

Byggekostnadsprogrammet

Hvordan unngå prosjekteringsfeil

Kvalitetssjef Endre Grimsmo COWI AS

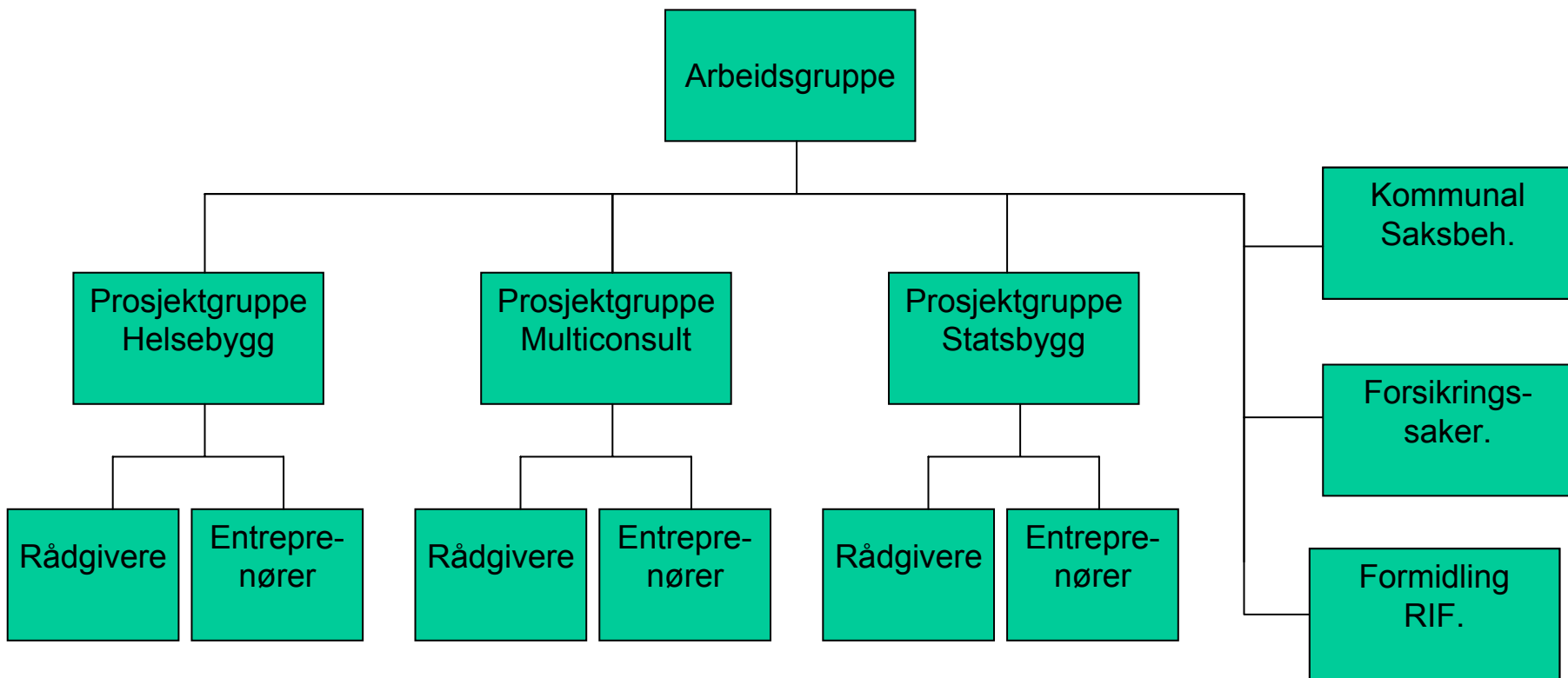
Målsetting

- Prosjektets mål er å kartlegge årsaker til prosjekteringsfeil i forskjellige typer prosjekter, å finne "best praksis" for prosjektplanlegging og gjennomføring, som gir liten grad av prosjekteringsfeil.
- Et viktig delmål er å sørge for deling av tilegnet kompetanse med BA-bransjen generelt.

