

Analyse av forsinkelser i bygg- og anleggsprosjekter

v/ siv.ing. Stein Kirkeby

Presentasjon for Norsk Forening for Bygge- og Entrepriserett, 18. november 2021

Innledning

1. Hva er «forsinkelse»?
2. Hvorfor analysere forsinkelser?

Hva er «forsinkelse»?

- Juridisk definisjon:
 - At en ytelse ikke leveres til avtalt tid



- I prosjektsammenheng brukes «forsinkelse» også om flere beslektede situasjoner, f.eks.:
 - At fremdriften avviker fra gjeldende fremdriftsplan
 - At fremdriften hindres
 - At planlagt byggetid overskrides, eller forventes overskredet

Hvorfor analysere forsinkelser?

- En global undersøkelse har vist at ca. 75 % av bygg- og anleggsprosjekter blir forsinket med mer enn 10 % av planlagt byggetid¹
- Av 507 norske veiprosjekter ferdigstilt i perioden 2004-2015, ble planlagt byggetid overskredet for 43 % av prosjektene (faktisk åpningsdato var senere enn planlagt åpningsdato)²
- Forsinkelsene medfører betydelige merkostnader for entreprenører, byggherrer og samfunnet
- Både samfunnsøkonomiske hensyn og hensynet til partene tilsier at ansvaret for forsinkelsene, og derved merkostnadene, bør fordeles på en mest mulig objektiv og etterprøvbar måte, i samsvar med kontraktens risikofordeling

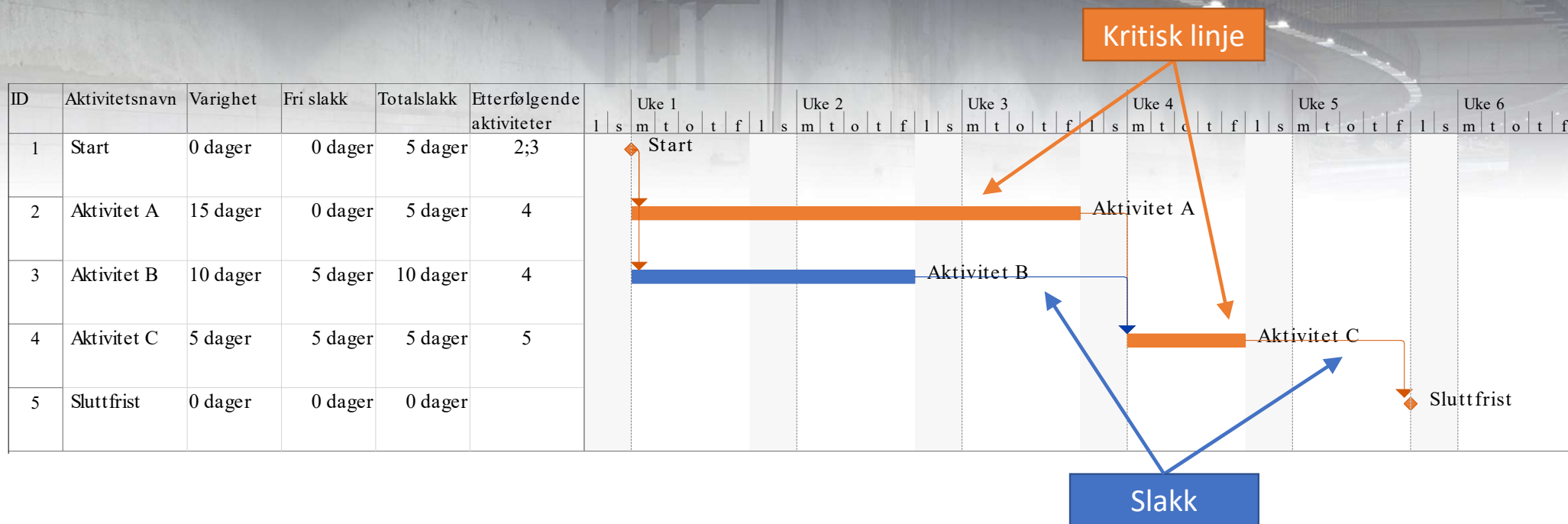
¹ KPMG Global Construction Survey 2015

² Kostnads- og byggetidsoverskridelser i Norge, Statens vegvesen rapport nr. 444, 2017

Grunnleggende prinsipper

1. Fremdriftsplaner, kritisk linje og slakk
2. Kritiske og ikke-kritiske forsinkelser
3. Reell kritisk linje og årsakssammenheng
4. Klassifisering av forsinkelser etter årsaker og konsekvens
5. Situasjoner med flere forsinkelsesårsaker

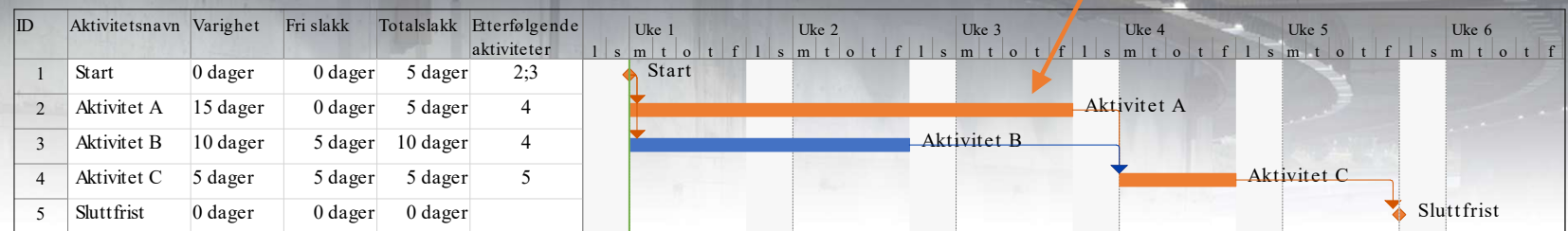
Fremdriftsplaner, kritisk linje og slakk



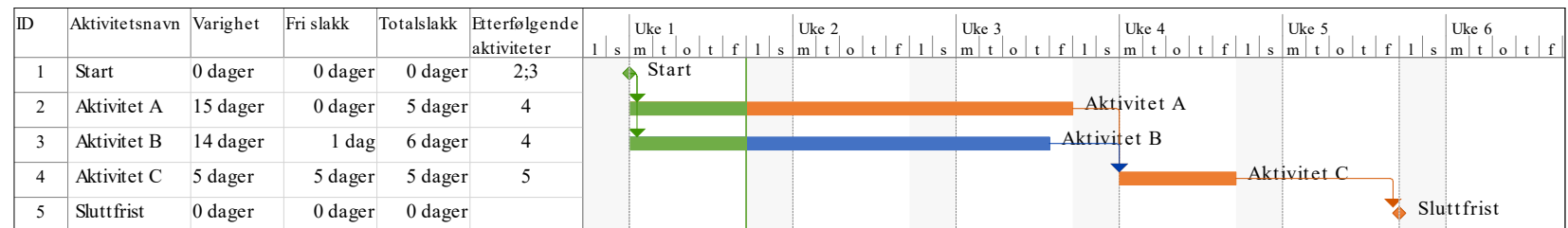
Kritisk linje bestemmer prosjektets varighet

