Notat (Arbejdsnotat)

Kunde		Projektnr.	
Projekt		Dato	Click here to enter a date.
Emne	Koordinering af leverandør projektering	Initialer	Niels Ole Karstoft, Niras Rasmus Møller Jensen, Zublin

Fordeling:

Indledning

Den klassiske fasemodel tager udgangspunkt i, at der i fasen 'Hovedprojekt' blev lavet et projektmateriale, hvor alt var projekteret i en detaljeringsgrad, så det kunne danne grundlag for udbud og kontrahering og herefter bruges direkte som grundlag for produktionen uden andre tiltag fra entreprenørernes side end at udarbejde arbejdstegninger med yderligere detaljering i relation til det konkrete arbejdes udførelse, hvor dette var nødvendigt.

Hovedprojektet dannede som sådan direkte grundlag for arbejdets udførelse.

Dette er kun gældende for få arbejder i dag.

I dag er der en række bygningsdele, der fra entreprenørernes side leveres som systemleverancer, således at leverancen, udover at omfatte en fysisk bygningsdel, også omfatter projektering ud fra projektmaterialets kravspecifikationer. Det klassiske eksempel er betonelementer, men princippet er også udbredt til mange andre bygningsdele/leverancer fx vinduer, facader/glasfacader, kompletering/loftsystemer ventilationsanlæg/klimaanlæg, sprinkling, CTS osv.

Dette er en hel naturlig konsekvens af industrialisering og masseproduktion, hvor byggebranchen fortsat er bagud for andre brancher, men udviklingen er den samme.

En udvikling der betyder, at Siemens har deres system inden for bl.a. CTS og Honeywell og Schneider Electric tilsvarende deres.

Det giver således ikke mening at detailprojektere et CTS-anlæg. I bedste fald udføres forgæves arbejde og i værste laves et udbudsmateriale, der fjerner konkurrenceelementet, idet det projekterede enten er målrettet en enkelt leverandørs system og dermed giver denne nogle konkurrencemæssige fordele eller giver bindinger og dermed fordyrende tilpasninger til de enkelte leverandørers systemleverancer.

Hertil kommer, at det offentliges ønske/krav om at alt skal konkurrenceudsættes også trækker i retning af, at udbudsprojekters detaljeringsgrad ændres til alene at omfatte kravspecifikationer og fysiske rammer inkl. føringsveje (og ikke detailprojekt), som grundlag for tilbudsgivning på arbejdet og at arbejdet udover

selve bygningsdelen også indeholder detailprojektering i relation til arbejdet/bygningsdelen.

Der vil således være forskel på hovedprojektets detaljeringsgrad for de enkelte bygningsdele og leverancer ved udbud og kontrahering, selv om der udbydes på hovedprojektniveau.

Denne kendsgerning medfører, at der efter tilbudsgivning og kontrahering kommer projekttilpasninger, der kan få (får) konsekvenser for de tilstødende arbejder og entrepriser. Konsekvenser der typisk er geometriske, men som også kan medføre tekniske forhold.

At kortlægge og løse omfanget af disse projekttilpasninger tager tid og vil herudover også medføre, at tilbudspriser skal justeres. Teoretisk i både op og ned ad gående retning, men i praksis kun opad.

Rammerne herfor skal beskrives i udbudsmaterialet og udbudstidsplanen skal indeholde både leverandør/entreprenørprojektering og tid og proces for håndtering af koordinering og opdatering af fagmodeller og designmodeller.

Arbejdet med koordinering og konsistenskontrol af fagmodeller og designmodeller, også hvad angår leverandør-/entreprenørprojektering, skal være afsluttet i så god tid før arbejdernes opstart at der ikke kommer ineffektivitet i produktionen pga. uafklarede forhold.

For mange byggesager vil der udover ovenstående også være tale om, at der arbejdes med forskudt udbud af de enkelte arbejder og entrepriser.

Baggrund for de forskudte udbud kan enten grunde i lange leveringstider på fx råhus/betonelementer eller i et ønske om at få projektøkonomien fastlagt gradvis således, at projektering af efterfølgende arbejder, hvad kvalitet og omfang angår, kan målrettes projektøkonomien.