Omfang, fremdrift

- Prosjektet vil løpe over tre år, med oppstart i 2005 og vil avslutte i 2008.
- Planlegging og grunnlag for prosjektgjennomføringen vil bli etablert i løpet 2005.
- Gjennomgang av case-prosjekter vil skje i løpet av 2006-2007.
- Erfaringskartlegging/implementering og formidling av prosjektresultater vil skje i 2007-2008.
- Planlagt prosjektramme er på kr. 3.450.000,- med finansiering fra Byggekostnadsprogrammet på kr 1.450.000,-.

Organisering av prosjektet



Prosjektprosess

1. Etablering av arbeidsgruppe som forbereder grunnlag og følger opp prosjektet
2. Forberedende møte med prosjektgruppen, kartleggingsmøte
3. Kartleggingsmøte med byggherrens prosjektledelse, fagansvarlige og byggeledelse
4. Gjennomgang av registreringer
 1. Endringslister
 2. Avvikslistor
 3. Endringskrav
5. Oppfølgingsmøte med prosjektgruppen, gjennomgang av observasjoner
6. Kartleggingsmøte (Revisjon) med entreprenører
 1. Bygg
 2. Rør
 3. Luft
 4. EL/IT
 5. TI

1. Kartleggingsmøte med rådgivere(Revisjon, avklaring av årsakssammenhenger)
 1. Ark
 2. Bygg
 3. VVS
 4. EL
 5. Spesialrådgivere
2. Fellesmøter for gjennomgang av observasjoner
3. Oppfølgingsmøte med prosjektgruppen
4. Oppsummering, implementering av erfaringer

Kilder for registrering av feil

- Endringslister
 - Endringer initiert av byggherre/bruker
 - Avglemte poster
 - Regulering av mengder
- Endringskrav, oversiktsliste og separate spesifikasjoner i krav, Krav om tillegg fremmet av entreprenør på grunn av:
 - Avviksmeldinger
 - Endringer initiert av byggherre/bruker
 - Avglemte poster
 - Regulering av mengder
 - Kostnader påført entreprenør av andre
- Avviksmeldinger, avvikslog
 - Registreres av alle parter
 - Overføres til endringskrav der det er relevant

Merkostnader

- Mangler som kun medfører endring i mengder, vil normalt ikke medføre kostnader ut over det som ville bli resultatet av komplett prosjektering, forutsatt faste enhetspriser
Dette gjelder:
 - Generell mengdekontroll
 - Detaljering som medfører endring i mengder
 - Justering av regulerbare mengder
- Følgende forhold påførte byggherren merkostnader:
 - Sen leveranse av tegninger, med forsinkelser og urasjonell drift
 - Endringer av ferdig utførte løsninger
 - Sen avklaring med konsekvenser for grensesnitt og fremdrift
 - Sen påvisning av hulltaking, med kostbar kjerneboring som resultat.
 - Ettermontering med urasjonell drift
 - Tilpasning til sent levert utstyr



Laboratoriesenteret



| | |
|------------------------|--|
| Bygning | 25 400 m ² Arealandel NTNU: 62% 2 Hovedfløyer (+ mellomfløy) 5 etasjer, 2 underetasjer Bæresystem: Betong, Betongelementer, Stål Fasader: Tegl, Glass, Stål |
| Funksjoner: | Kliniske Laboratorier Undervisningslaboratorier Forskningslaboratorier Undervisningsrom Obduksjon/Disseksjon Blodbank Bårekapell Administrative funksjoner 442 ansatte: St.O.H/NTNU-DMF/HiST 276 studenter: Medisinere (NTNU-DMF), Bio.ing. (HiST), Andre fakulteter (NTNU) |
| Kontraktmodell: | Delte Hovedentrepriser |
| Fremdrift: | Byggstart 09.12.2002 Full drift: 30.01.2006 |

Registreringer av feil

- Spesifikasjon, beskrivelse
 - Manglende oppdatering av romdatabase og utstyrslistes, avvik mellom romdatabase og spesifikasjon
 - Feil mengder i spesifikasjon og dermed i kontrakt med entreprenør
 - Ikke samsvar mellom beskrivelse og tegning/skjema
- Tegninger
 - Grensesnitt-tilpasning, manglende snitt, detaljer, skjema, oppriss
 - Manglende samsvar mellom tegninger, skjema, mengdebeskrivelse etc,
 - Manglende merking på tegninger
 - Montasje kan ikke utføres i henhold til tegning, uhensiktsmessig løsning
 - Detaljer er ikke løst på tegning, må løses på byggeplass
- Arbeidstegninger
 - Utarbeidelse av arbeidstegninger, kompletteringer og endringer
 - Endring i arbeidstegninger, nye løsninger som ikke er med i avtalen med entreprenør
 - Manglende formidling av endringer i arbeidstegninger mellom fag
 - Manglende fremdrift på levering av arbeidstegninger
 - Utydelige tegninger som ikke kan leses
 - Manglende merking av revisjoner

