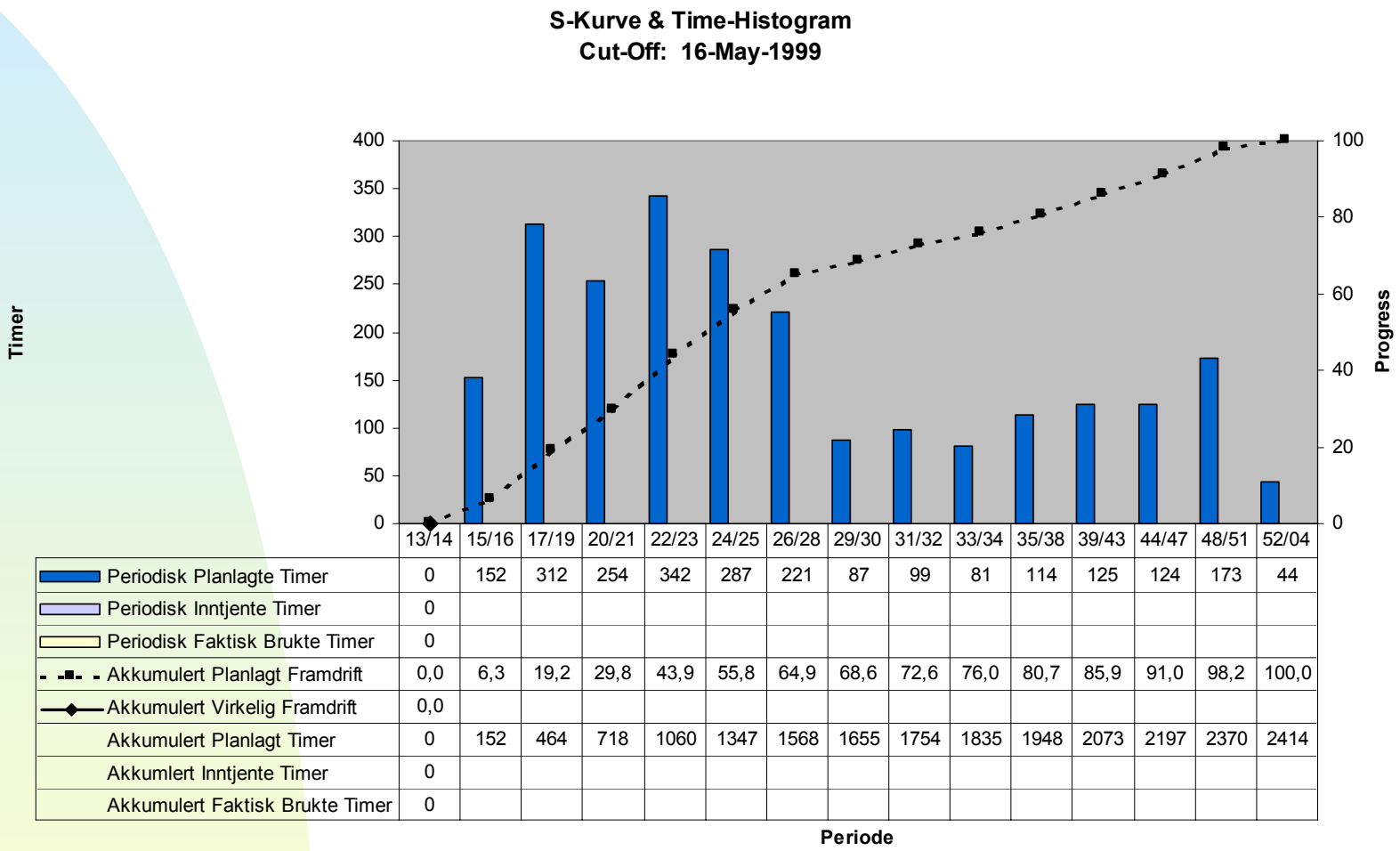
- Ressursutjevning
  - Tidsbegrenset ressursutjevning
  - Ressursbegrenset ressursutjevning