Kritiske og ikke-kritiske forsinkelser

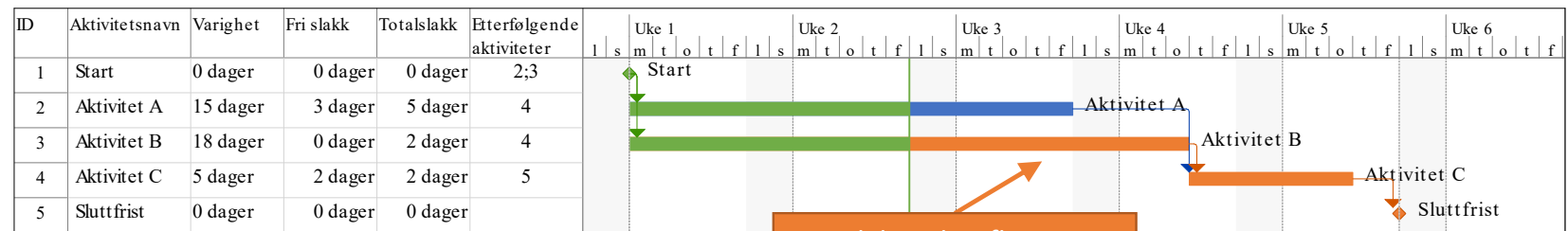
Ved prosjektstart
Opprinnelig plan



Etter 1 uke:
Aktivitet B forsinket
med 4 dager – ikke
på kritisk linje



Etter 2 uker:
Aktivitet B forsinket
med 4+4 = 8 dager,
hvorav 3 dager på
kritisk linje



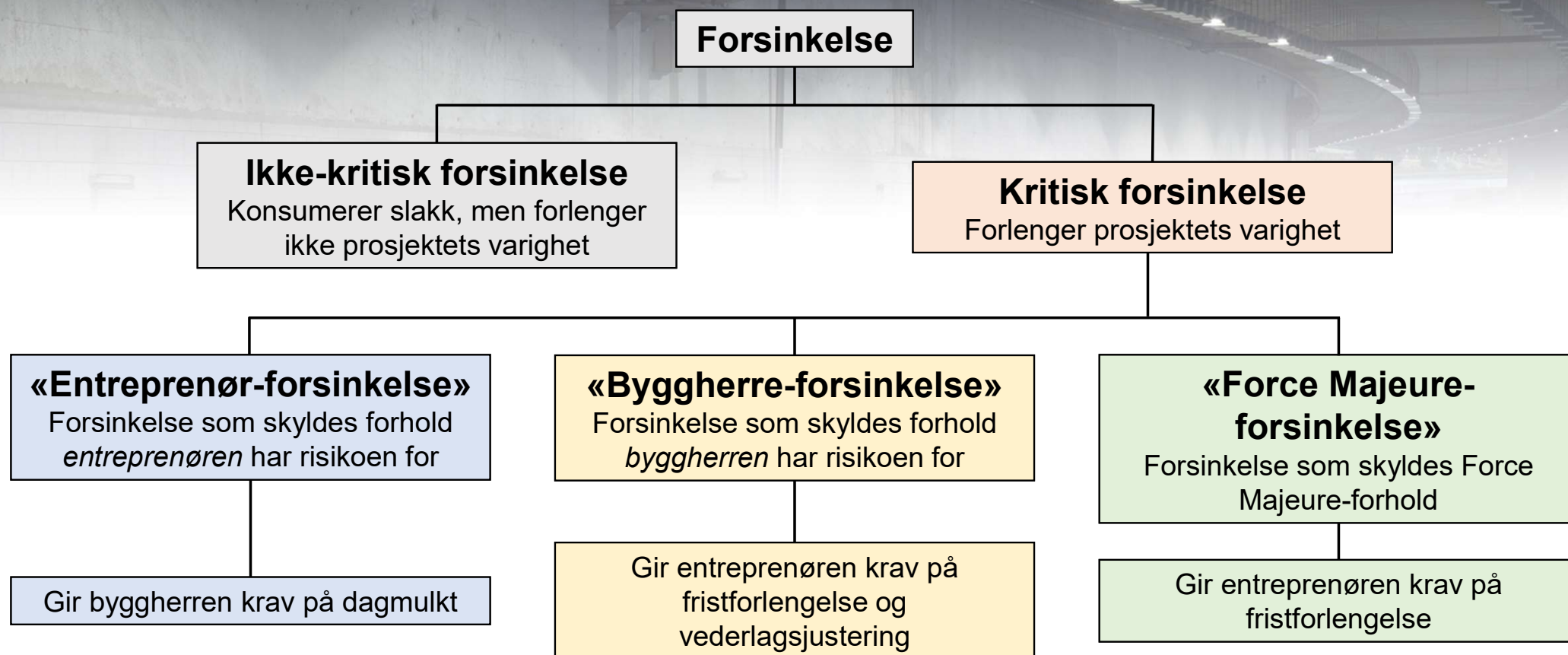
Reell kritisk linje og årsakssammenheng

- Kritisk linje og slakk vil endre seg over tid som funksjon av fremdriften (eller mangelen på fremdrift) i kritisk og ikke-kritisk arbeid
- Kun forhold som forsinker arbeid **mens** det aktuelle arbeidet er kritisk vil forlenge prosjektets varighet
 - ⇒ **Tidsvirkningen av et potensielt forsinkende forhold må derfor bestemmes på grunnlag av den faktiske situasjonen når virkningen inntreffer**
(og ikke f.eks. på grunnlag av opprinnelig fremdriftsplan, hvis faktisk situasjon avviker betydelig fra denne)
 - ⇒ **Viktig å vite hvor kritisk linje befinner seg på ulike tidspunkt i prosjektet**

Reell kritisk linje og årsakssammenheng (2)

- **Reell kritisk linje** kan identifiseres ved å ajourføre fremdriftsplanen regelmessig gjennom prosjektet (f.eks. hver måned)
 - I ettertid kan en «**som-bygget**» **kritisk linje** bestemmes ved å sammenstille alle månedlige ajourføringer av fremdriftsplanen
- Hvis prosjektets fremdriftsplaner er av dårlig kvalitet, kan det være vanskelig eller umulig å bruke planene til å finne kritisk linje
 - Man må da i større grad basere seg på **annen tidsnær prosjektinformasjon**
 - Sannsynlig kritisk linje kan da normalt bestemmes i grove trekk

Klassifisering av forsinkelser



Situasjoner med flere forsinkelsesårsaker



Tre typesituasjoner:

1. Forsinkelsesårsaker som **virker i sekvens**
⇒ Håndteres hver for seg som individuelle forsinkelser
2. **Samvirkende** forsinkelsesårsaker
3. **Konkurrerende** forsinkelsesårsaker

Analysemetoder og -teknikker

1. Hva bør man gjøre, og når?
2. Prospektiv og retrospektiv analyse
3. Grunnlagsdata
4. Årsaks- og virkningsbaserte fremgangsmåter
5. Måling av forsinkelse
6. Metodebeskrivelser

Hva bør man gjøre, og når?