Der er her samme principielle problemstilling i relation til projekttilpasninger og justering af tilbudspriser.

Målet med de angivne tiltag er at formalisere en proces, der sikrer overblik og bygbarhed og mindsker krav og konflikter under arbejdsudførelsen ud fra det ønske, at den bedste måde at undgå problemer på er, at arbejde på en måde så de ikke opstår.

Ved anvendelse af udelukkelsesprincippet vil dette arbejde være en del af Projektopfølgning uagtet at det aldrig har været en del af den klassiske indsats der har ligget i projektopfølgningen.

Enten skal denne fase suppleres med dette arbejde eller også skal der formelt set laves en ny fase der omfatter indsatsen fra udbudsmateriale og kontrahering til at projektmaterialet får en detaljeringsgrad så det kan danne grundlag for produktion, som det var tænkt i den oprindelige fasemodel.

Det sidste er at foretrække således at der bliver fælles forståelse for at et projektmateriale har forskellig udformning og detaljeringsgrad afhængig af om det er et projekt til udbud eller et projekt til udførelse og for den sags skyld også et projekt til drift.

Nærværende notat beskriver med udgangspunkt i de nuværende faser de typiske udfordringer som byggeriets parter oplever i forbindelse med koordinering af leverandørprojektering og projektopfølgning og kommer med forslag til løsninger, der kan bidrage til en bedre projektopfølgning og dermed et mere smidigt samarbejde.

Udfordringer og løsninger betragtes fra et BIM perspektiv.

Tilblivelse

Dokumentet er blevet til på baggrund af to møder mellem Züblin A/S (ved Rasmus Møller Jensen) & Alectia A/S (ved Niels Ole Karstoft). Dokumentet skal betragtes som et oplæg til videre diskussion og bearbejdning mellem parterne FRI, DANSKE ARK, Dansk Byggeri & Tekniq.

Resumé

Dokumentet identificerer typiske roller for byggeriets projekterende og udførende parter, fælles udfordringer, samt forslag til fælles løsninger på problemstillinger i hovedprojektfase og projektopfølgning med det formål at sikre en bedre koordinering af leverandørprojektering og en bedre projektopfølgning ved anvendelse af BIM som grundlag og informationsværktøj for denne koordinering i samspillet mellem byggeriets parter som vist i figur 1.

Figur 1 – Eksempel på input fra forskellige aktører til fællesmodellen. Omfanget af forskellige aktører resulterer i en kompleks koordinering og projektopfølgning i udførelsesfasen mellem designmodeller (udført af rådgiver) & udførelsesmodeller (udført af entrepre**nører og leverandører).**

Roller i forbindelse med Koordinering af leverandørprojektering og projektopfølgning

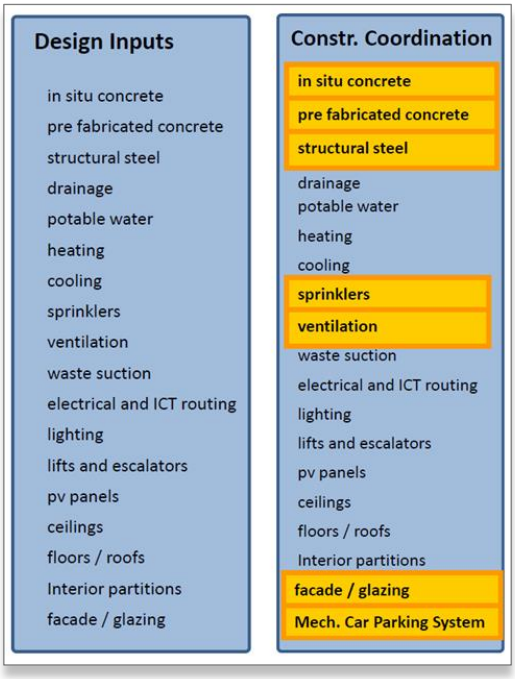
Rollerne beskrives som de er i dag med udgangspunkt i en klassisk model med hovedentreprise.