Ressurser

Ressursbehov mot aktiviteter

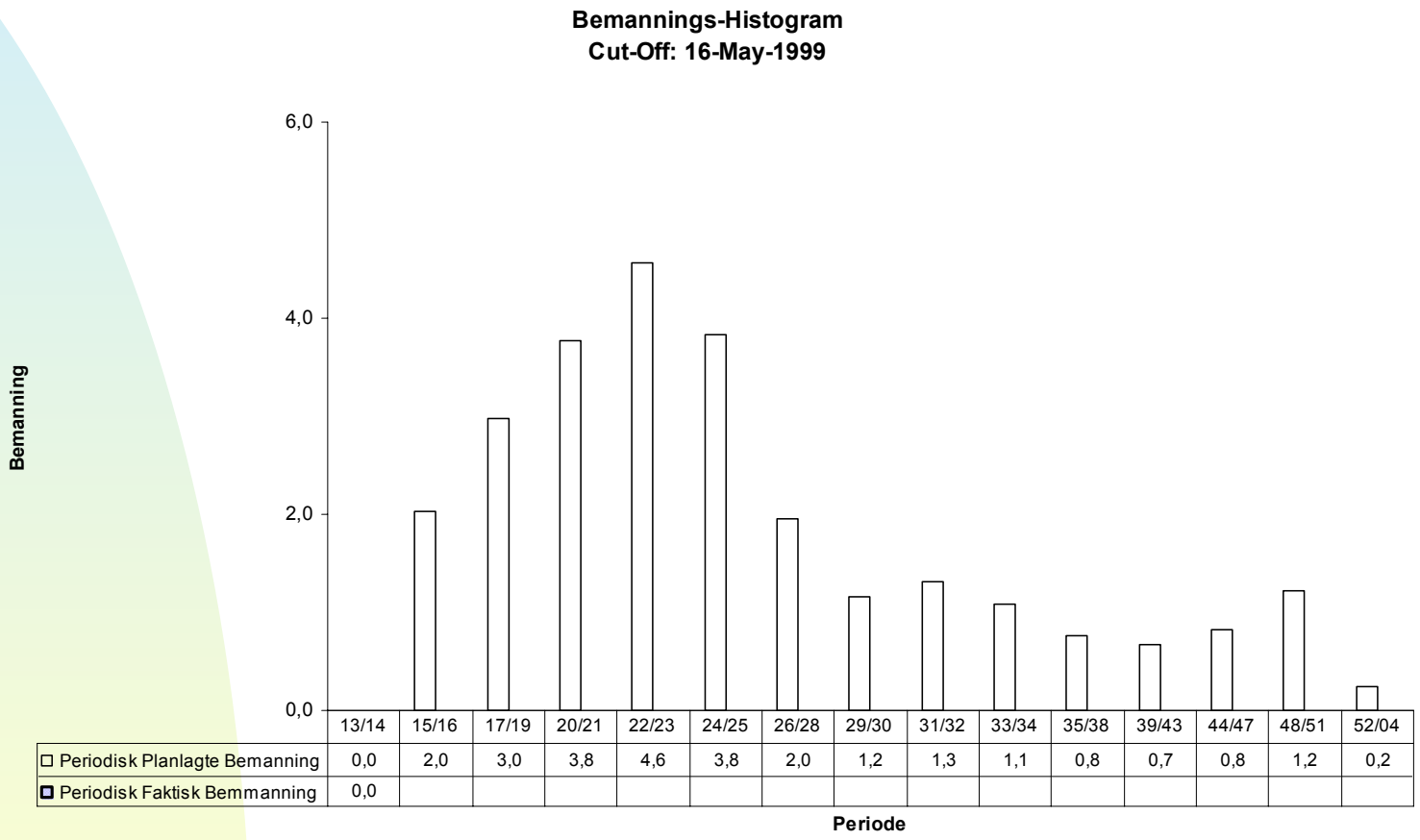


S-kurve & Timehistogram



	13/14	15/16	17/19	20/21	22/23	24/25	26/28	29/30	31/32	33/34	35/38	39/43	44/47	48/51	52/04
Periodisk Planlagte Timer	0	152	312	254	342	287	221	87	99	81	114	125	124	173	44
Periodisk Inntjente Timer	0														
Periodisk Faktisk Brukte Timer	0														
Akkumulert Planlagt Framdrift	0,0	6,3	19,2	29,8	43,9	55,8	64,9	68,6	72,6	76,0	80,7	85,9	91,0	98,2	100,0
Akkumulert Virkelig Framdrift	0,0														
Akkumulert Planlagt Timer	0	152	464	718	1060	1347	1568	1655	1754	1835	1948	2073	2197	2370	2414
Akkumlert Inntjente Timer	0														
Akkumulert Faktisk Brukte Timer	0														