Registreringer av feil

- Faglige feil
 - Feil løsninger, uheldige løsninger, må gjøres om
 - Feil dimensjonering
 - Feil materialvalg i forhold til funksjon
 - Manglende robusthet i løsninger
- Grensesnitt
 - Manglende tegninger for avklaring av grensesnitt, manglende snittegninger, feil i målsetting av detaljer
 - Manglende koordinering av endringer mellom fag
 - Fysiske kollisjoner
 - Manglende ferdigstilling i grunnlag fra andre fag
 - Feil plassering av utsparinger og hulltakinger på grunn av kollisjon med bygningskonstruksjoner
 - Ekstraarbeider med tetting og flikking av feil utsparinger
 - Sen påvisning av kjerneboring ekstrakostnader med utførelse av arbeidet

Registreringer feil

- Byggutstyr
 - Sent mottatte data for utstyr
 - Tilpasning til levert utstyr og innredning som ikke er løst på tegning, eller er feil på tegning
- Endringer
 - Endringer initiert av byggherre eller bruker
 - Endring i regulerbare mengder
 - Alle fradrag i forhold til avtale på grunn av endringer i spesifikasjoner og arbeidstegninger

Fordeling kostnader

| | Bygg | Inn- redning | Utstyr | Rør | Luft | EI |
|--|------|-----------------|--------|-------|------|------|
| Tegninger og beskrivelse | 20 % | 29 % | 0 % | 14 % | 9 % | 2 % |
| Arbeidstegninger | 18 % | 1 % | 0 % | 16 % | 1 % | 10 % |
| Fremdrift tegning | 1 % | 0 % | 0 % | 9 % | 4 % | 0 % |
| Faglig feil | 6 % | 19 % | 0 % | 14 % | 9 % | 4 % |
| Mellomfløy/ Sandblåsing/ Sprinkler/ sonebokser | 13 % | | | 31 % | 26 % | |
| Grensesnitt | 3 % | 4 % | 11 % | 8 % | 10 % | 13 % |
| Utstyr | 0 % | 1 % | 0 % | 9 % | 3 % | 1 % |
| Endring | 26 % | 32 % | 7 % | -23 % | 0 % | 19 % |
| | | | | | | |
| Sum | 88 % | 87 % | 18 % | 78 % | 62 % | 49 % |
| | | | | | | |
| Andre | 12 % | 13 % | 82 % | 22 % | 38 % | 51 % |

Fordeling av feil

- RIB har store kostnader på en dimensjoneringsfeil.
- ARK har store kostnader på grunn av mangler i spesifikasjon og tegninger, spesielt på grunn av manglende detaljer. Har til dels store kostnader på grunn av endringer i løsninger.
- Rør har betydelige kostnader med sprinkleranlegget og en del spesialanlegg. Har også kostnader på grunn av endringer i løsninger og mangler i spesifikasjon og tegninger, spesielt med hensyn til grensesnitt mot andre.
- Luft har store kostnader på grunn av mangler i leveranse av ett system som skyldes uklar ansvarsdeling mellom prosjekterende og utførende/leverandør
- El har størst kostnader med grensesnitt og endringer i forbindelse med utarbeiding av arbeidstegninger. Det har vært omfattende endringer/revisjoner i tegninger. Det har vært mye kollisjoner mellom installasjoner og bygningskonstruksjoner

De viktigste utfordringene

- Riktig kommunikasjon med brukerne, ajourføring av grunnlaget (ROFUS)
- Kommunikasjon mellom alle parter som sikrer en løsningsorientert organisasjon. Unngå posisjonering
- Håndtering av spesielle tverrgående systemer som rørpost. Uklare ansvar for grensesnitt
- Kontroll av mengder
- Tverrfaglig koordinering mellom de prosjekterende i byggefasen, håndtering av arbeidstegninger, kontroll av detaljer og grensesnitt
- Funksjon til teknisk integrator
- Behandling av avvik, endringslister og endringskrav
- Spesielle systemer der kompetansen hos de prosjekterende er mangelfull