1. **UE projektering og modellering samt egenkontrol og grænseflade-kontrol:** UE er ansvarlig for egen projektering og modellering, for koordinering i forhold til grænseflademodeller, samt for kvalitetssikring af egen model inden fremsendelse (geometri og bygbarhed i relation til modellen).
2. **BIM koordinator (rådgiver, entreprenør eller tredjepart):** Varetager bygningsmodellens "liv" – designmodeller og udførelsesmodeller. Herunder geometri og bygbarhed, samling af fagmodeller, konsistenskontroller, tæt samarbejde med projekteringsleder, tværfaglig granskning. Rollen er en naturlig del af projektopfølgning men kan varetages af andre fx styringsentreprenør. I en hovedentreprise er der dog den udfordring at hovedentreprenøren ikke er ansvarlig for designteamet og det overordnede design.
3. **Styringsentreprenør granskning af modeller/arbejdstegninger:** Granskning/kvalitetssikring af designgrundlag 2D/3D fra rådgiver. Granskning af UE modeller/arbejdstegninger. Hovedentreprenør har styringsansvaret for UE'ere i denne fase og er således overordnet ansvarlig for at UE'er leverer iht. planen.
4. **Rådgiver:** Ansvar for opretning/ajourføring af designmodeller der ikke erstattes af fagmodeller. Overordnet designansvar. Granskning/gennemsyn af fagmodeller og grænseflader. Se også YB12 kap 3.5.1 stk. 3.
5. **Projekteringsledelse:** Ansvar for at projekteringen gennemføres og at der udarbejdes organisationsplan med kommunikationsveje og beslutningsprocesser med tilhørende tidsplan også for den del af projekteringen der udføres efter entrering.

<u>Hovedprojektfase – design/projektering er ikke afsluttet ved entrering.</u>

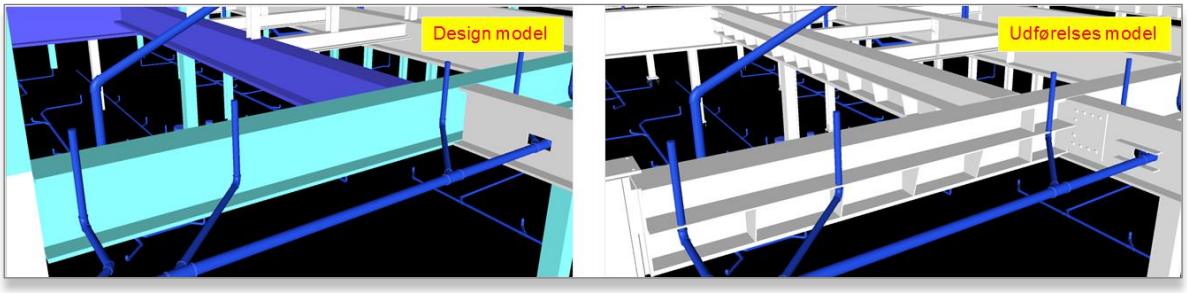
De typiske udfordringer som kommer af at projekteringen ikke er afsluttet parallelt for alle disciplinerne ved entrering er eksemplificeret nedenfor

1. **Stor andel af systemleverancer og leverandør-/entreprenørprojektering giver udfordringer i udførelsesfasen:** En større andel af et projekt udbydes i dag som leverandør-/entreprenørprojektering med krav til modellering i 3D (f.eks ventilation, sprinkler og facade), eller som generelle detaljer, der af UE/hovedentreprenør skal omsættes til specifikke detaljer og modelleres i 3D (f.eks. stål og beton). Hovedprojektets færdighedsgrad afhænger i høj grad af andelen af leverandør-/entreprenørprojektering og krav til yderligere projektering/detaljering via udførelsesmodeller/arbejdstegninger. Kompleksiteten i udførelsesfasen stiger med øget omfang af leverandørprojektering.



Figur 2 - Eksempel på andel af designmodeller der videreudvikles til udførelsesmodeller. Udførelsesmodeller er markeret med gult.