Bemanningshistogram



	13/14	15/16	17/19	20/21	22/23	24/25	26/28	29/30	31/32	33/34	35/38	39/43	44/47	48/51	52/04
Periodisk Planlagte Bemanning	0,0	2,0	3,0	3,8	4,6	3,8	2,0	1,2	1,3	1,1	0,8	0,7	0,8	1,2	0,2
Periodisk Faktisk Bemmanning	0,0														

RESSURSPLANLEGGING

- **Når man planlegger et prosjekt, er det viktig at man estimerer de nødvendige ressursene som må benyttes for å gjennomføre prosjektet:**
  - arbeidskraft
  - fasiliteter / maskiner
  - materiell
- **For å estimere behovet for arbeidskraft, er det viktig at arbeidsomfanget brytes ned i oversiktlige aktiviteter som man kan estimere et timebudsjett til.**
- **Timebudsjettene estimeres normalt vha et normsett som den enkelte bedrift utarbeider i hht erfaring, tilgjengelig utstyr, kvalifikasjon på personell, forbedringspotensiale etc.:**
  - Enhetsrater pr. type enhet som skal bearbeides uttrykt i:
    - timer pr. meter
    - timer pr. kilogram
    - timer pr. m2
    - timer etc. pr. stk
    - etc.
  - Enhetsrate x mengde som skal utføres vil dermed uttrykke timebudsjettet for aktiviteten.
  - Timebudsjettet vil eventuelt måtte korrigeres vha produktivitetsfaktor for å tilpasse estimatet til forutsetningene i det enkelte prosjekt (kompleksitet, arealtetthet, etc.)

RESSURSPLANLEGGING

- **BEMANNING er normalt sett et knapphetsgode og det er derfor viktig å vite hvilket bemanningsbehov man har sett i forhold til den bemanning man har tilgjengelig.**

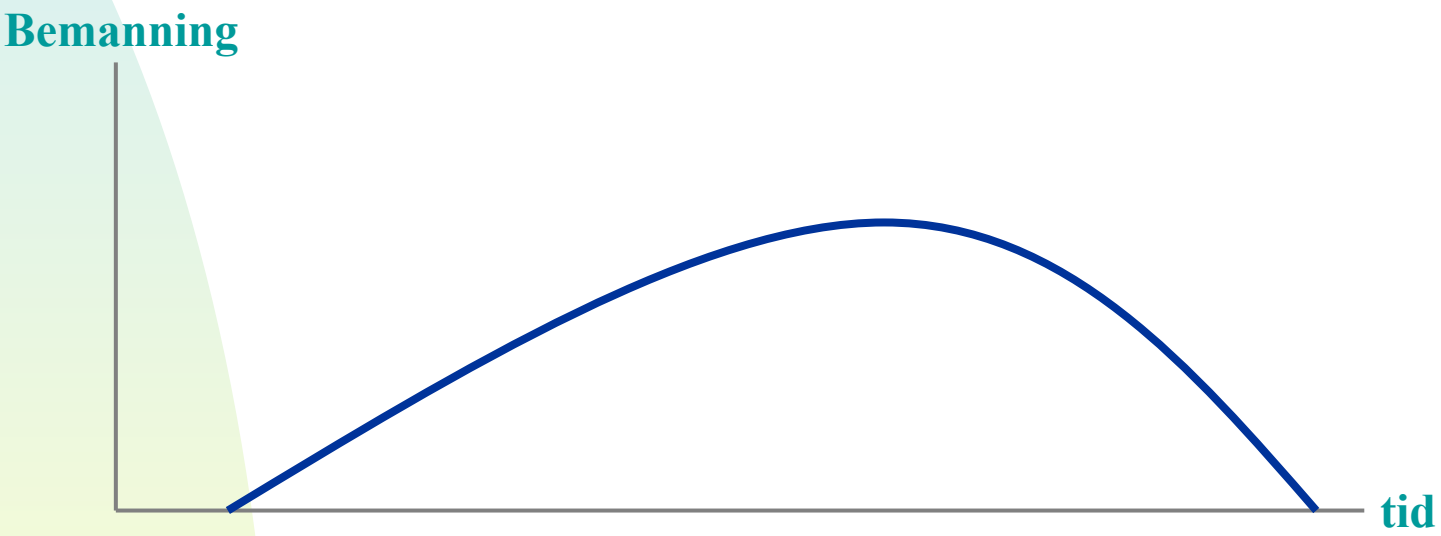
- **Det er viktig at man utnytter egne ressurser i størst mulig grad innenfor de rammer som et prosjekt gir, da knapphet på ressurser vil føre til:**
  - **innleie av personell**
  - **sette bort arbeid til andre**

  Dette er normalt kostnadsdrivende elementer i et prosjekt.