Målsetning:

Redusere risiko – Sikre korrekt sluttoppgjør

Prospektiv og retrospektiv analyse

Prospektiv analyse:

- Utføres **før** en forsinkelse har oppstått, eller **mens** den oppstår
- **Hensikt:** Å bestemme forventet forsinkelse på kritisk linje av ett eller flere forsinkende forhold

Retrospektiv analyse:

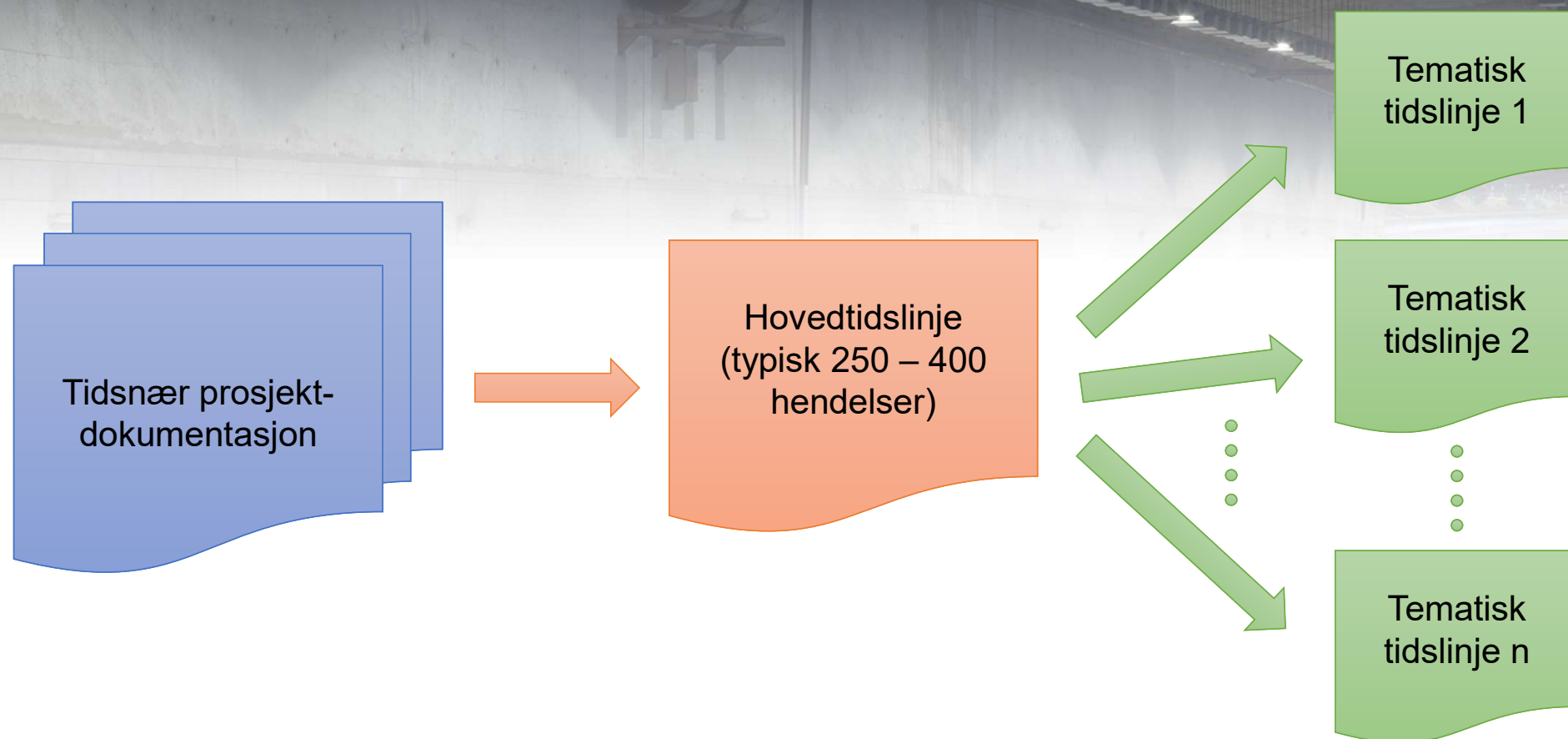
- Utføres **etter** at forsinkelsene har oppstått (typisk når prosjektet er ferdig)
- **Hensikt:** Å kartlegge når og hvor forsinkelsene oppstod, og hva som forårsaket dem

Resten av min presentasjon vil fokusere på **retrospektiv analyse**

Grunnlagsdata

- Analysen bør bygge på et bredest mulig datagrunnlag, hentet fra **tidsnær prosjektdokumentasjon**, typisk:
 - Opprinnelig fremdriftsplan
 - Alle senere ajourføringer og revisjoner av fremdriftsplanen
 - Andre planer, f.eks. 4-ukers produksjonsplaner, prosjekteringsplaner, tegningsleveranseplaner, betalingsplaner, bemanningsplaner, beslutningsplaner osv.
 - Månedsrappporter
 - Møtereferater
 - Logger
 - Kostnader / ressursforbruk
 - Varsler og krav, samt svar på disse
 - Foto / videoer

Grunnlagsdata – Systematisering



Årsaks- og virkningsbaserte fremgangsmåter

FORSINKELSE

ÅRSAK



VIRKNING

Forsinkende
hendelse



Kritisk aktivitet
forsinket



Prosjekt
forsinket

1. Årsaks-basert fremgangsmåte:

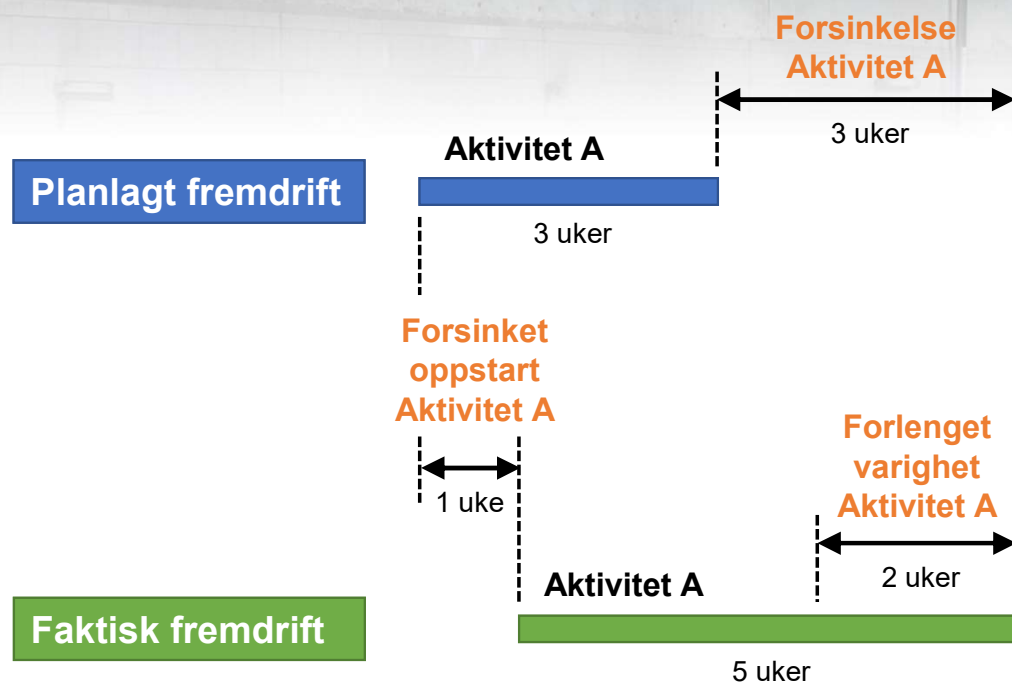
- a) Mulige årsaker til forsinkelse identifiseres
- b) Deretter kartlegges de sannsynlige virkningene på fremdriften