2. **Udbudstidsplan => hovedtidsplan og projekteringstidsplan:** Udbudstidsplan skal sandsynliggøre, at der er tid til at udføre leverandørprojektering og opfølgning. Dvs. at udførelsesmodeller for funktionsudbud af f.eks. beton, stål, ventilation, sprinkler & facade først udarbejdes efter hovedprojekt, og dermed at f.eks. konsekvenser for grænseflade-fag og udsparinger i hovedkonstruktionen først kendes nøjagtigt senere. Der skal være tid til leverandørprojektering og specielt tid og proces for håndtering af koordinering og opdatering af fagmodeller og designmodeller så alle konsekvenser bearbejdes/håndteres. Der er et fælles ansvar mellem bygherre, rådgiver, entreprenør og leverandør for, at den rette tid sættes af til leverandør-/entreprenørprojektering i hovedtidsplanen.
3. **Bedre kvalitet af BIM modeller:** "Tillæg til ydelsesbeskrivelsen Byggeri og Planlægning 2012 - 8.4 Digital projektering" sætter et godt niveau for fremtidige BIM modellering på projektet. Bedre kvalitetssikrede/konsistenskontrollerede BIM modeller resulterer i større færdighedsgrad af hovedprojektdesign og dermed større sandsynlighed for en vellykket projektopfølgning i udførelsesfasen.
4. **Geometriske informationsniveauer (LOD niveau) for designmodeller, der senere skal videreudvikles i leverandør-/entreprenørprojektering:** Hvor detaljerede skal designmodeller være, når de senere skal udvikles i leverandør-/entreprenørprojektering, eller skal færdigmodelleres ud fra generelle detaljer? Hvilket LOD niveau er god praksis. For lavt niveau betyder at kollisioner med grænseflademodeller ikke opdages før, at endelige fagmodeller/udførelsesmodeller udarbejdes af projekterende UE'ere, hvilket ofte er sent.



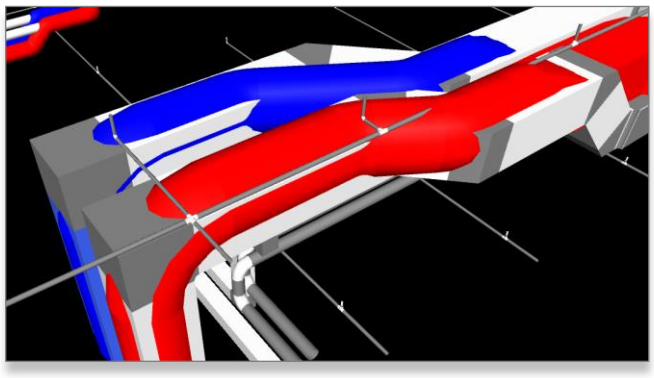
Figur 3 - Eksempel på forskelligt LOD niveau for designmodel og udførelsesmodel og konsekvenser i form af kollisioner med installationer.

5. **Leverandør-/entreprenørprojektering stiller krav til robusthed af design:** Det store omfang af leverandør-/entreprenørprojektering stiller krav til at designteamet udarbejder et robust projekt, der tillader en vis fleksibilitet i f.eks føringsveje og gennemføringer – det kan f.eks betyde, at der må allokeres mere plads til hovedføringsveje og større udsparinger, end hvis alle fag færdigprojekteres af rådgiver – en ekstra udgift, men en nødvendig konsekvens! Alternativt skal installationer mm. projekteres meget detaljeret, således at den projekterende UE'er i større omfang blot skal verificere et detaljeret projekt. Dette vil specielt være nødvendigt hvor der er pladsudfordringer – f.eks installationer over loft, eller pakkede teknikrum.
6. **BIM i hovedprojektfasen kan hjælpe til at håndtere det store omfang af leverandør-/entreprenørprojektering:** BIM kan hjælpe til at håndtere de mange leverandør-/entreprenørprojektering ved at sikre færdigkoordinering af grænseflader i hovedprojektet til et højere niveau end uden BIM.
7. **Konsistenskontrol som forudsætning:** Én af forudsætningerne for en effektiv projektopfølgning i udførelsesfasen er, at der er lavet konsistenskontrol af hovedprojektets BIM model og at konsistenskontrollen verificerer at projektet er af god kvalitet. BIPS publikation "Konsistenskontrol af bygningsmodeller" repræsenterer god praksis i branchen og kan anvendes som udgangspunkt. Konsistenskontrol afrapporteres med anvendte filtre/tolerancer samt beskrivelse af modellen i ord.