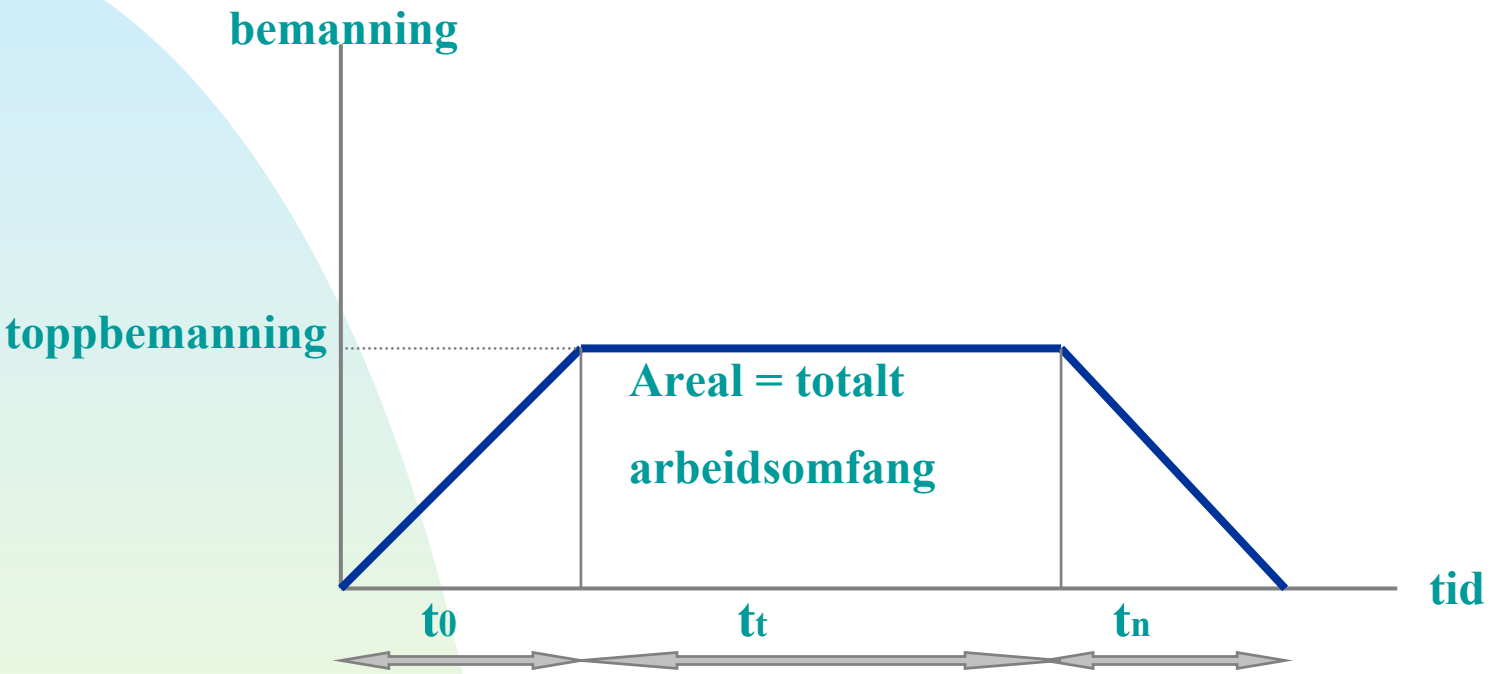
RESSURS ESTIMERING

Ved utførelse av en aktivitet vil bemanningen gå gjennom 3 faser :

1. **Oppbygging**
2. **Toppbemanning**
3. **Nedtrapping**



Kurven kan forenkles vha. trapesmetoden :



Varigheten av aktiviten $T = t_0 + t_t + t_n$

RESSURSESTIMERING

Totalt arbeidsomfang

$S = C \times B_{max} (1/2\ t_o + t_t + 1/2\ t_n)$

B_{max} = toppbemanning
C = tilgjengelig timeverk pr. tidsenhet (f.eks. 37,5 t/uke)