2. Virknings-basert fremgangsmåte:

- a) De faktiske forsinkelsene kartlegges
- b) Deretter indentifiseres sannsynlige årsaker

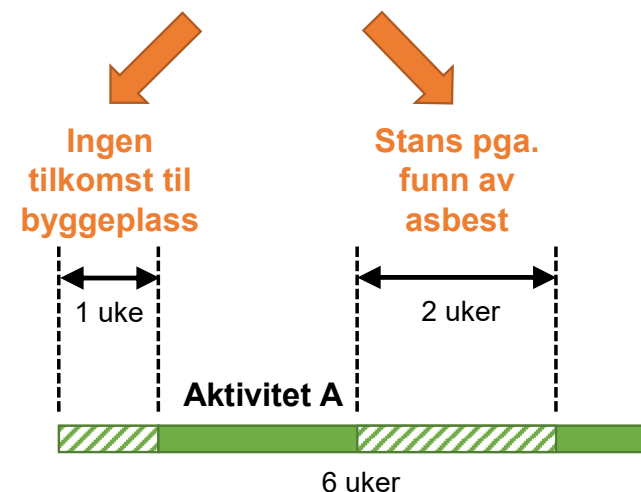
Måling av forsinkelse

Avviksmetoden («variance method»):



Den uavhengige metoden («independent method»):

Varighet av forsinkelse / hindring (og ofte også årsak) bestemmes ut fra opplysninger i tidsnær prosjektdokumentasjon



Metodebeskrivelser

- Anerkjente veiledere som beskriver metoder for analyse av forsinkelser:

- AACE International Recommended Practice No. 29R-03 «Forensic Schedule Analysis», 2011
- The Society of Construction Law – Delay and Disruption Protocol, 2nd edition, 2017

- AACE beskriver ni metoder i detalj
- SCL beskriver seks metoder, på et overordnet nivå
- Alle metodene bygger på kritisk linje-metoden for planlegging

Metodebeskrivelser (2)

Metoder beskrevet av AACE International:

Taxonomy	1	RETROSPECTIVE														
	2	OBSERVATIONAL						MODELED								
	3	Static Logic			Dynamic Logic				Additive				Subtractive			
	4	3.1 Gross	3.2 Periodic		Contemporaneous Updates (3.3 As-Is or 3.4 Split)		3.5 Modified / Reconstructed Updates		3.6 Single Base ²		3.7 Multi Base ¹		3.8 Single Simulation		3.9 Multi Simulation ¹	
	5		Fixed Periods	Variable Windows	All Periods	Grouped Periods	Fixed Periods	Variable Windows	Global Insertion	Stepped Insertion	Fixed Periods	Variable Windows or Grouped	Global Extraction	Stepped Extraction	Fixed Periods	Stepped Extraction
Common Names		As- Planned vs As-Built	Window Analysis		Contemporaneous Period Analysis, Time Impact Analysis, Window	Contemporaneous Period Analysis, Time Impact Analysis, Window Analysis	Contemporaneous Period Analysis, Time Impact Analysis	Window Analysis, Time Impact Analysis	Impacted As Planned, What-If	Time Impact Analysis, Impacted As- Planned	Time Impact Analysis	Window Analysis, Impacted As- Planned	Collapsed As- Built	Time Impact Analysis, Collapsed As- Built	Time Impact Analysis, Collapsed As- Built	Time Impact Analysis, Window Analysis, Collapsed As- Built

Metodebeskrivelser (3)

- Metodene beskrevet av AACE og SCL kan innebære kompliserte og tidkrevende analyser av fremdriftsplaner
 - er planene som foreligger av tilstrekkelig kvalitet til dette?
 - kan tidsbruken og kostnadene forsvares?
- En mer praktisk tilnærming er ofte hensiktsmessig, bygget på en **grundig redegjørelse for de faktiske forhold og enkle beregninger**
- Det sentrale er at man i analysen ivaretar grunnleggende prinsipper mht.:
 - **virkning på kritisk linje**
 - **årsakssammenheng**
 - **risikofordeling**

Eksempler

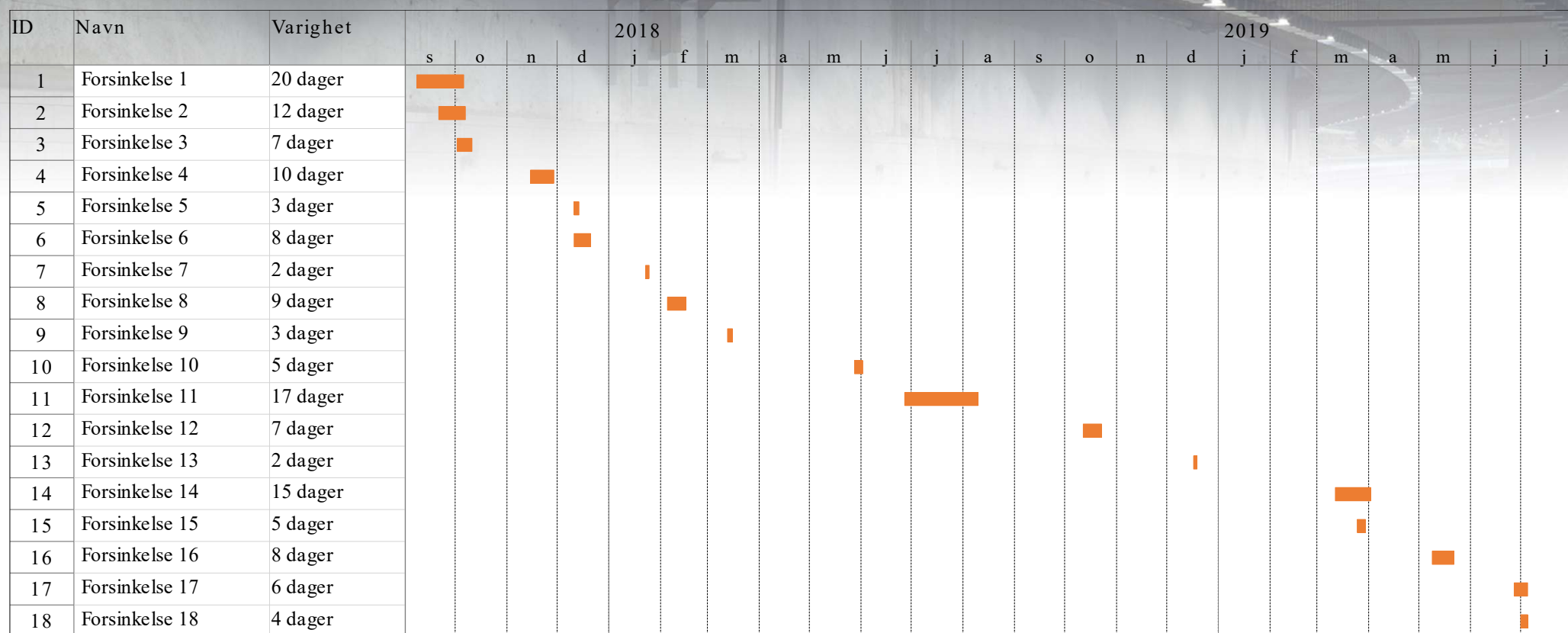
1. «Enkle» analysemetoder:

- a) «Net Impact»
- b) «Cumulative Delay Chart»

2. «Kompliserte» analysemetoder:

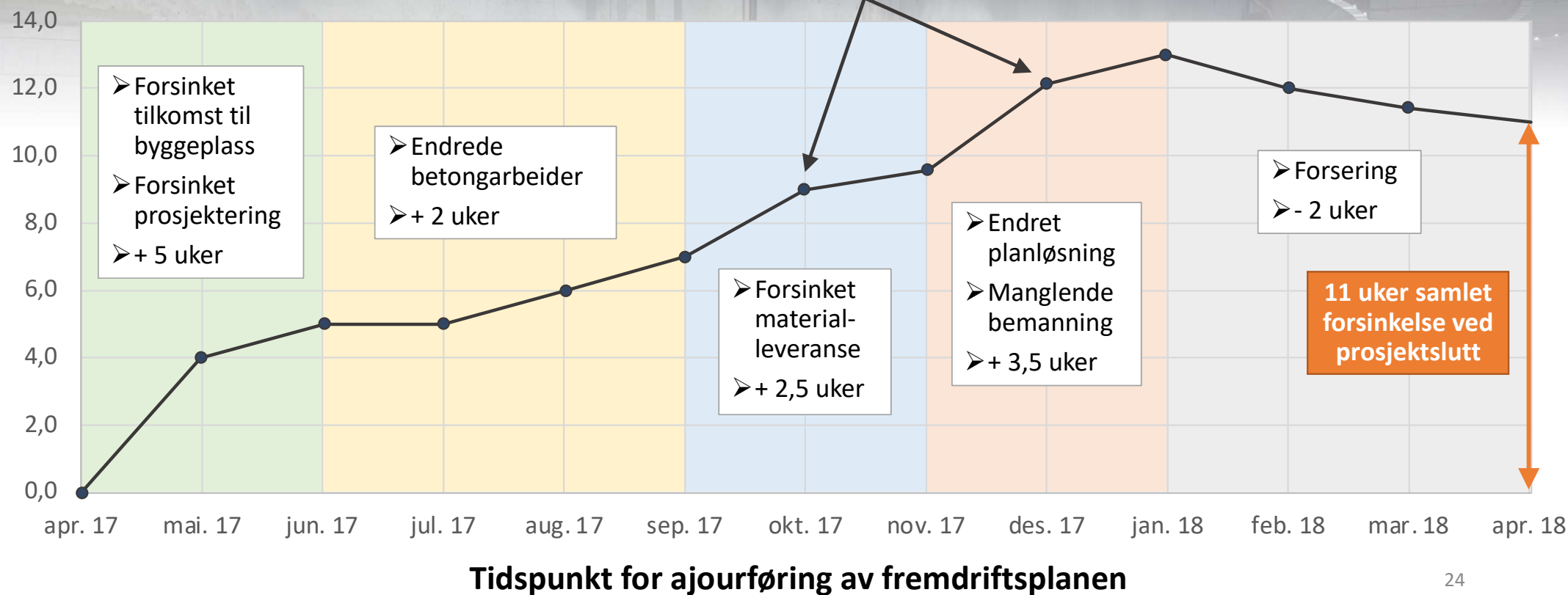
- a) AACE metode 3.3 («windows»-analyse)

Eksempel nr. 1: Net Impact-metoden



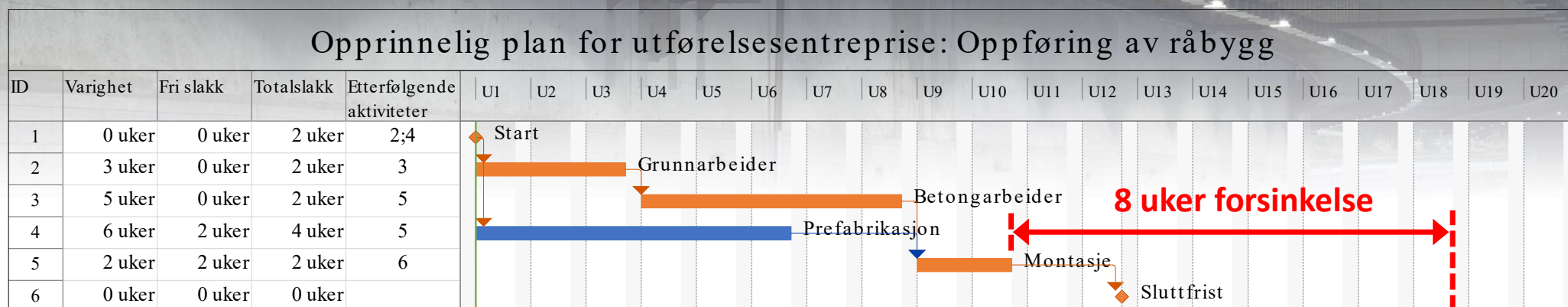
Eksempel nr. 2: Cumulative Delay Chart

**Akkumulert
forsinkelse, uker**

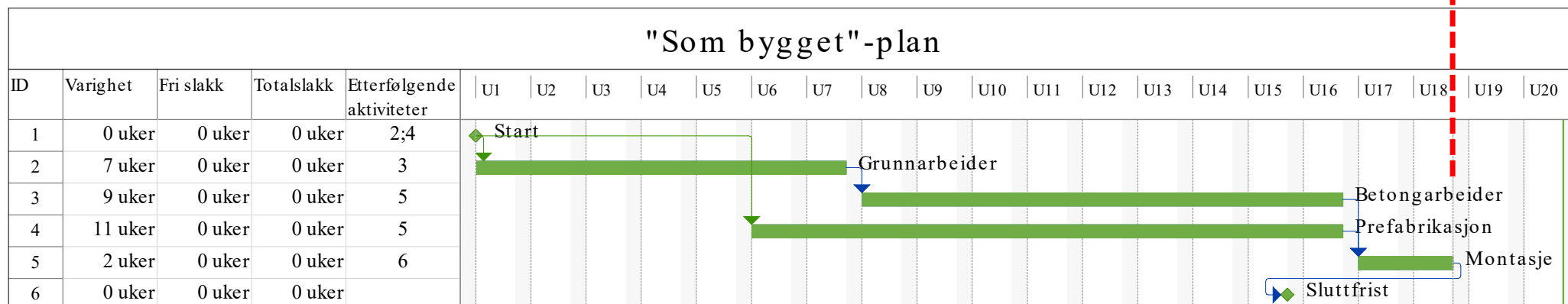


Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3 («windows»-analyse)