Figur 4 - BIPS konsistenskontrol.

Projektopfølgning – Koordinering af leverandørprojektering og opretning af hovedprojekt som grundlag for udførelsen

1. **Hovedprojektet når oftest ikke et niveau der svarer til definitionen i "Ydelsesbeskrivelser for byggeri og anlæg 2012": "**Hovedprojektet fastlægger opgaven entydigt og med en sådan detaljeringsgrad, at det kan danne grundlag for endelig afklaring af byggetilladelsens betingelser samt for udbud, kontrahering og udførelse." Ideelt set skal hovedprojektet have en kvalitet, således at geometri er løst/kan løses inden for de afsatte rammer.
2. **Uafklarede forhold i hovedprojektet:** Der er ofte for mange uafklarede forhold i hovedprojektet. En del kan henføres til den større andel af leverandør-/entreprenørprojektering og manglende input fra disse. Uafklarede forhold i projektet ud over hvad der kan henføres til den store andel af leverandør-/entreprenørprojektering bør elimineres, idet de øger kompleksiteten i koordineringen mellem hovedprojekt og leverandør-/entreprenørprojektering i en fase hvor tiden i forvejen er knap.
3. **Rådgiverinvolvering i forbindelse med projektopfølgning:** Ved at skubbe større dele af færdigprojektering ud til leverandør-/entreprenørprojektering skal rådgivere/bygherre også acceptere, at en større del af grænsefladekoordineringen skubbes til denne fase.
4. **Kassetænkning i forbindelse med grænsefladekoordinering mellem rådgiver og projekterende UE'er:** Det forventes ikke, at rådgiver tilpasser hovedprojekt til UE optimering, men det kan være svært at gennemskue (også for styringsentreprenøren) om der er tale om en optimering, eller en nødvendighed. Det er en tilbagevendende diskussion, der er født af de modsatrettede interesser: UE'er ønsker optimering, rådgiver ønsker at begrænse projektering til det absolut nødvendige. Dette øger kompleksiteten i projektopfølgning.



Figur 5 - UE ændring af firkantede ventilationskanaler i hovedprojekt (grå i designmodel) til runde kanaler (rød og blå i udførelsesmodel) med deraf følgende kollision med sprinkler model.