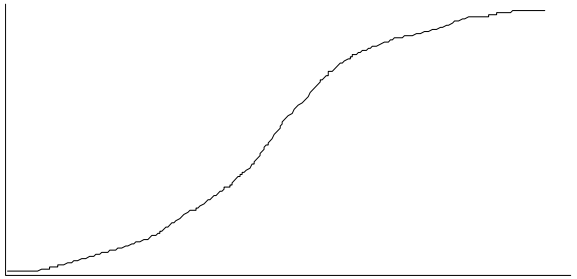
$$\Rightarrow t_t = \frac{S}{C \times B_{max}} - \frac{1}{2}(t_o + t_n) \qquad (2)$$

(2) i (1) gir:

$$\text{Varighet } T = \frac{S}{C \times B_{max}} + \frac{1}{2}(t_o + t_n)$$

RESSURSESTIMERING

Bemanningen gjennom et prosjekt (akkumulert) vil normalt sett alltid følge en S-kurve



Dette skyldes at startfasen er preget av:

- få angrepspunkter
- lite tilgang på nødvendig informasjon og underlag

Sluttfasen er preget av:

- volumarbeidet er ferdig, begrenset arbeid i begrensede områder.

Planleggingsnivåer

* NIVÅ 1 - Totalprosjekt
* NIVÅ 2 - Delprosjekt
* NIVÅ 3 - Kontrakts plan (CMS)
* NIVÅ 4 - Aktivitetsnettverk (CSB)
* NIVÅ 5 - Detaljerte planer
* NIVÅ 6 - kontrollobjekter

NIVÅ 3 - KONTRAKTSPLAN
- oversikt over milepelstatus
- arb. pakker hvor info. er summert iht. WBS

NIVÅ 4 - Nettverk
- sjekke logisk sekvens av aktivitetene
- gjøre tidsanalyser
- def. kritisk linje
- fordele ressurser
- gjøre konsekvensanalyser på tid og ressurser dersom
    * endringer skjer i arb. omfang
    * kontraktstider endres
    * bak plan
    * manglende ressurser

Planleggingsnivåer

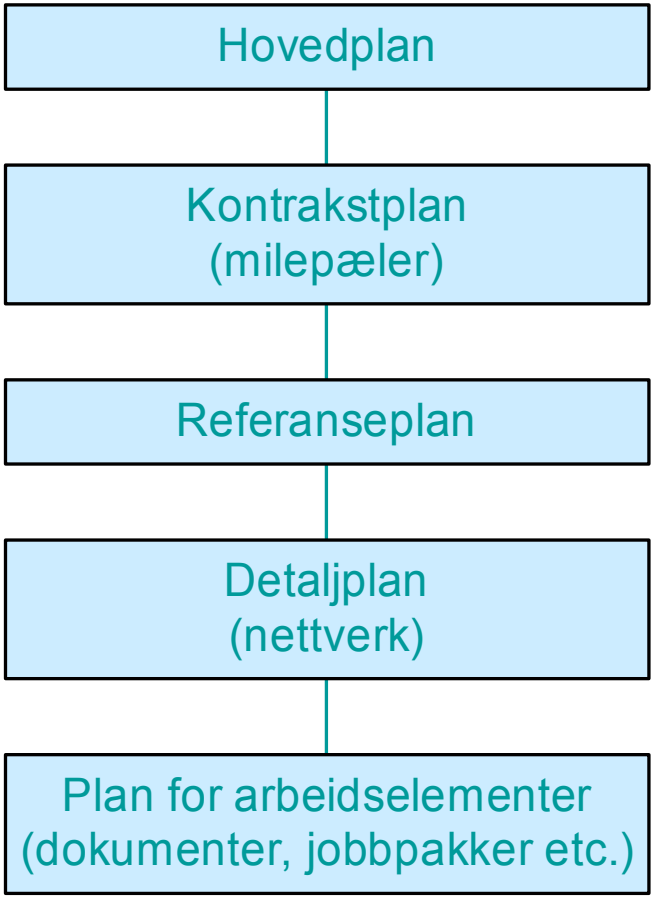
Da plan strukturen reflekterer kontraktsstrategien, så må den revideres ved en del forhold (Baseline revisjon) :

- manglende planoppnåelse
- implementering av større endringer i scopet
- nye faser i prosjektet
- endring i forutsetninger for plan

LEVEL 4 er en videre nedbryting i

- kontrollobjekter
- task (fabrikasjon/inst)
- MC/comm. pakker

Plan-hierarki



WBS/ Planhierarki