Opprinnelig plan for utførelsesentreprise: Oppføring av råbygg



"Som bygget"-plan



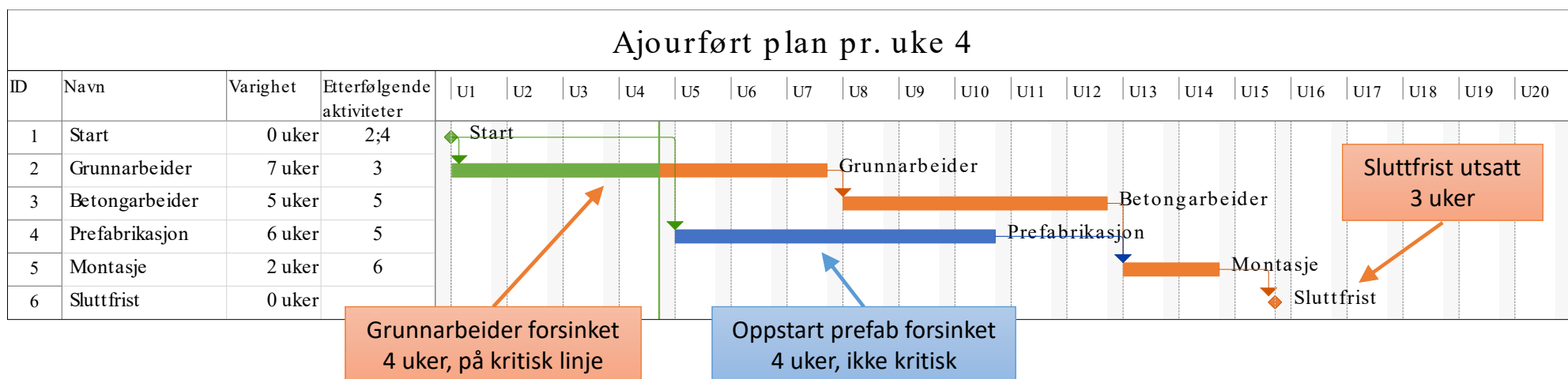
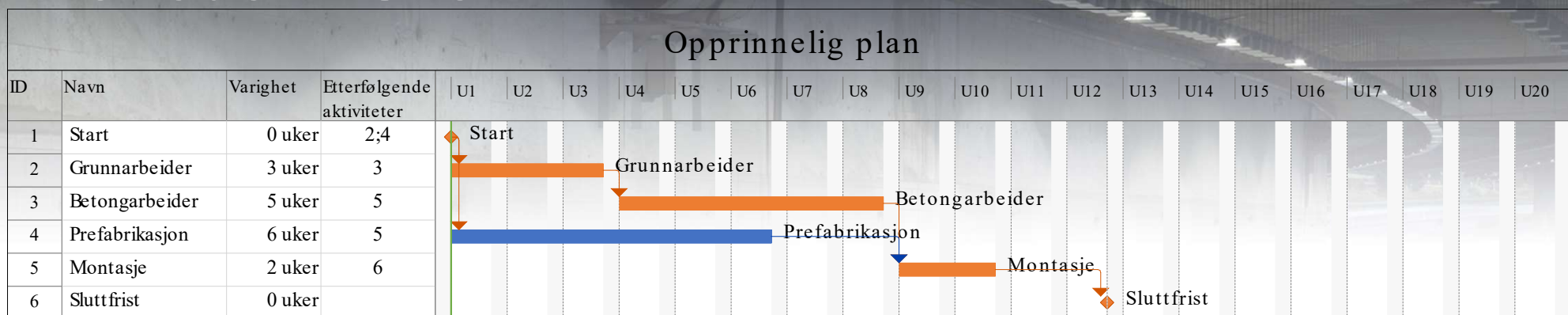
Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3 («windows»-analyse)

- Fremdriftsplanen har blitt ajourført hver 4. uke for å gjenspeile faktisk oppnådd og forventet videre fremdrift
- Analysen deles derfor opp i fem 4-ukers perioder («windows»):

Analyseperiode nr.	Analyseperiode	Plan ved periodestart	Plan ved periodeslutt
1	Uke 1 - 4	Opprinnelig plan	Ajourført plan pr. uke 4
2	Uke 5 - 8	Ajourført plan pr. uke 4	Ajourført plan pr. uke 8
3	Uke 9 - 12	Ajourført plan pr. uke 8	Ajourført plan pr. uke 12
4	Uke 13 - 16	Ajourført plan pr. uke 12	Ajourført plan pr. uke 16
5	Uke 17 - 20	Ajourført plan pr. uke 16	Ajourført plan pr. uke 20 ("som bygget"-plan)

Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

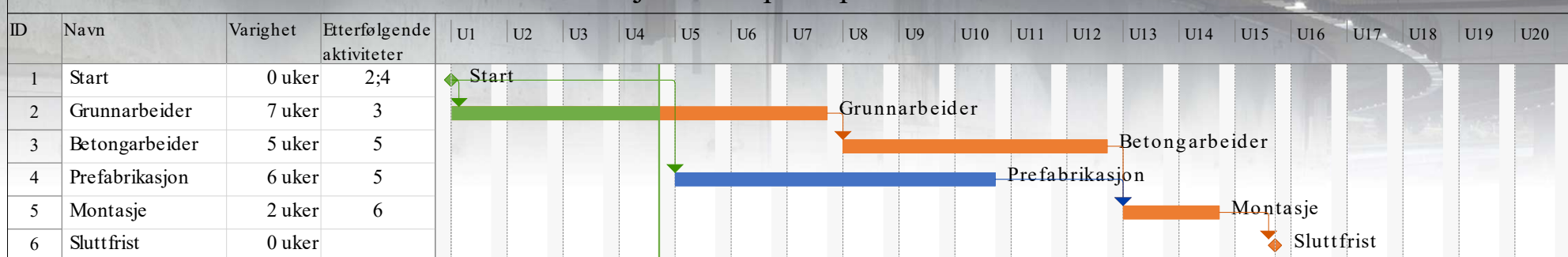
Periode 1: Uke 1-4



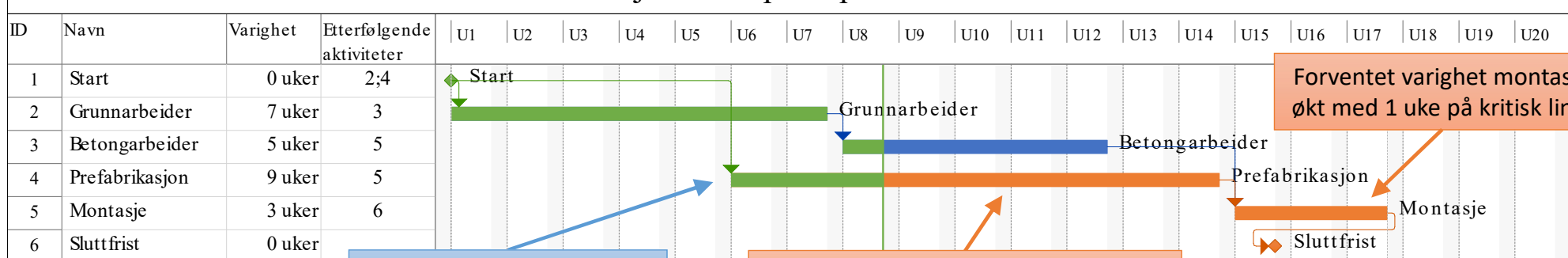
Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Periode 2: Uke 5-8