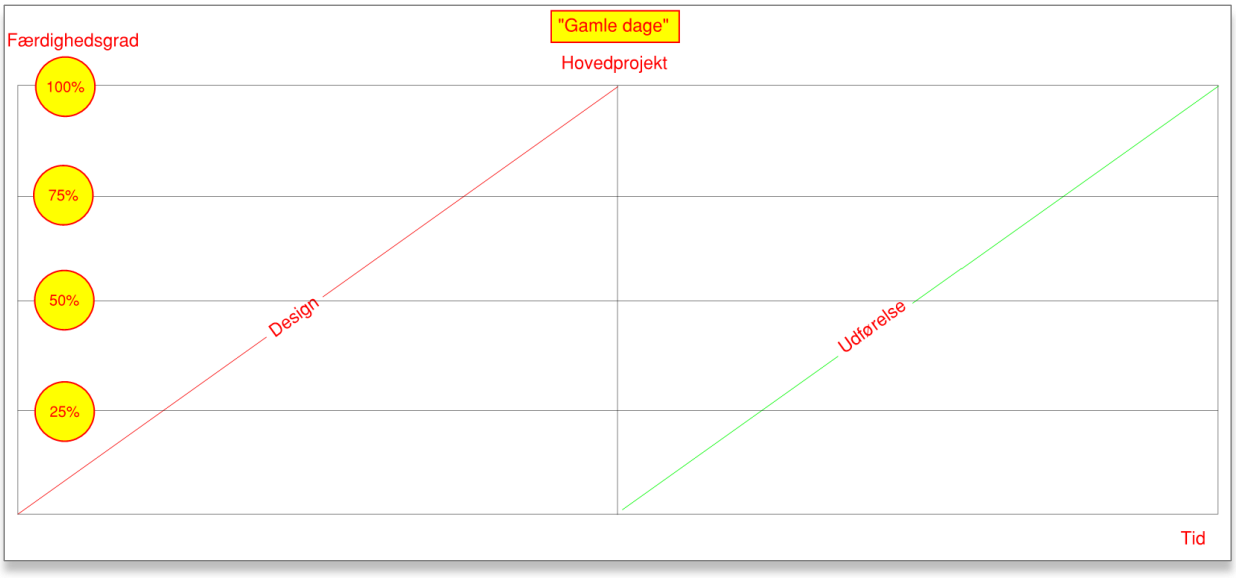
5. **Revisioner af tegninger/modeller:** Revisioner skal følges ad. Model vil af natur være forud for tegninger da tegninger genereres fra modellen, men der må ikke være stor tidsmæssig forskydning. Modeller fra UE'er skal granskes i fællesskab før grænseflade fag rettes til. Målet er, at alt overordnet geometri i 2D er udtræk fra en 3D model, og at den tidsmæssige forskydning minimeres. Tidsmæssig forskydning aftales i BIM/IKT procesmanual. I tilfælde af uoverensstemmelse mellem 2D tegninger og model, hvad er så gældende og hvordan håndteres det under projektopfølgning?
6. **Opdatering af hovedprojekt (designmodeller):** Designmodeller skal opdateres når UE modeller (udførelsesmodeller) viser at dette er nødvendigt. Her tænkes primært på grænseflademodeller der ikke videreudvikles til udførelsesmodeller. Hvordan, hvornår og i hvilket omfang opdateres de? Opretning af hovedprojekt efter UE-projektering kræver rådgiverdeltagelse (YB12 kapitel 3.5.2 stk 2 burde opdateres iht. dette).
7. **Kommentering af arbejdstegninger (2D/3D):** Kommenteres der i model eller på 2D planer? Uanset hvordan kommentarer formidles (2D eller 3D), skal 3D model være en del af materialet der granskes. Der skal stilles krav om dette i en BIM/IKT procesmanual.
8. **Manuel granskning af arbejdstegninger & modeller på tværs af fag:** Rådgiver-entreprenør samarbejde omkring granskning af fagmodeller. Følgende parter skal granske: Hovedentreprenør, UE'er, fagrådgiver, projekteringsleder, BIM-koordinator. Hvordan kan granskningsydelsen formaliseres? Ydelse/godkendelses matrice? Er stikprøve granskning nok, eller giver den ekstra detaljeringsgrad alle parter en ekstra ydelse?
9. **Grænseflader til fag eller dele af hovedprojekt der kun udføres i 2D:** Målet er, at alt overordnet geometri i 2D er udtræk fra en 3D model, men det opleves alligevel, at dele af et projekt kun udføres i 2D, enten grundet manglende evne eller vilje hos de projekterende rådgivere eller leverandører/entreprenører. Hvordan og af hvem håndteres grænseflader mellem modeller og fag, der kun udføres i 2D. Dette skal aftales i en BIM/IKT procesmanual.
10. **Automatiseret kollisionskontrol og konsistenskontrol af fagmodeller sammen med hovedprojektmodeller:** Der skal udføres konsistenskontroller af fagmodeller og oprettede hovedprojektmodeller. BIM-koordinator skal varetage denne tværfaglige konsistenskontrol. BIPS publikation "Konsistenskontrol af bygningsmodeller" re-

præsenterer god praksis i branchen og kan anvendes som udgangspunkt. Konsistenskontrol afrapporteres med anvendte filtre/tolerancer samt beskrivelse af modellen i ord.