Generelle erfaringer

- De fleste har et positivt helhetsinntrykk av prosjektet
- Prosjektet har benyttet forholdsvis mye penger på prosjektering. Resultatet, kvaliteten på prosjekteringen er som normal.
- Prosjektet hadde en del nye rigide systemer, f.eks krav til felles DAK-system, Lab.senteret var "først i løypa"

Byggherre prosjektledelse

- Byggherreorganisasjonen virket uoversiktlig med mange sideprosjekter (tverrgående) som levde sitt eget liv. Disse prosjektene burde vært bedre koordinert mot senterprosjektet.
- Det er et omfattende antall grunnlagsdokumenter som er vanskelig å forholde seg til
- Prosjektledelsen ble oppfattet kun å være byggherrens part, mer opptatt av å definere ansvar i stedet for å finne løsninger. Det opplevdes å være en anstrengt tone i prosjektet
- Prosjekteringsgruppen savnet en aktiv faglig koordinerende prosjekteringsleder
- System for prosjektstyring med månedsrapportering har vært bra og lærerikt
- System for kontroll av prosjektering var for ambisiøst i startfasen, men fikk praktisk tilpasning etter hvert
- Byggherren hadde fokus på mindre vesentlige detaljer ved kontroll av tegninger

Brukererfaringer

- Skikkelig funksjonsgjennomgang med brukerne ga mindre endringer senere.
- Der det var sterk brukerpåvirkning fikk man større grad av skreddersøm med kostbare og lite fleksible løsninger.
- Generelt bør en unngå for mye spesialisering og heller å satse så langt det er mulig på generelle løsninger.
- Brukerorganisasjonen hadde egen arbeidsgruppe med representanter fra de forskjellige institusjoner som fungerte bra og bidro til noe generalisering av løsningene.
- Romfunksjonsdatabasen ble ikke holdt ajour. Det ble derfor en del avvik mellom underlag til brukerne og arbeidsunderlag på byggeplass. Dette medførte endringer etter ferdigstilling
- Mottak og utførelse av Labinnredninger ble koordinert av byggherre. Dette medførte manglende koordinering mot de prosjekterende.
- Sterke brukergrupper vil ha spesialløsninger som er lite fleksible og kompliserende for prosjektet.
- Prefabrikkerte bygningskonstruksjoner er vanskelig å tilpasse spesialløsninger

Prosjekterende

- Prosjekteringsgruppen fungerte bra sammen og hadde god prosess mot byggherren
- IDK-kommentarer fra Byggherrens gjennomgang ble ikke fulgt opp
- Dårlige løsninger identifisert tidlig i byggefasen, ble ikke fulgt opp senere i prosjektet
- Prosjekteringen bærer preg av at de prosjekterende ikke kjenner byggeplassen godt nok
- De prosjekterende skulle i utgangspunktet ikke være på byggeplass. De prosjekterende uttrykker at det vil være hensiktsmessig at de får en problemløsningsrolle på byggeplass
- Mengdekontrollen har vært mangelfull, mye regulerbare mengder
- En del løsninger har ikke vært robuste nok

Samspill mellom partene

- God kommunikasjon mellom prosjekterende og utførende medførte gode løsningsorienterte prosesser
- Dårlig kommunikasjon mellom partene var konfliktfremmende
- Det bør etableres samarbeide mellom entreprenør og prosjekterende vedrørende utarbeidelse av arbeidsunderlag
- Tegningsleveranse bør samordnes med produksjonsplan på byggeplass
- Entreprenørene utnyttet feil i prosjekteringen til egne fordel som f.eks fristforlengelse.
- Prosjektet vil gå bedre dersom alle parter er løsningsorientert i stedet for å sikre egne rettigheter når problemer oppstår

Tverrfaglig koordinering

- Tverrfaglig koordinering mellom de prosjekterende var mangelfull i byggefasen.
- I en hektisk produksjonsfase er det ikke hensiktsmessig å koordinere tverrfaglig med å sende tegningspakker mellom fagene. Det er alltid noen som ikke makter å følge med i opprettingen
- Koordinerende møter for grensesnittbehandling vil være mer praktisk. Byggemøtene burde vært felles, ikke separate pr. fag.
- Det var generelt for lite snittegninger i prosjektet
- Spesielle installasjoner som rørpost var ikke med på snittegninger
- Det vil trolig være bedre bruk av ressurser å la de prosjekterende bidra med å løse flere detaljer på byggeplass i stedet for på tegning?