Ajourført plan pr. uke 4



Ajourført plan pr. uke 8



Oppstart prefab ytterligere 1 uke forsinket

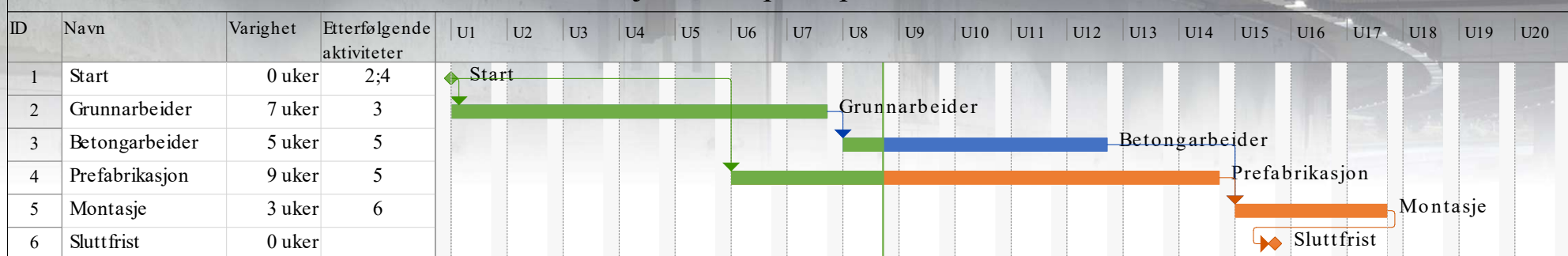
Forventet varighet prefab økt fra 6 til 9 uker, hvorav 2 uker på kritisk linje

Forventet varighet montasje økt med 1 uke på kritisk linje

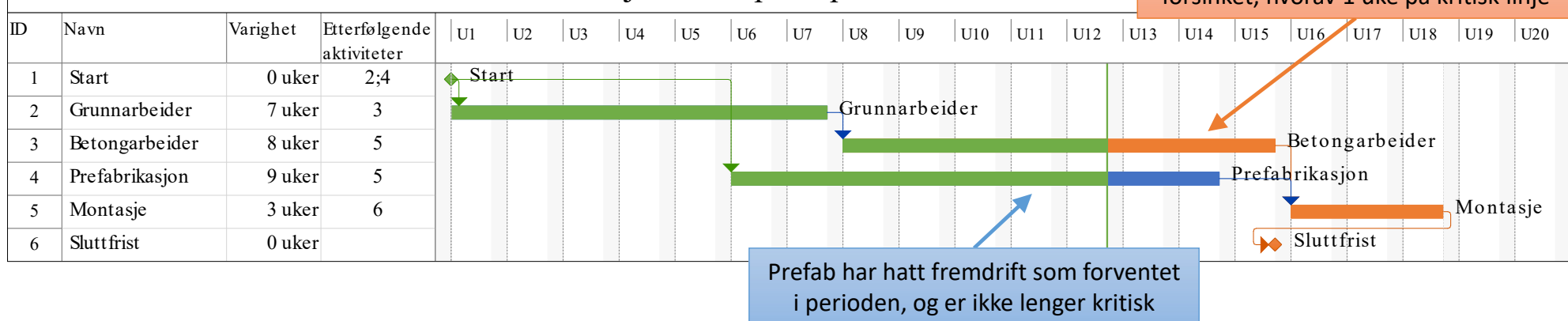
Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Periode 3: Uke 9-12

Ajourført plan pr. uke 8



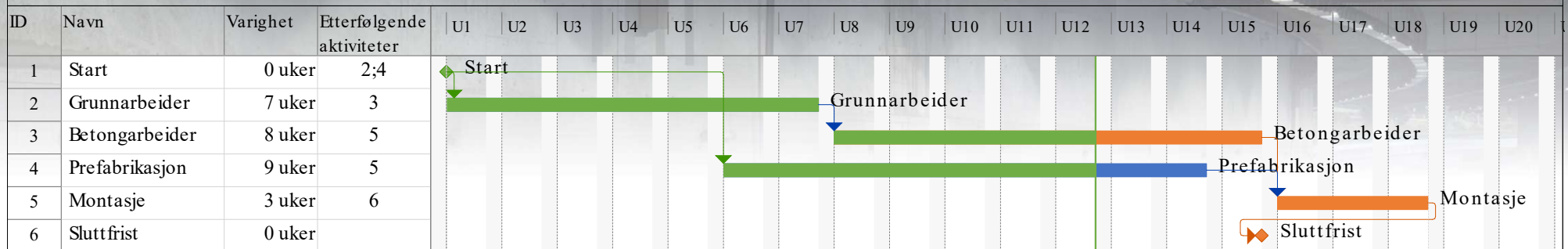
Ajourført plan pr. uke 12



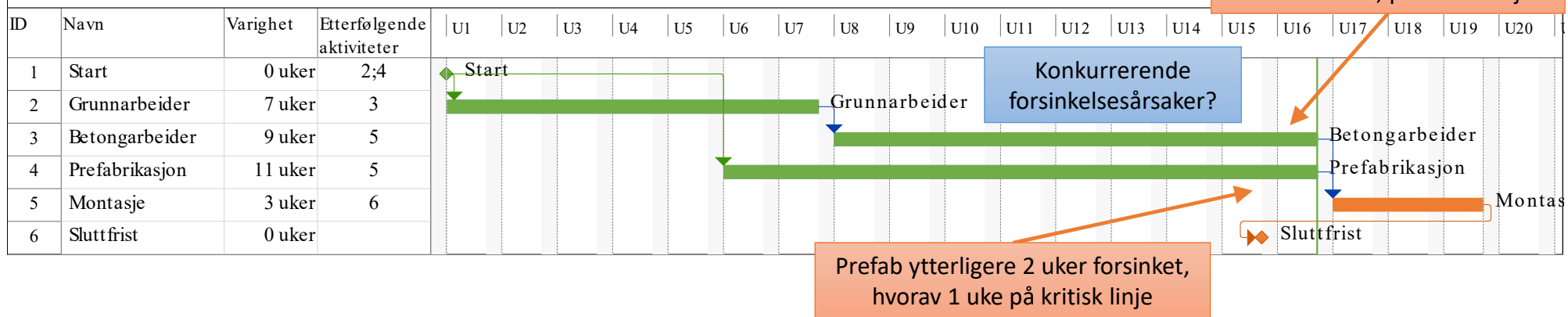
Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Periode 4: Uke 13-16