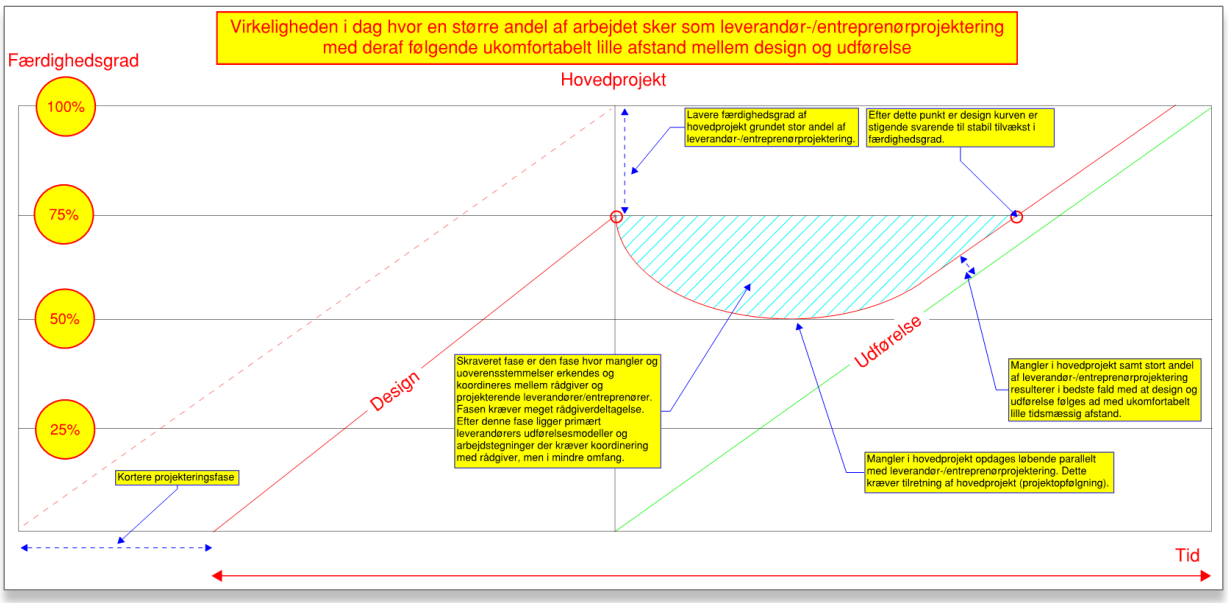
11. **Koordinering af geometri og geometrisk bygbarhed:** BIM koordinator. BIM koordinatorrollen i hovedprojektfase og udførelsesfase kan varetages af forskellige parter.
12. **Koordinering af grænseflader indbyrdes mellem forskellig leverandør-/entreprenørprojektering og mellem leverandør-/entreprenørprojektering og hovedprojekt:** Rådgiver skal sikre at grænseflader kan koordineres inden for de rammer, der er skabt i hovedprojektet. Koordinering af grænseflader mellem fag og mellem fag og hovedprojekt lægges ofte ud til den enkelte entreprenør uden en overodnet koordinering. Der skal udpeges en "Leverandør-/entreprenørprojekterings-koordinator", der kan varetage den overordnede korordinering for at sikre, at leverandør-/entreprenørprojektering koordineres indbyrdes og med hovedprojektet. Hvordan deles ansvaret med rådgiverteamets projekteringsleder hvis "Leverandør-/entreprenørprojekterings-koordinatorrollen" ikke varetages af projekteringslederen? BIM koordinator skal assistere "Leverandør-/entreprenørprojekterings-koordinator" med modelopfølgning. Hvordan håndteres ansvar for det samlede projekt/den samlede model hvis BIM koordinator ikke er rådgiver?
13. **Rådgiver, entreprenør eller tredjepart som BIM koordinator:** Hvordan styres projektopfølgning når det er hhv. rådgiver, entreprenør eller tredjepart, der er BIM koordinator på sagen. Kan der etableres best/good practice for de 3 forskellige muligheder.
14. **Styregruppe:** Skal der oprettes en BIM-styregruppe bestående af både rådgiver og entreprenør for at løfte niveauet og bryde grænser ned?
15. **Effektive BIM processer i udførelsesfase/opfølgningsfase kan hjælpe til at kompensere for de mange leverandør-/entreprenørprojektering:** Hvordan får vi nogle fælles velkendte værktøjer der beskriver processerne? Kunne det f.eks. være IKT proces manualen fra BIPS der videreudvikles?