Tegninger

- Omfattende rutine for håndtering (utsendelse, kontroll, godkjenning) av arbeidstegninger fungerte ikke i produksjonsfasen.
- Et stort antall revisjoner av tegninger er vanskelig å følge opp, markering av tidligere revisjoner faller ut ved neste revisjon. Det var noe slurv med markering av revisjoner i starten av prosjektet
- Områder som ikke er avklart eller er beheftet med usikkerhet, bør markeres på tegning.
- Kotesetting bør være i forhold til dekkekonstruksjonen, ikke i forhold til referansepunkt i etasjen
- Bruk av speilvendte snitt er vanskelig å forholde seg til for de utførende

Avvik og endringsbehandling

- Endringsbehandling mot brukerne var godt organisert og fungerte bra.
- Behandling av avviksmeldinger, endringslister og endringskrav har vært svært ressurskrevende.
- Forenkling av endringsprosessen vil være hensiktsmessig
- Stort antall avvik resulterte i forenklet avviksmelding med e-post
- Det er gode erfaringer med håndtering av endringslister med G-prog blant de prosjekterende. Entreprenørene hadde ikke samme system og måtte håndtere endringslister manuelt.

“Problemsystemer”

- Sprinkler
 - Manglende felles forståelse av detaljering mellom prosjekterende og utførende
- P3
 - manglende kompetanse, valg av leverandør uten lokal kompetanse
- Sonebokser
 - som P3, feil støydata
- Formalin, rent vann
 - uklare kompetansegrensesnitt
- Teknisk integrator, Rørpost etc
 - vanskelig kommunikasjon mellom senter og tverrgående prosjekter

Utstyrsprosjektet

- Sterke brukergrupper vil ha spesialløsninger som er lite fleksibel og kompliserende for prosjektet.
- Prefabrikkerte bygningskonstruksjoner er vanskelig å tilpasse spesialløsninger

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Flerbruksbygg for Studentsamskipnaden i Stavanger

| | |
|----------------|--|
| Bygning | 5050 m2 BTA |
| | 3 etasjer + underetasje. Den 3.etg kun råbygg (ikke tatt i bruk) |
| | Bæresystem : Betong, betongelementer og stål |
| | Fasade : Betongelementer med glass og stål |

| | |
|-------------------|--|
| Funksjoner | Flerbrukshall (22x44 meter + tribune for 350 personer) |
| | Klatrehall, Fitnessenter, Aerobic- / flerbruksrom |
| | Garderobeanlegg for aktiviteter ute og inne |
| | Vestibyle, kontorer og møterom for studenter |

| | |
|-----------------------|---|
| Kontraktmodell | Fram til skisseprosjekt – kontrakt med MULTICONSULT og arkitekt |
| | Forprosjekt samhandlingsmodell med garantert maks pris |
| | Detaljprosjektering og utførelse totalentreprise |

| | | |
|-----------|-------------------------------|-------------|
| Framdrift | Oppstart forprosjekt : | juni 2003 |
| | Byggstart: | januar 2004 |
| | Ferdigstillelse, driftsstart: | august 2005 |

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Kostnader

| | |
|--|-----------------------|
| Kontraktsbeløp | Kr 40 655 000 eks mva |
| Endringer bestilt av byggherren | Kr 623 000 eks mva |
| Prosjekteringsfeil betalt av totalentreprenøren | Kr 200 000 eks mva |
| Utførelsesfeil betalt av totalentreprenøren | Kr 600 000 eks mva |
| Feil betalt av de prosjekterende og underentreprenører | Ikke kjent |

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Kilder for registrering av feil

Registrering av prosjekteringsfeil begrenser seg til detaljprosjektering og utførelsesfasen.

- Gjennomgang av endringer på tegninger
- Gjennomgang av referater fra prosjekteringsmøter
- Gjennomgang av byggemøteterferater

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Spesifikasjon, beskrivelse

- Manglende spesifikasjoner for brannbeskyttelse stålkonstruksjoner
- Manglende oppfølging av lydkrav
- Manglende oppfølging av spesielle krav til belegg i styrkerom
- Manglende oppfølging av "Gulboka" til Statsbygg
- Manglende avklaring om spesielle krav til luftmengder i treningsrom
- Avklaring av meningen med tung bruk og hva dette medfører
- Konsekvenser av og tilfredstille universell utforming

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Tegninger

- Manglende samsvar mellom romskjema og tegninger
- Slagretninger på dører (squach)
- Manglende detaljer for buldre balkong
- Ikke inntegnet tilstrekkelig sluker i våtrom
- Grensesnitt-tilpasning, manglende snitt-tegninger føringsveier
- Mangler adkomst til tak
- Manglende detaljering mellom elementer og tømmermannsarbeid
- Ikke tilstrekkelige veggtykkelser for å ivareta sanitærinstallasjoner
- Ikke tilstrekkelig tykkelse på gulvelementer for å ivareta lydkrav
- Manglende detaljer beslagarbeid

Delprosjekt Stavanger - SiS hallen

Byggutstyr

- Manglende kvalitetssikring av leveranser fra byggherren som ikke inngår i kontrakten med totalentreprenøren

Prosjekteringsfeil – delprosjekter Brann

Brann

Gjennomgang av prosjekteringsfeil for fagområdet brann basert på referanser fra nettverkskontakter i MULTICONSULT og COWI AS og Brannvesenet for Sør Rogaland

Vi har valgt BRANN som et delprosjekt fordi:

- Erfaringsmessig mange feil i forbindelse med prosjektering av brann
- Brann er et fag som griper inn i mange andre fag og trenger tverrfalig koordinering
- Brannprosjektering utføres av både av RIBr, ARK og andre med blandet hell.
- Utførelse av brannforbyggende tiltak er ikke noe fag, men griper inn i en rekke fag og trenger således en overordnet styring på byggeplassen.

Vi har valgt BRANN som et delprosjekt fordi:

- Erfaringsmessig mange feil i forbindelse med prosjektering av brann
- Brann er et fag som griper inn i mange andre fag og trenger tverrfaglig koordinering
- Brannprosjektering utføres av både av RIBr, ARK og andre med blandet hell.
- Utførelse av brannforbyggende tiltak er ikke noe fag, men griper inn i en rekke fag og trenger således en overordnet styring på byggeplassen.

Brannkonsept

- Manglende brannkompetanse i idéfasen, utforming i konflikt med brannkrav
- Mangler i brannkonseptet, må kvalitetssikres gjerne av uavhengig kontrollør. Feil dimensjonering av seksjonsarealer med brannbelastning og brannmotstand
- Brannkonseptet blir ikke fulgt opp i detaljfasen
- Endringer i prosjekteringen blir ikke kvalitetssikret mot konsept
- Manglende brannkompetanse i detaljprosjekteringen. Brannrådgiver står for brannkonseptet, men bidrar ikke med kvalitetssikring av detaljløsningene.

Brann Faglige feil

- Faglig uenighet mellom Brannrådgiver, myndighet og uavhengig kontrollør
- Feil i grensesnitt, manglende grensesnittavklaring og grensesnittkontroll, f.eks dører
- Dårlig personsikkerhet, mangler brannalarm, feil dimensjonering av rømningsskilt/rømningsslys
- Svakheter i brannskille, ivaretar ikke regelendringer
- Flytting av brannskille tar ikke hensyn til nye flankekonstruksjoner
- Manglende samordning av brannsikring av bærekonstruksjoner
- Røykventilasjon dimensjoneres feil, manglende tilluft
- Innfelling av utstyr i brannvegger
- Manglende totalvurderinger med tilbygg/ombygging
- Arkitekt og byggherre presser frem "spenstige" løsninger som er i strid med brannkrav
- Detaljer av branntetting blir ikke tegnet ut eller overlates til leverandør

Brann Rømningsveier

- Rømningsveier ikke tilfredsstillende
 - rømning gjennom brannceller
 - Rømningsvei "strupes"
 - misforhold mellom lysmål og utsparingsmål
 - fare for røykspredning til rømningsveier
 - For få barrierer til rømningstrapp, feil trapperomstype
 - Rømningsdører sperres på grunn av skallsikring
 - Rømningsveier sperres av lagring av søppel og varer