Ajourført plan pr. uke 12



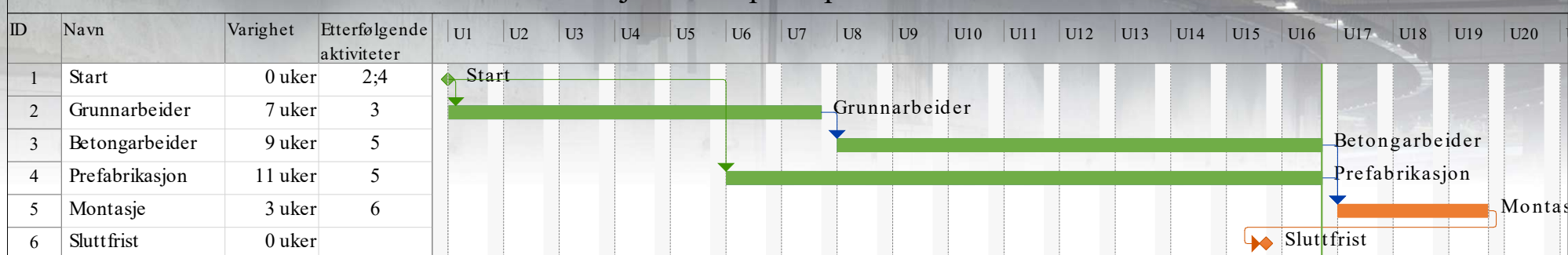
Ajourført plan pr. uke 16



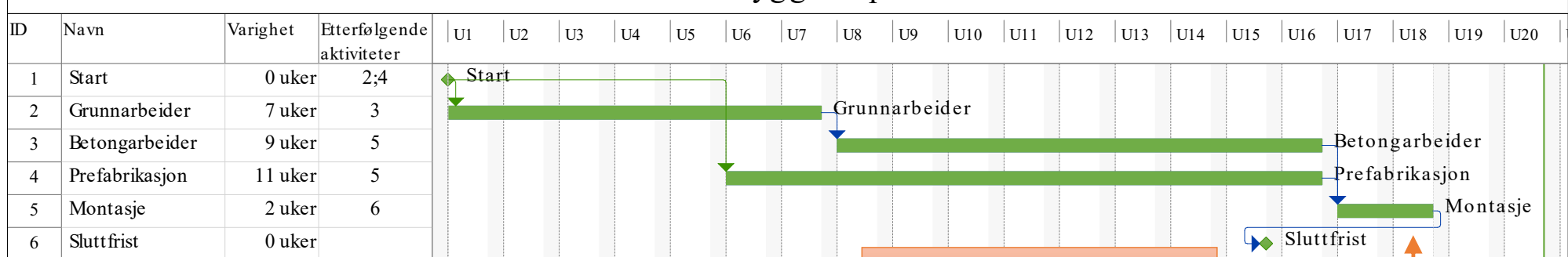
Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Periode 5: Uke 17-20

Ajourført plan pr. uke 16



"Som bygget"-plan



Varighet montasje redusert
med 1 uke på kritisk linje

Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Oppsummering av øvrige opplysninger

Periode	Opplysninger fra månedsrapporter, byggemøtereferater, varsler, korrespondanse mv.
Uke 1 - 4	□ Grunnarbeidene starter opp i uke 1. Ifølge entreprenøren avviker grunnforholdene fra det som er beskrevet i kontrakten. □ Arbeidsunderlaget for prefab-leverandøren er ikke klart. Prefabrikasjon kan derfor ikke starte opp. □ Entreprenøren varsler krav om fristforlengelse pga. uforutsette grunnforhold og forsinket tegningsleveranse. □ I uke 2 er det stans i grunnarbeidene mens byggherren utfører nye grunnundersøkelser. Resultatene foreligger i uke 3 og viser at kvaliteten på massene ikke er som forutsatt. Byggherren bestiller masseutskifting. Masseutskiftingen utføres i uke 4. □ Partene enes om 3 uker fristforlengelse pga. grunnforholdene og masseutskiftingen. Byggherren avviser derimot å gi fristforlengelse for forsinket tegningsleveranse. Ifølge byggherren ligger prefabrikasjon ikke på kritisk linje.
Uke 5 - 8	□ Entreprenøren mottar arbeidsunderlaget for prefab-leverandøren i uke 5, slik at prefab kan starte i uke 6. Entreprenøren påpeker at prefab-tegningene er endret i forhold til tilbudstegningene. Entreprenøren varsler at endringene medfører lengre prefabrikasjons- og montasjetid og krever fristforlengelse. Byggherren avviser entreprenørens krav og anfører at kravet ikke er dokumentert. □ Grunnarbeidene ferdigstilles i uke 7. Betongarbeider (forskaling) starter opp i uke 8. □ Entreprenøren rapporterer at prefabrikasjon forventes å ta 3 uker lengre tid enn opprinnelig planlagt.
Uke 9 - 12	□ UE på betongarbeider har i perioden problemer med å skaffe nok jernbindere til armeringsarbeidet. Entreprenøren forventer at betongarbeidene kommer til å bli forsinket som følge av dette. □ Prefab-elementene forventes levert til byggeplassen i uke 14.
Uke 13 - 16	□ Entreprenøren mottar reviderte tegninger i uke 13 og varsler at endringene ville føre til ytterligere forsinkelse av prefab-leveransen. □ Byggherren varsler krav om dagmølt. Entreprenøren avviser kravet og viser til sitt krav om fristforlengelse. □ Betongarbeider og prefabrikasjon ferdigstilles i uke 16.
Uke 17 - 20	□ Entreprenøren varsler og igangsetter forsering av montasjearbeidet med to skift i uke 17. Byggherren avviser å dekke forseringsutgiftene. □ Råbygget ferdigstilles og overleveres byggherren ved slutten av uke 18. □ Utbedring av mindre mangler pågår i uke 19-20.

Eksempel nr. 3: AACE metode 3.3

Resultater

	Byggherreforhold
	Entreprenørforhold

Aktivitet	Periode / kritiske forsinkelser (uker)					Akkumulert (uker)	Sannsynlige årsaker til forsinkelse
	1	2	3	4	5		
Start	0	0	0	0	0	0	
Grunnarbeider	3	1	0	0	0	4	Uforutsette grunnforhold (3 uker), uidentifisert entreprenørforhold (1 uke)
Betongarbeider	0	0	1	1, konkurr.	0	1,5	Manglende UE-bemanning (1,5 uker)
Prefabrikasjon	0	2	0	1, konkurr.	0	2,5	Endret arbeidsunderlag (2,5 uker)
Montasje	0	1	0	0	-1	0	Endret arbeidsunderlag (1 uke), forsering (-1 uke)
Sluttfrist	0	0	0	0	0	0	
Sum	4	3	1	1	-1	8	

Sum byggherreforhold							Kommentarer
Grunnlag for fristforlengelse	3	3	0	1	0	7	Inkl. 3 uker allerede tilkjent for grunnforhold
Grunnlag for vederlagsjustering	3	3	0	0	0	6	Som over

Sum entreprenørforhold							Kommentarer
Grunnlag for dagmulkt	1	0	1	0	-1	1	

Avsluttende bemerkninger

- Det finnes en rekke metoder og teknikker for analyse av forsinkelser
- Hvilken fremgangsmåte man bør velge avhenger av hensikten med analysen, datagrunnlaget, tilgjengelig tid og budsjett
- Kompliserte analysemetoder gir ikke nødvendigvis et sikrere resultat («garbage in = garbage out»)
- Enklere metoder kan ofte være mer hensiktsmessige
- Det sentrale er at man ivaretar de grunnleggende prinsippene mht. virkning på kritisk linje, årsakssammenheng og risikofordeling