Udvikling i design- og udførelsesfase grafisk

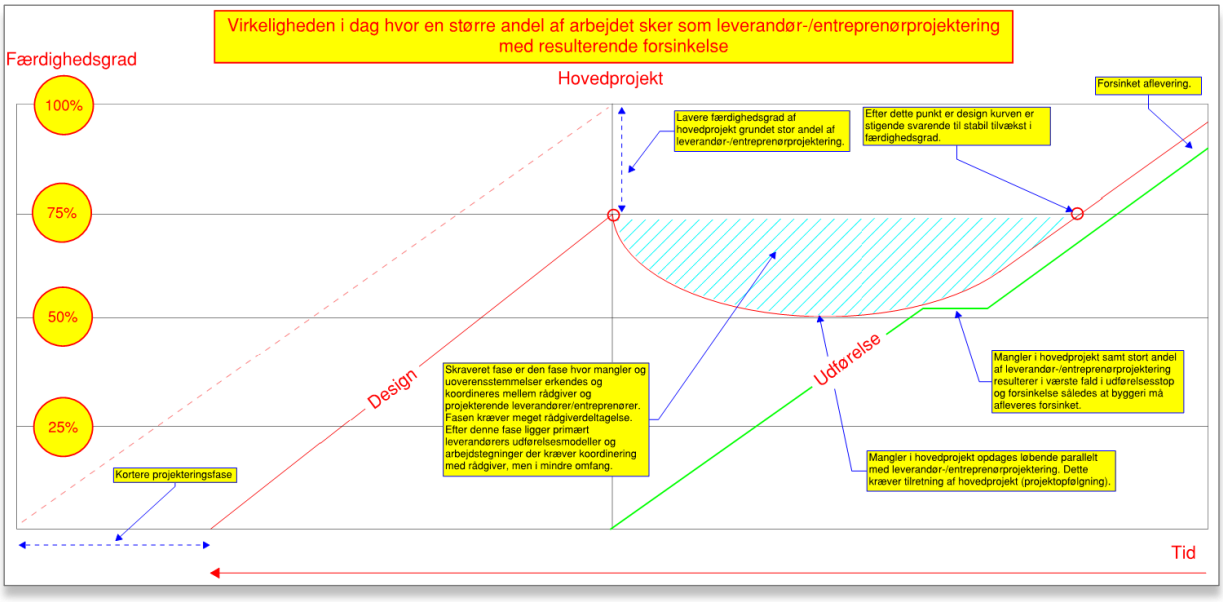
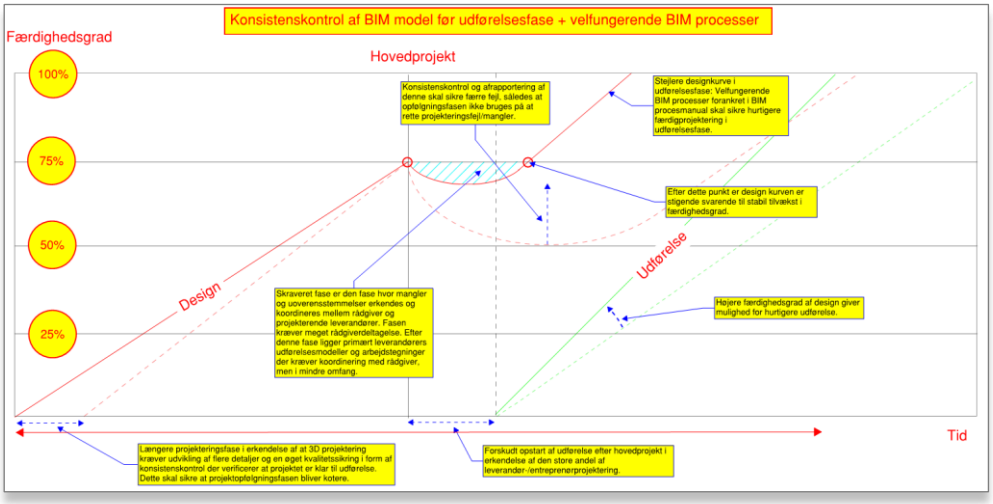
1. **Design og udførelse i "Gamle dage" uden leverandør-/entreprenørprojektering:**



2. **Design og udførelse "i dag", hvor en større andel af arbejdet sker som leverandør-/entreprenørprojektering med deraf følgende ukomfortabelt lille afstand mellem design og udførelse:**



3. Design og udførelse ”i dag”, hvor en større andel af arbejdet sker som leverandør-/entreprenørprojektering med resulterende forsinkelse



4. Design og udførelse med konsistenskontrol af BIM model før udførelsesfase + velfungerende BIM processer: