

Digitaliseringen af den entrerende del af byggebranchen

- Vurdering af Det Digitale Byggeris fundament og modeludvikling af Produktionskort konceptet

Nikolaj Vestergaard Hansen

Afgangsprojekt

Kandidatspeciale Bygningsingeniør

DTU • BYG 2010

Abstract

This paper focuses on the usage of the digital principles introduced in the Danish government run indicative Det Digitale Byggeri "DDB", or Digital Construction. There will be a special concentration on the principle of "Produktionskort", or Productioncard that DDB introduces.

The first part of the paper will focus on an evaluation of DDB and its fundamentals developed in 3 projects, Danish Building Classification, 3D working method and Logistic and Process.

The second part of the paper will focus on the principle of Productioncard introduced in Logistic and Process. The principles of Productioncard will be developed further within the parameters from Logistic and Process.

Information and production data will be gathered from a construction project, and incorporated in a Productioncard developed for this paper in an effort to prove the principles.

Titel

Afgangsprojekt, Bygnings Civilingeniør

Titel:

Digitaliseringen af den entrerende del af byggebranchen
- Vurdering af Det Digitale Byggeris fundament og modeludvikling af
Produktionskort konceptet

Udarbejdet af:

Nikolaj Vestergaard Hansen
S971081

Vejledere:

Lektor Jan Karlshøj

Lektor Flemming Vestergaard

Hovedrapport sideantal: 106 sider

Bilag: 6 stk

Forord

Denne rapport er resultat af forfatterens afgangsprojekt fra Civilingeniør uddannelsen af Bygningsretningen ved DTU. Projektet har forløbet fra 1. september 2009 til 22. marts 2010.

Projektet omhandler digitaliseringen af arbejdsmetoderne i den danske byggebranche branche, som det er udlagt i det statslige initiativ Det Digitale Byggeri.

Specielt vil der blive lagt vægt på indførelse af Produktionskort princippet i entreprenørbranchen.

Ud fra informationer indhentet ved byggepladsbesøg på byggeprojekt ved MT Højgaard, vil der blive udarbejdet et produktionskort. Dette produktionskort vil anvende og teste principper analyseret og indført i teoriafsnittet.

Der rettes tak til de personer og virksomheder der har bidraget til projektets indhold igennem interviews og vejledning.

Nikolaj Vestergaard Hansen

DTU
Februar 2010

Indholdsfortegnelse

Abstract	1
Titel	2
Forord	3
Indholdsfortegnelse	4
Terminologi	7
1 Problemformulering	8
2 Metode	9
3 Baggrund	10
4 Det digitale byggeri	12
4.1 DDB's Byggeherrekrav	12
5 Det digitale fundament	15
5.1 Dansk byggeklassifikation	16
5.1.1 Domænerne i DBK	17
5.1.2 DBK kode opbygningen	19
5.2 Dansk byggeklassifikations anvendelighed for entreprenører	21
5.3 Vurdering af DBK	22
5.4 3D Arbejdsmetode	24
5.5 Objektorienteret 3D cad modeller	25
5.6 Typer af bygningsmodeller	26
5.7 Tegningsproduktion	28
5.8 Dataudtræk	29
5.9 Vurdering af 3D Arbejdsmetode	29
6 Logistik og Proces	30
6.1 Produktionsdelen - Entreprenørens dataenhed	31
6.2 Produktionskortet	32
6.2.1 Produktionskortets struktur og Lean Konstrukton	32
6.3 Data til produktionskortet	34
6.3.1 Eksempel på Produktionskort	36
6.4 Vurdering af Logistik og Proces	43
7 Digitale koncepter anvendt i byggebranchen	44

7.1	Projektweb	44
7.2	BIM-modeller	46
7.3	Digitale formater	48
7.3.1	CAD formater.....	48
7.3.2	IFC.....	49
7.3.3	XML	50
8	Uddybning af Produktionskort konceptet.....	51
8.1	Traditional kommunikationstankegang vs. Produktionskort tankegangen.....	53
8.1.1	Organisationen i en byggesag.....	53
8.1.2	Projektets informationsmateriales udvikling i organisationen.....	53
8.1.3	Materiale til produktion.....	56
8.2	Produktionskort: Digitalt og på tryk.....	62
8.2.1	Produktionskort på tryk	62
8.2.2	Digitalt produktionskort	63
8.2.3	Hvorfor et digitalt produktionskort	65
9	Produktionskortets udformning.....	66
10	Import af digitale formater til produktionskortet.....	69
10.1	Import af tekstformater til produktionskortet	70
10.1.1	Fremtidig udvikling.....	71
10.2	Tegningsmateriale	74
10.2.1	Tegningsmateriale på tryk.....	74
10.2.2	Digital tegningsmateriale og 3D model	75
10.3	Online resurser	77
11	Kravspecifikation til produktionskort	79
12	Case: Omdannelse af traditionelt produktionsmateriale til produktionskort	80
12.1	Byggepladsbesøg ved MT Højgaard byggesag LMGE.....	81
12.2	Materiale og erfaring indhentet fra byggepladsbesøg.....	82
12.2.1	Entreprenørens del	83
12.2.2	Produktionens del	89
12.2.3	Produktionsplan	90
12.3	Vurdering af kommunikationsmetoder på LMGE byggesagen.....	92
13	Beskrivelse af online produktionskort.....	93

13.1	Niveau 1.....	95
13.1.1	Stamdata.....	96
13.1.2	Kvalitetssikring.....	96
13.1.3	Timeafregning.....	97
13.1.4	Kontakt.....	98
13.2	Niveau 2.....	98
13.3	Niveau 3.....	98
13.3.1	Overblik.....	98
13.3.2	Elementlevering.....	99
13.3.3	Tegningsmateriale.....	99
13.3.4	Materiale/Materiel.....	99
13.3.5	Dokumenter.....	100
13.4	Vurdering af Produktionskort casen.....	100
14	Sammenfatning og vurdering.....	101
14.1	Vurdering af DBK.....	101
14.2	Vurdering af Logistik og Proces.....	102
14.3	Vurdering af 3D Arbejdsmetode.....	103
14.4	Vurdering af case.....	104
15	Konklusion.....	105
16	Bibliografi.....	106
	Bilag nr. 1 Akkordaftale om elementmontering på LMGE byggesag.....	107
	Bilag nr. 2 Montageplan for uge 46/09 på LMGE byggesagen.....	108
	Bilag nr. 3 MT Højgårds forespørgsel om elementrækkefølge.....	109
	Bilag nr. 4 Læsseseddel for DS ElcoByg (vægelementer).....	110
	Bilag nr. 5 Læsseseddel for Spæncom.....	111
	Bilag nr. 6 Tegningsmateriale modtaget fra byggesag LMGE.....	112

Terminologi

Forkortelse	Navn	Beskrivelse
DDB	Det Digitale Byggeri	Dansk statslig initiativ, for indførelse af digitale arbejdsmetoder i byggebranchen.
BIM	Building Information modelling	En virtual repræsentation af de fysiske og funktionelle karakteristikker.
DBK	Dansk Bygge klassifikation	Klassifikationssystem udviklet i forbindelse af DDB.
CAD	Computer-aided design	Begreb for design modeller udarbejdet ved hjælp af computer
IFC	Industry Foundation Classes	Open standard cad fil type
IKT	Information og kommunikations teknologi	Uddybning af de oprindelige begreb IT
PDF	Portable document file	

1 Problemformulering

Projektet vil tage sin udgang i det statsstøttede initiativ Det Digitale Byggeri (DDB). Specifikt vil der blive arbejdet med DDB's relation til den entreprenende del af byggebranchen. DDB's fundamentprojekter vil, som indgangspunkt til projektet, blive analyseret med henblik på at vurdere hvor godt de henvender sig til den entreprenende del af byggebranchen. Ydermere vil digitale koncepter der anvendes byggebranchen i dag, eller som på længere sigt vil kunne blive implementeret i byggebranchen, blive beskrevet i teori afsnittet.

Hoveddelen af rapporten vil omhandle Produktionskortet, som blev introduceret i bips projekt "Logistik og proces". "Logistik og proces" er den af de 3 fundamentprojekter der henvender sig mest til den udførende del af byggebranchen, idet der arbejdes med overførelse af informationer fra den projekterende del af bygge projekter til brug i den udførende.

"Logistik og Proces" gør blandt andet brug af nogle af principperne i Lean Construction, og munder ud i det der er døbt Produktionskortet. Rapporten ligger grundideen for hvordan produktionskortet skal fungere men overlader det til brugerne at videreudvikle ideen, og gøre det til en levedygtig model for udnyttelse af digital informations teknologi for håndværkeren på pladsen.

Der vil i dette projekt blive set på Produktionskortet fortrinsvis som et digitalt værktøj, udviklet med henblik på at øge produktiviteten i det sidste led af byggeprojektet, i kommunikationen mellem entreprenøren og håndværkeren på pladsen . Der vil gennem interviews med entreprenører og håndværkere blive lagt et behovsfundament for hvad et Produktionskort skal indeholde, samt hvilke egenskaber de kunne forestille sig ville være fordelagtig. Disse informationer skal i sidste ende munde ud i en model af et Produktionskort. For udarbejdelsen af denne model skal der tages højde for følgende:

- **Indhold i Produktionskortet:** Hvilke elementer er det vigtigt at inkludere i et produktionskort, hvis der fokuseres på hvilke informationer der er vigtige for entreprenør og håndværker.
- **Import af data:** Det skal undersøges hvordan mulighederne er for at importere data fra allerede etablerede bygningsmodeller. Dette vil inkludere en undersøgelse af hvilke informationer der som standard lagres i BIM-modeller, og hvad mulighederne er for at gemme og importere data fra IFC formatet.
- **Dataform:** I hvilken dataform skal Produktionskortet bestå. Dataformen afhænger af hvilket indhold der ønskes i Produktionskortet, og hvilket format vil kunne gengive dette bedst. mulighederne variere helt fra det gængse papirmateriale til en fastlagt elektronisk materiale som f.eks. pdf eller xml dokument til en online format som en portal hvor det udvalgte materiale bliver givet som udgangspunkt hvorefter brugeren selv kan klikke sig ind på, eller søge efter ekstra oplysninger.

2 Metode

DDB danner grundlaget for dette projekt. Derfor vil den første fase i projektet være at studere og analysere indholdet af DDB og dets 3 fundamentalsprojekter. I dette studie vil der også blive lagt de grundregler der gør sig gældende for det Produktionskort som skal udvikles til sidst i projektforsløbet.

Anden fase vil være uddybning af teorien nødvendig til udvikling af Produktionskortet. I denne fase vil det blive bestemt hvilken informationer som Produktionskortet skal indeholde, samt i hvilke formater det skal foreligge.

Den tredje fase er casen hvor der først vil blive indsamlet information fra en byggesag. Ud fra det materiale som er blevet indsamlet, vil der blive udarbejdet et Produktionskort som gengiver dette materiale i henhold til principperne udviklet i anden fase.

3 Baggrund

DDB er et statslig initiativ som startede i 2003, efter udarbejdelse af rapporten Vækst Med Vilje og senere Staten Som Byggeherre. Rapporten Vækst Med Vilje blev udarbejdet af regeringen i maj 2002, og ligger vægt på væksten i Danmark og hvilke forebyggende tiltag der kan gøres for at sikre vækst i fremtiden. Rapporten påpeger at væksten i Danmark, i forhold til andre lande, har været stillestående i en række år, grunden til dette tillægges blandt andet en "blommen i ægget" effekt og manglende interesse på grund af højt skattetryk.

Specielt bliver der i Vækst Med Vilje efterlyst en udnyttelse af informations-teknologier i den danske erhvervssektor. Selvom Danmark ligger i den internationale top, hvad angår udnyttelse af IT, ligger der alligevel vægt på at det maximale potentiale langt fra er udnyttet. En fortsat forskning på dette område, og en indsats for fortsat fornyelse og implementering af IT teknologier i den danske erhvervssektor, er et af de grundlæggende elementer rapporten anbefaler for at sikre fortsat vækst i Danmark, og dermed fremtidssikre vores elskede velfærdssamfund.

I August 2003 udsendte regeringen redegørelsen Staten Som Byggeherre som byggede videre på grundlaget fra Vækst Med Vilje. Heri blev der stillet skarp på væksten inden for dansk byggeri, og konklusionen var ikke særlig begejstrende. Sandheden er, væksten har stået stille i byggesektoren de sidste 30 år. Som det kan ses i Tabel 1, ligger produktivitets-væksten i byggebranchen langt under hvad den gør i andre danske erhverv. Med en gennemsnitlig produktivitetsvækst, i perioden 1970-2003, på kun 1,0 pct. pr. år ligger byggebranchen på en klar sidsteplads, mens landbruget ligger højest med 4,8 pct. pr. år.

Staten som byggeherre femsætter hypotesen, at den lave produktivitetsvækst i byggeriet blandt andet afspejler, at denne branche i modsætning til f.eks. industrien i mindre grad er konkurrenceudsat. Byggeriet har derfor i tidligere år været mindre presset til at effektivisere og dermed høste produktivitetsgevinsterne.

En anden tendens i byggeriet der har påvirket den lave produktivitetsudvikling er en manglende udvikling i teknologi og arbejdsprocesser. Dette underbygges af totalfaktorproduktiviteten som er et udtryk for produktivitetsvækst der er opnået ved hjælp af teknologiske fremskridt, og omlægning af produktion. Totalfaktorproduktiviteten kan i Tabel 1 aflæses som 0,5 for byggebranchen hvor landbruget igen ligger højest af brancherne med 2,9. Dette kan ses som et udtryk for hvor dårlig byggebranchen er til at udnytte og implementere nye teknologier som f.eks. IKT.

	Landbrug	Energi	Industri	Byggeri	Private Serviceerhverv
Arbejdskraftproduktivitet (pr. time) ¹	4,8	3,4	2,1	1,0	2,5
Heraf					
- Kapitalintensitet ²	1,5	2,7	1,2	0,3	1,5
- Heraf IT-kapital	0,1	0,1	0,3	0,1	0,8
- Arbejdskraftkvalitet ³	0,3	0,0	0,2	0,2	0,2
Totalfaktorproduktivitet ⁴	2,9	1,7	1,7	0,5	0,8

Tabel 1 Gennemsnitlig årlig produktivets-vækstrate i udvalgte brancher, 1970-2003. (1)

Disse tal er ikke gode for byggebranchen i sig selv, men også på nationalt plan har disse tal stor betydning, når det tages i betragtning at byggebranchen alene udgør ca. 5 pct. af det danske BNP. Udover det har byggebranchen en indirekte påvirkning på landsplan idet der konstant skal bygges erhvervs- og boligbygninger for at sikre en konstant vækst.

På dette grundlag igangsatte regeringen i 2002 initiativet "Det Digitale Byggeri" som skulle løbe over 3-4 år og havde et statsligt tilskud på 20 mio. kr. samt et tilsvarende privat medfinansiering. Visionen for DDB var en fuld digitalisering af informationsstrømmen i byggebranchen. Dette skulle i sidste ende give en forøgelse af totalproduktiviteten i afskygning af udnyttelse af IKT løsninger.

¹ Arbejdskraftproduktivitet defineres som standard BNP pr. arbejdstime. I Tabel 1 er det beregnet som Branchens BNP andel pr. arbejdstime

² Kapitalintensitet angiver produktivetsvæksten som stammer direkte fra den mængde kapital, en arbejder har til rådighed. Kapitalintensiteten kan vokse både ved at øge mængden af kapital og kvaliteten af kapitalapparatet pr. arbejder.

³ Arbejdskraftkvalitet er igen den del af produktionsvæksten som stammer fra uddannelse af arbejdskraften.

⁴ Totalfaktorproduktiviteten er et udtryk for den ændring i produktiviteten, som ikke kan forklares med ændringer i kapitalindskud og uddannelsesnivea. Teknologiske fremskridt, ændringer i organisation og tilrettelæggelse af produktionen eller lign. er eksempler på faktorer, der er med til at bestemme totalfaktorproduktiviteten.

4 Det digitale byggeri

Det digitale byggeri (DDB) er et statslig initiativ som pålægger at statslige byggeherrer fra d. 1. januar 2007, skal kræve at en række informations- og kommunikations-teknologikrav er mødt af det projekterende samt udførende parter. Da staten ikke har direkte indflydelse på hvordan private aktører i byggebranchen håndterer den information der genereres i løbet af et privat byggeprojekt, er DDB udelukkende krav ved statslige byggeprojekter⁵.

I statslige byggeprojekter kan der fra statens side gennemtrumfes en række krav som er svære at indføre på private projekter, i en byggebranche som stagnerer i udviklingen og produktiviteten. Derfor har staten sat en række krav op der skal overholdes ved statslige byggerier. Ideen med dette er at alle som ønsker en del i disse byggeprojekter, er nødt til at udvikle deres IKT kompetencer.

Det er hensigten at de digitale principper fra DDB først skal inkorporeres i de statslige byggesager, mere eller mindre tvunget, hvorefter virksomheder involveret i disse byggesager vil trække principperne med ud i den private byggesektor.

I "Vækst med vilje", lægger regeringen op til et tiltag for at øge væksten i den danske industri, gemmen øget innovation, effektiv konkurrence og forskning. Af dette projekt udsprang endnu et statsligt projekt, "Staten som bygherre", hvor regeringen satte fokus på byggebranchen og fremhæver denne som en "flaskehals", der begrænser muligheden for vækst i resten af den danske industri.

Derfor blev der på finansloven 2002-2005 afsat 40 millioner til en særlig byggepakke, som skulle anvendes til udvikling af en statslig byggepolitik, som blandt andet skulle inkludere krav til it-anvendelse i byggeriet. Denne byggepakke blev blandt andet brugt til udviklingen af DDB.

Det Digitale byggeri stiller således ved ikrafttrædelsen pr. 1 januar 2007 en række krav til benyttelse af IKT ved statslige byggerier som omfatter:

- Digitalt udbud
- Projektweb
- 3D modeller
- Digital aflevering

4.1 DDB's Byggherrekrav

Der stilles i DDB 4 byggherrekrav, som giver nogle overordnede retningslinier for hvilke IKT koncepter der skal anvendes i projekter under DDB. I IKT bekendtgørelsen er

⁵ Statslige byggeprojekter defineres som projekter hvor den statslige finansiering er over 50%. DDB er ikke et krav for kommunale eller regionale byggerier.

disse retningslinjer detaljeret beskrevet i ti krav, som specifikt beskriver hvordan de 4 byggeherrekrav overholdes.

- Udbud og tilbud og licitation via internettet.

Der skal fra byggerådgiveren ligge et digitalt udbudsmateriale, indeholdende mængdefortegnelser i form af klassifikationssystemet DBK⁶. Dette betyder for entreprenøren, at udarbejdelse af tilbud i sidste ende er bygget mere på facts fra udbudsmaterialet, og mindre på tilbudsafdelingens mavefornemmelse. Derudover skal det være muligt for entreprenøren at afgive sit tilbud til bygherren over internettet.

I IKT bekendtgørelsen er der en skærpelse af it kravene for udbudsmaterialet når entreprisensummen overskrider 20 mio. kr. Ved byggeprojekter over dette beløb skal der gøres brug af 3D modeller i udbudsmaterialet, og herfra skal det være muligt for entreprenøren at fortage mængdeudtræk.

- Projektweb.

Alle parter i projektet skal have adgang til et projektweb på internettet hvor de kan hente og dele tegninger, beskrivelser og andre dokumenter. Alle projektets primære aktører, fra arkitekter til håndværkere, skal have hver deres unikke login med tilhørende rettighedstildelinger. Desuden stilles der krav til at der på byggepladsen opstilles en Digital Skurvogn, der giver entreprenører og håndværkere adgang til projektweb'et.

Projektweb kravet er nok det bygherrekrav, som er integreret bedst i entreprenørbranchen. Allerede inden det blev opstillet som et krav i DDB, havde de fleste større entreprenørfirmaer en eller anden form for projektweb.

- 3D modeller.

Bygningsmodeller er krav i entrepriser over 20 mio. kr. Under 20 mio. er det op til bygherren at vurdere hvor vidt det vil være fordelagtigt at benytte en digital bygningsmodel.

Der skelnes i IKT bekendtgørelsen mellem to versioner af bygningsmodellen. En version til konkurrencer og en til anvendelse i projektering og udbud.

Bygningsmodellen til konkurrencer skal minimum omfatte bygningens geometriske former, men bygherren kan stille yderligere krav til modellens informationsniveau.

Projekterings-, og udbudsmodellen skal overholde kravene allerede stillet under udbud og tilbudskravene. Derudover er det op til bygherren at specificere hvilke yderligere krav der skal stilles til modellens indhold, informationsniveau og anvendelse.

Fælles for alle modeller er at det skal være objektbaseret og i IFC-formatet. IFC-formatet er et minimumskrav til alle CAD-filer, og benyttes som standard med mindre andet er aftalt.

⁶ DBK vil bliver behandlet nærmere i afsnit 5.1.

- Digital aflevering.

DDB giver mulighed for 3 typer for digital aflevering, som bygherren skal vælge imellem.

1. mulighed er at afleverer forvaltningsdata i xml format. Til dette formål blev der udarbejdet en DDB-XML fil standard, som skulle gøre overdragelse af drift og vedligeholdelses data let og overskueligt. Det skal dog nævnes at udviklingen af dette format syntes at være gået i stå.

2. mulighed er at aflevere en bygningsmodel i IFC formatet. Denne metode vil være at fortrække, hvis bygherren allerede i kravene til 3D model, har sat krav til at modellen skal indeholde leverandørernes driftsbeskrivelser for de enkelte konstruktionsdele.

3. mulighed er direkte indtastning i forvalterens egen system.

5 Det digitale fundament

Det digitale fundament er 3 projekter udarbejdet af bips for det digitale byggeri, som tilsammen udgør et koncept for de grundlæggende regler for standardisering af digitale værktøjer i byggebranchen. De 3 projekter er opsummeret i hver deres rapport, der klarlægger og sætter resultaterne i system. Disse rapporter udgør; Dansk bygge klassifikation (DBK), 3D Arbejdsmetode og Logistik og proces.

Når produktionen i en virksomhed skal lægges om til et digitalt forløb, er forløbet begrænset til processer inden for den enkelte virksomhed. På den måde er det et projekt der er begrænset til nogle faste rammer inden for en enkelt virksomhed, som ofte arbejder med en form for standardiseret kommunikationssystemer og arbejdsprocesser. Internt i den enkelte virksomhed har ledelsen også den fordel at det er dem der sætter dagsordenen for hvordan produktionen skal forløbe, og medarbejderne har i princippet så bare at indrette sig.

Sådan forløber det ikke i byggebranchen, hvor "virksomheden" fra projekt til projekt sjældent består af de samme "medarbejdere", og hvor disse "medarbejdere" hver repræsenterer deres virksomhed som har hver deres arbejdsform, benytter hver deres digitale værktøjer der ikke nødvendigvis arbejder sammen med de modsvarende værktøjer der ellers bliver benyttet af andre projektdeltagere.

Førhen hvor alt materiale der blev udvekslet i et byggeprojekt hovedsageligt bestod af papirdokumenter, var forskellene i arbejdsgangen, virksomhederne imellem, og programmernes manglende evne til at udveksle filer, ikke et problem, så længe der blev afleveret tegninger og beskrivelser som aftalt.

Men når dokumenter og tegninger skal udveksles digitalt, er det ikke længere nok at modtageren kun kan læse de filer som han modtager fra andre projektdeltagere (et worst case scenario, ville være at modtageren ikke engang kan læse informationerne han modtager), han skal også være i stand til at arbejde videre med de filer han modtager.

Hvis ikke modtageren kan viderebehandle de filer han modtager, men er nød til at indtaste informationen selv i hans egen programmer, er hele fordelene der er vundet ved en digital arbejdsgang tabt på gulvet.

Er kompatibiliteten af de IKT værktøjer der anvendes af de enkelte parter i projektet, ikke blevet fastlagt allerede ved projektopstarten, kan der opstå problemer ved udveksling af projektmateriale. Den produktivitet der ønskes vundet ved anvendelse af digitale værktøjer, kan i givet tilfælde tabes på gulvet.

Det er her det digitale fundament kommer ind i billedet. Det digitale fundament har til opgave at udvikle og fastlægge en strategi for en systematisk indførelse af data standarder og grundlæggende retningslinjer for datadisciplin. Dette er forsøgt opnået ved udarbejdelse af de 3 fundaments projekter.

5.1 Dansk byggeklassifikation

Dansk bygge klassifikation (DBK) blev udarbejdet i 2006 som et resultat fra Det digitale byggeri. DBK er ment som en digital afløser til SfB-systemet (Samarbetskomitén för byggnadsfrågon) der blev udviklet i Sverige i 1950'erne til klassificering og kodning af den svenske standardbeskrivelse. Selvom SfB vandt en vis form for internationalt udbredelse inden for byggebranchen, var der visse mangler i systemet der gjorde at flere brancher som VVS og el, valgte at benytte sig af deres egne klassifikationssystemer.

Med DDB blev det nødvendigt med et klassifikationssystem der kunne anvendes i byggebranchen på tværs af brancher, og i hele byggeriets livscyklus fra koncept stadiet til bortskaffelse.

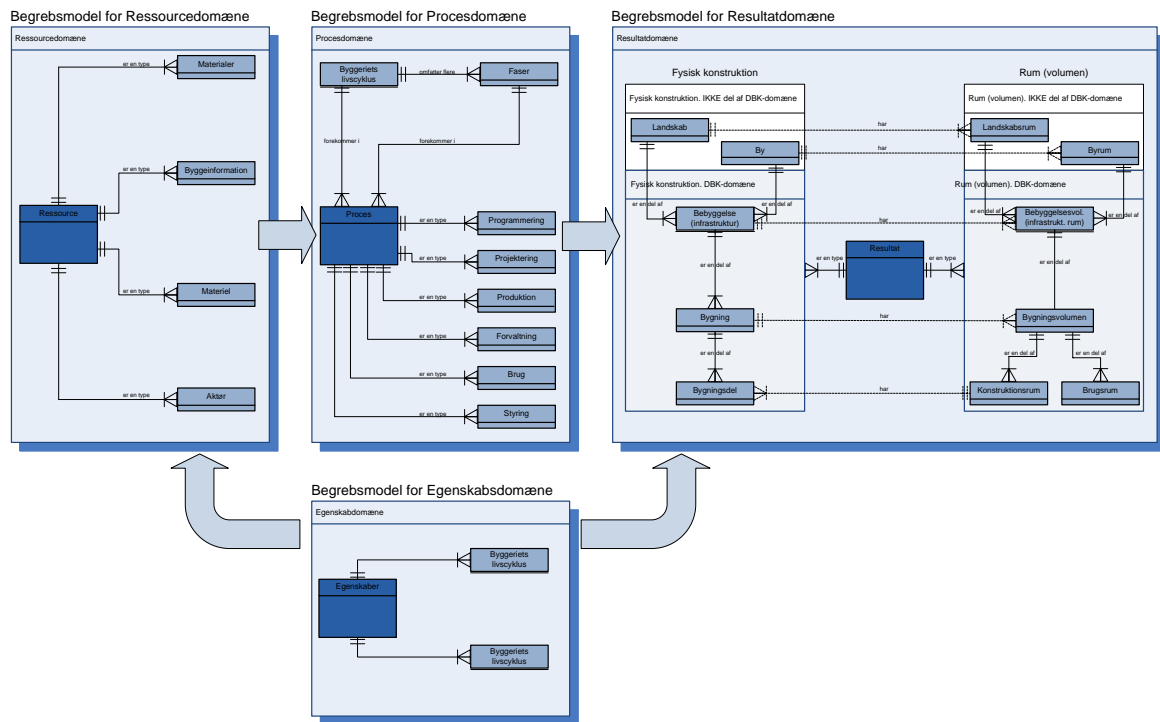
Med dette for øje, var det fra starten i udviklingen af DBK-systemet, fastsat en række overordnede krav om at det skulle kunne anvendes i:

- *I hele byggeriets livscyklus*
- *Af samtlige aktører i byggeriet*
- *Både i forbindelse med abstrakte og konkrete objekter*
- *Til at strukturere både eksisterende og fremtidige processer og organisering af byggerier*
- *I både digital og analog sammenhæng*

(2)

5.1.1 Domænerne i DBK

For at kunne imødekomme en fælles informationsstruktur for byggeriet i hele livscyklussen, er DBK delt op i 4 domæner, Resurse-, Proces-, Resultat- og Egenskabsdomænet.



Figur 1 Begrebsmodel med de 4 deldomæner Ressource-, Proces-, Resultat- og Egenskabsdomæne. Begrebsmodellen er udformet som en procesmodel med hovedbegreber for byggeriets livscyklus med de 4 deldomæner for Ressourcer, Processer, Resultater og Egenskaber. (3)

DBK's domæner og begrebsmodellen i Figur 1, tager sin udgang i den internationale standard *ISO 12006-2 Organization of information about construction works, Framework for classification of information*. I en række andre lande er der tradition for at bruge egne, nationale klassifikationssystemer til f.eks. beskrivelsesbiblioteker, og fælles for en række af disse systemer er, at de refererer til ISO 12006-2. Det gælder bl.a. det amerikanske Omniclass, det engelske Uniclass, det svenske BSAB, den norske Bygningsdelstabell.

Ved at basere DBK på ISO 12006-2 åbner det også muligheden for at anvende det i sammenhæng med IFC, International Foundation Classes. Her klassificerer DBK det fysiske eller planlagte byggeri, mens IFC er det fælles dataudvekslingsformat for objekter i IT-værktøjer.

5.1.1.1 Resursedomænet

Resursedomænet beskriver de ressourcer der anvendes i byggeriet. En resurse er defineret som et objekt anvendt i en byggeproces til at opnå et byggeresultat. Domænet er delt op i 4 ressource typer:

- *Byggevarer*. Materialer der skal benyttes til permanent indbygning i konstruktionen.

- *Byggeinformation*: Information til anvendelse i udførelse af en eller flere byggeprojekter. Vejledninger, specielle hensyn under konstruktion osv.
- *Materiel*: Materiel der benyttes i udførelse af byggeproces, som ikke er beregnet til indbygning. Maskinel, værktøj, diverse forskalling og stillaser osv.
- *Aktør*: Deltagere i byggeprocessen.

5.1.1.2 Procesdomænet

Procesdomænet indbefatter de processer der anvendes af byggerets aktører gennem hele byggeriets livscyklus værende projektering eller drift. Procesdomænet er delt op i 6 procestyper:

- *Programmering*: Fastlæggelse af funktionskrav til byggeobjektet.
- *Projektering*: Den designmæssige fastlæggelse af et byggeobjekts udseende og funktion.
- *Produktion*: Produktions beskrivelse af et byggeobjekt.
- *Forvaltning*: Drift og vedligeholdelse.
- *Brug*: Anvendelse af det færdige objekt.
- *Styring*: Byggeproces med formål at styre og kontrollere.

Derudover indeholder Procesdomænet og overordnede begreber:

- Byggeriets livscyklus: Det tidsmæssige forløb for byggeriet, der omfatter ressourceanvendelse, processer og resultater gennem hele byggeriets livscyklus.
- Fase: En tidsperiode i et byggeris livscyklus, som defineres af de fælles karakteristika for de byggeprocesser der indgår heri.

5.1.1.3 Resultatdomænet

Resultatdomænet omfatter de resultater der bliver skabt ved anvendelsen af resurser og processer fra de to ovre domæner. Domænet indbefatter 4 overordnede begreber, for hvilke der er udviklet referencetabeller og klassifikationstabeller:

- Bebyggelse
- Bygninger
- Rum
- Bygningsdele

Resultatdomænet indeholder alle de objekter der indgår i byggeriets livscyklus fra programmering til bortskaffelse, og giver i sin helhed en fuld beskrivelse af bygningen.

Resultatdomænets indhold vil kunne bruges i en lang række af objektorienteret IKT- og CAD-systemer. På baggrund af dette har meget af udviklingen af DBK været fokuseret på netop dette domæne. Referencesystemet der er blevet udviklet til resultatdomænet,

og som vil blive beskrevet senere, vil når det er fuldt udviklet og implementeret, have en stor anvendelighed, under projektering, planlægning og udførelse af byggeriet.

5.1.1.4 Egenskabsdomænet

Egenskabsdomænet omfatter de egenskaber der kan tilknyttes resurser, processer og resultater.

Egenskabsdomænet er ikke blevet udviklet til fulde i det nuværende system.

Egenskabsdomænet vil hovedsageligt finde anvendelse i drift og vedligeholdelsesfasen.

5.1.2 DBK kode opbygningen

En DBK kode er et individuelt identifikationsnummer som tilskrives hvert enkelt objekt i et byggeri. Opbygningen af koden, er blevet sagt at minde meget om Dewey Decimal systemet som kendes fra biblioteket. Her anvendes der en overordnet inddeling, der har en række underinddelinger. Det sammen gælder med DBK, der dog igen er udspecificeret i 3 undersystemer: Aspekt, reference og klassifikation.

DBK er dog en tand mere kompliceret end Dewey Decimal systemet. Hvor DD kun kan beskrive et emne på en enkelt måde, som er yderst praktisk i dets anvendelses område, kan DBK beskrive det samme type produktet (f.eks. et vindue), på et utal af måder afhængigt af produktets indbygning i andre produkter som vægge eller tag.

5.1.2.1 Aspekt systemet

Der findes 4 aspekter i DBK, som beskriver hvert deres område for et byggeobjekt.

Funktionsaspektet, som i koden benævnes med =, beskriver byggeobjektets funktioner og formål.

Produktaspektet, som i koden benævnes med -, beskriver bygningsdeles konstruktion og materialspecifikation. Produktaspektet er nok det mest anvendte aspekt i byggeriet, og derfor også det højst prioriterede aspekt i udviklingen af DBK.

Placeringsaspektet, er i koden benævnt med +, og beskriver bygningsdelens placering. Dette beskrives med almindelig 3 akser koordinater, og er yderst relevant for produktionen på pladsen.

Formaspektet, er i koden benævnt med #, og beskriver formen på bygningsdele. Dette kunne i sin enkelthed være runde søjler eller I-formede bjælker.

5.1.2.2 Referencesystemet

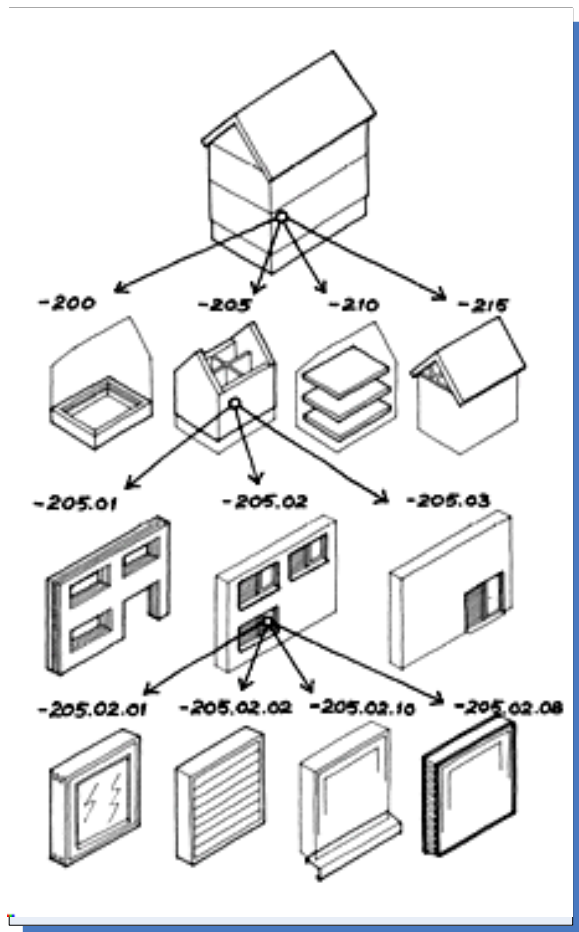
Referencesystemet er DBK kodens rygrad, og tager sit udgangspunkt i resultatdomænet. Ved at opdele en bygning i delsystemer og igen dele disse op i mindre delsystemer, kan samtlige bestanddele i en bygning beskrives i "en del af" strukturen.

Som vist på Figur 2, kan en vindue beskrives som -205.02.01. Den mindste bygningsdel indgår som det sidste led i koden, så den skal læses som:

(-) produktet **(01)** et vindue **(02)** i et vinduesparti **(205)** i et vægssystem.

For at kunne differentiere mellem flere bygningsdele af samme type i en bygning, kan koden suppleres med objektnummerering som f.eks. -20502.0210 .01, som ingen læses som

(-) produktet **(0102)** vindue nr. 02 **(0210)** i vinduesparti nr. 10 **(20502)** i vægssystem nr 02.



Figur 2 Eksempel på "en del af" strukturen. (2)

5.1.2.3 Klassifikationssystemet

Klassifikationssystemet udspecificere koden som blev opbygget med referencesystemet endnu mere. De enkelte dele i koden kan udspecificeres med en bogstavkode som uddyber hvilken variant af en bygningsdel der er tale om. Med klassifikationssystemet kan der arbejdes videre med koden til vinduet. . -A20502.A0210 .0102 læses som

(-) produktet **(0102)** vindue nr. 02 **(A0210)** i vinduesparti nr. 10 af typen Facadevinduer **(20502)** i vægssystem nr. 02 af typen Ydervægge.

Dette eksempel gør kun brug af Produktspektet af DBK men koden kan også suppleres med koder fra de 3 andre aspekter. F.eks. kan -A205 (vægssystem af typen

ydevæg) suppleres med formaspektet #A (facade) hvilket giver -A205#A (Vægssystem af typen Ydervægge af formen Facader).

5.2 Dansk byggeklassifikations anvendelighed for entreprenører

DBK er en vigtig del i implementeringen af en "digital tankegang" i byggeriet, og det er et meget ambitiøst projekt, som indebærer ikke bare et meget stort arbejde i udarbejdelse af alle reference- og klassifikationstabellerne samt klassificering af funktions- og formaspekterne.

Hver enkelt type bygningsdel er blevet navngivet med sin egen nummerkode til DBK. Dette nummer er ikke tilgivet i nogen bestemt orden eller anden form for overskueligt system som gør det muligt at memorere disse koder. Derfor er der selvfølgelig udarbejdet tabeller til DBK som gør det muligt at tolke og ikke mindst generere disse koder. Derfor er det vigtigt med indbygning af DBK i IKT-værktøjer så generering og oversættelse af koderne sker automatisk.

Udarbejdelsen af reference systemet giver en praktisk anvendelse for resultatdomænet, men for Ressource-, proces- og egenskabsdomænerne foreligger der ikke nogen værktøjer færdige. Udnyttelsen af disse domæner virker meget teoretiske, og det er svært at forstille sig hvordan disse domæner kan indarbejdes i projektførløbet. Det ville specielt være interessant for produktionen på byggepladsen hvis der kunne udvikles værktøjer til ressourcedomænet, der muliggjorde det at udlede materiale- og materielforbrug ud fra DBK.

"Digital konvergens" afprøvede DBK i oktober 2008, og fandt at en fælles klassificering for hele byggesektoren, var en meget attraktiv ide. De endte med at stille følgende forudsætninger for at implementeringen af DBK ville være succesfuld:

- **Ejer og driftsorganisation:** DBK skal forankres i en solid, ressourcerstærk og kompetent ejer- og driftsorganisation.
- **Videreudvikling af DBK:** Udvikling af alle vigtige DBK-domæner samt vedligeholdelse og videreudvikling af DBK fremover.
- **Praktiske vejledninger:** Udarbejdelse og vedligeholdelse af praktiske vejledninger og træningsmateriale for anvendelse af DBK.
- **It-understøttelse af DBK:** DBKs koderstruktur skal gøres mere it-venlig og implementering af DBK i branchens gængse softwaresystemer skal motiveres.
- **Internationalisering af DBK:** Oversæt DBK til engelsk og gør DBK anvendelig på internationale projekter ved at sikre konvergens og sammenhæng mellem DBK og andre nationale klassifikationssystemer.

(4)

Et punkt som har skabt en del diskussion er at DBK anvender en referencestruktur. Ved anvendelse af et reference system, betyder det at et byggeobjekt ikke nødvendigvis

vil have den samme kode, hvis de er placeret i forskellige systemer. Et eksempel kan være mulighederne for indsættelse af et vindue:

- 205.02 Vinduesparti indsat i et vægssystem
- 215.06 Vinduesparti indsat i et tagsystem

Modstandere af dette system mener at DBK skulle have været opbygge ud fra et rent facetteret system, så f.eks. vinduesparti altid ville have den samme benævnelse. Dette vil kunne betyde en række problemer ved indarbejdelse af DBK i IT systemer.

5.3 Vurdering af DBK

Meningerne om DBK er blandede i entreprenørbranchen og i resten af byggebranchen for den sags skyld. Efter Digital konvergens afprøvning af DBK (4), har der været en stor diskussion i branchen og medierne, omkring DBK. Der har endda været tale om en boykot af DBK fra medlemmerne af Digital Konvergens, hvis ikke de 5 krav ikke bliver opfyldt inden udgangen af 2009 (5). Det har siden været forholdsvis stille med den offentlige kritik af DBK, og nogen opgørelse for hvordan det står til med de 5 krav er ikke blevet publiceret.

Set med entreprenør øjne, ville det være interessant at se videreudvikling af Ressource- og procesdomænerne. Ressourcedomænet er specielt interessant for produktionen, idet det indeholder information om de materialer og materiel der skal benyttes til konstruktionen. Med inkludering af disse informationer i DBK, vil der være større fordele i at benytte klassifikationen til byggeplads- og produktionsstyring, idet mange af de relevante informationer kan hentes fra DBK

Meget af kritikken af DBK bygger på at det er for besværligt at benytte systemet hvis det ikke er indbygget i de programmer der benyttes i byggebranchen. Dette er bygget på den erfaring der blev skabt efter digital konvergens afprøvning af DBK. Dog skal det i DBK's forsvar påpeges at denne afprøvning hovedsageligt var fokuseret på indtastning af koder i beskrivelser og indarbejdelse i eksisterende arbejdsmetoder.

Det er svært at evaluere effektiviteten af DBK, hvis testen af systemet kun bygges på indtastningen af koderne i IT systemer. For effektivt at kunne måle effektiviteten og værdien af DBK, skal det implementeres i et projekt fra projekteringsfasen, og føres igennem hele projektforsløbet. På denne måde kan de enkelte parter løbende kan drage nytte af klassifikationen ved at udnytte de koder som er blevet indkodet tidligere i projektet.

Hvad angår Digital Konvergens krav om internationalisering af DBK, er DBK baseret på den internationale standard ISO 12006-2, som også lægger grundlag til det amerikanske Omniclass, det engelske Uniclass, det svenske BSAB, samt den norske Bygningsdelstabell. Udover dette er DBK udviklet med henblik på at kunne arbejde sammen med det internationale format IFC. Så selvom DBK ikke opnår det

internationale gennembrud som digital konvergens gerne ser, er der gode muligheder for at få understøttelse af DBK i en række it-systemer.

På trods af mulighederne i DBK, skal det påpeges at der er en del huller i det resultat der foreligger på nuværende tidspunkt. Af de 4 domæner som projektet har taget udgangspunkt i, er det på nuværende kun et af domænerne der er blevet udviklet til et endeligt produkt. De resterende 3 domæner eksistere kun i en sparsom teoretisk beskrivelse, uden noget håndterligt information om hvordan de egentlig skal anvendes i praksis.

Endnu et eventuelt minus for DBK systemet er dets anvendelse af referencesystemet. Hvis denne struktur ikke justeres, eller helt ændres til et facetteret system kan der evt. opstå problemer med indarbejdelsen i IT systemer.

Ser man på DBK projektet som en helhed, virker det som om at der fra starten af projektet ikke har ligget en klar kravspecifikation til det endelige projekt. Der savnes en fortegnelse over hvilke konkrete mål der ønskes opfyldt med udviklingen af klassifikationssystemet.

Som det står nu, er projektet enormt ambitiøst med et meget bredt slut mål. Dette resultere i at DBK står som nogle enkelte færdigudviklede principper, som der ikke er udviklet noget information til om praktisk anvendelse, og en masse principper som ikke er blevet udviklet.

Skal DBK finde fremgang i byggebranchen, er det ikke nok med udviklingen af selve koden, og så forvente at branchen selv implementere denne. Der skal udvikles en klar plan for implementering af DBK i branchen, og en tydelig definition af hvilke fordel som dette vil bære med sig.

I stedet for udvikling af et kolossalt projekt med anvendelses muligheder i hele byggebranchen, burde DBK deles op i faser af mindre delmål. Ved at gøre dette vil det være mulig at udvikle anvendelige principper med klare anvendelsesområder, der kan implementeres i arbejdsmetoder og it-programmer. På denne måde vil DBK kunne indføres i faser, og finde sin plads i byggebranchen gradvist, for til sidst at dække alle de områder som der er blevet stillet i det oprindelige projekt.

5.4 3D Arbejdsmetode

3D arbejdsmetode er det første forsøg i Danmark på at standardisere og udvikle en fælles arbejdsmetode for 3D cad modeller, som udarbejdes, benyttes og udvikles på tværs af byggebranchen.

Det er vigtigt når der skal anvendes digitale bygningsmodeller i et projekt, at det på forhånd er vedtaget hvordan modellen skal opbygges, for at sikre at den samme model kan deles gennem alle processerne i projektet. Hvis modellen er opbygget rigtigt fra starten, fra arkitektens model der indeholder bygningens form og funktion, vil den udvikle sig igennem hele projektet efterhånden som de forskellige fagområder tilføjer deres informationer til modellen.

Derfor blev der fra starten i udarbejdelsen af 3D arbejdsmetode stillet nogle funktionskrav til det endelige modelkoncept.

- *Modelkonceptet skal understøtte objektbaseret arbejde, hvortil der skal kunne tilknyttes egenskabsdata, således at bygningsmodellerne kan anvendes i byggesagens delprocesser tul udarbejdelse af tegninger, styklister, rumskemaer mm.*
- *Modelkonceptet skal skabe større sikkerhed omkring modelkonsistens for at minimere omkostninger og konflikter før, under og eger udførelsen.*
- *Modelkonceptet skal understøtte kontrol af konsistens redundans i bygningsmodellen, og fremme genbrug og udveksling af data.*

(6)

Resultatet af 3D arbejdsmetode er en samling af 4 rapporter, 3D arbejdsmetode 2006, 3D CAD-manual 2006, Lag-, og objektstruktur 2006 og 3D CAD-projektaftale 2006.

5.5 Objektorienteret 3D cad modeller

Det er i 3D arbejdsmetode blevet fastlagt at der skal anvendes objektorienterede 3D modeller som grundlag for modellerne. En objektorienteret 3D cad model, er en 3D cad model som har tilknyttet geometri og egenskabsdata. Det kan skelnes mellem 3 typer cad modeller:

- **3D model**, en ren geometrisk afbildning. Ingen tilknytning af egenskaber. Denne type model anvendes oftest til:
 - Illustrering og fastlæggelse af geometriske forhold
 - Udarbejdelse geometrisk model til simuleringer
 - Kollisionskontrol
 - Vurdering om en byggeteknisk løsning kan udføres i praksis
 - Udtræk af information om areal/vægt/volumen. Uden mulighed for anvendelse af bygningsklassifikation.
- **3D objekt orienteret cad modeller**, er som sagt en 3D cad model med tilknyttet geometri og egenskabsdata. 3D objektbaseret CAD kan:
 - Løse samme geometriske problemer som geometrimodellerne
 - Understøtte brug af flere grafiske repræsentationsformer, som kan justeres efter målestoksforhold og afbildningsform
 - Automatisere operationer, fx omkring indsættelse og flytning af vinduer i vægge
 - Sortere objekterne ud fra deres egenskaber
 - Danne grundlag for automatiske udtræk, herunder mængdeudtræk
 - Danne grundlag for en udveksling med andre programmer, hvor det semantiske indhold bevares
- BIM modeller, er en objektorienteret 3D cad model, med tilknytning af flere egenskaber. En eksakt definition af BIM modeller ikke mulig, men i afsnit 7.2 sættes der en række krav som en BIM model skal opfylde:
 - Digital
 - Rumlig (3D)
 - Målbar (mængdeudtræk, aflæsning af dimensioner, søgbar)
 - Uddybende (Modellen skal indeholde og videregive design konceptet, samt indeholde informationer om ydelse, bygbarheden og finansielle forhold)
 - Anvendelig (Modellen skal være tilgængelig til alle i byggeprocessen i en for alle brugelig format og en med en intuitiv grænseflade.

3D arbejdsmetode er udarbejdet med henblik på at blive anvendt i forbindelse med 3D objektorienterede cad modeller. Dog medgives det i projektet at fremtiden inden for bygningsmodeller ligger inde for BIM. Med dette for syne, hævdes det i rapporten at der er muligheder i 3D arbejdsmetode til videreudvikling til anvendelse af BIM modeller.

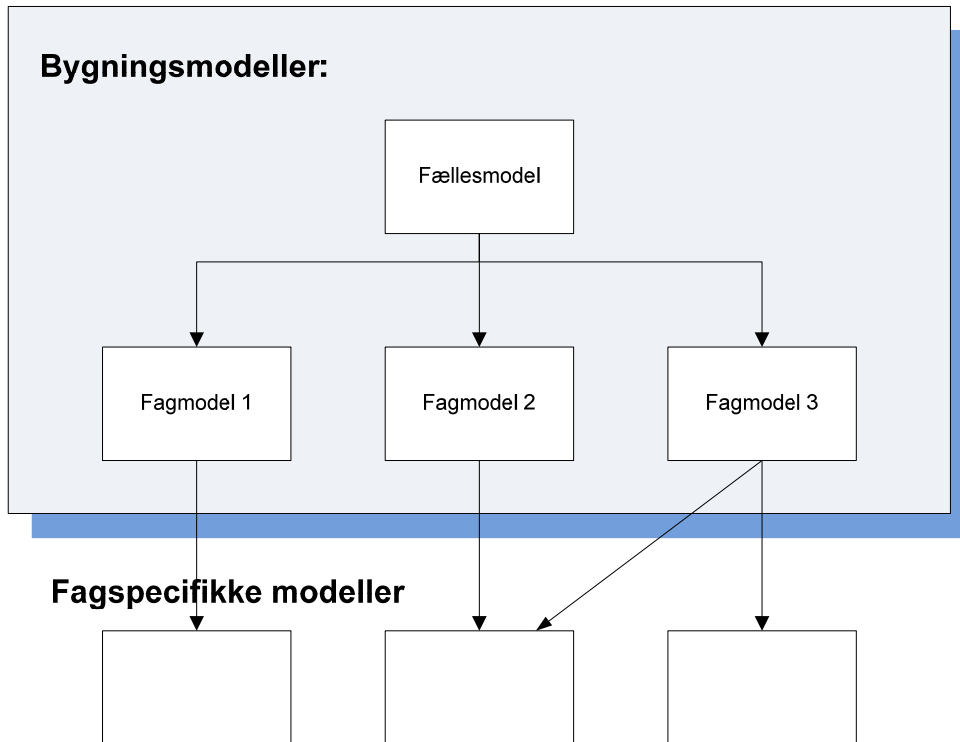
Grunden til at der i første udgave af 3D arbejdsmetode ikke er blevet udarbejdet med henblik på anvendelse af BIM modeller, er at det menes at byggebranchen har brug for tid til at modnes inden for anvendelse af IT, inden det vil være muligt.

5.6 Typer af bygningsmodeller

Der er to typer af modeller tilknyttet 3D arbejdsmetode konceptet. Fagmodeller som indeholder informationer tilknyttet et specifikt fagområde i byggeprojektet. Antallet af fagmodeller kan variere fra projekt til projekt. Fagmodeller udveksles ofte projektets parter imellem, så det er af vital betydning, at de overholder de strukturkrav der er beskrevet i 3D CAD-manual 2006.

Fællesmodellen er en bygningsmodel der opsamler og koordinerer informationer fra flere eller samtlige fagmodeller. Fællesmodellen opdateres løbende igennem projektforsløbet med information fra fagmodellerne, og anvendes på den måde som et koordineringsværktøj for samtlige fagentrepriser. Desuden kan den benyttes til at viderekommunikere projektets funktion og visuelle egenskaber og stude til udestående parter som bygherre og myndigheder og fremtidige brugere.

Foruden Fagmodeller og Fællesmodel kan der være tilknyttet såkaldte Fagspecifikke modeller til et projekt. Disse modeltyper er generelt beregnings-, visualiserings- eller anden form for simuleringsmodeller. De er enten udviklet fra bunden, eller udlet fra en eller flere fagmodeller, og benytter nødvendigvis ikke et format som kan benyttes af de resterende parter i projektet. Disse modeller falder ikke under 3D arbejdsmetodes retningslinjer eftersom de ikke udveksles med andre i projektet.



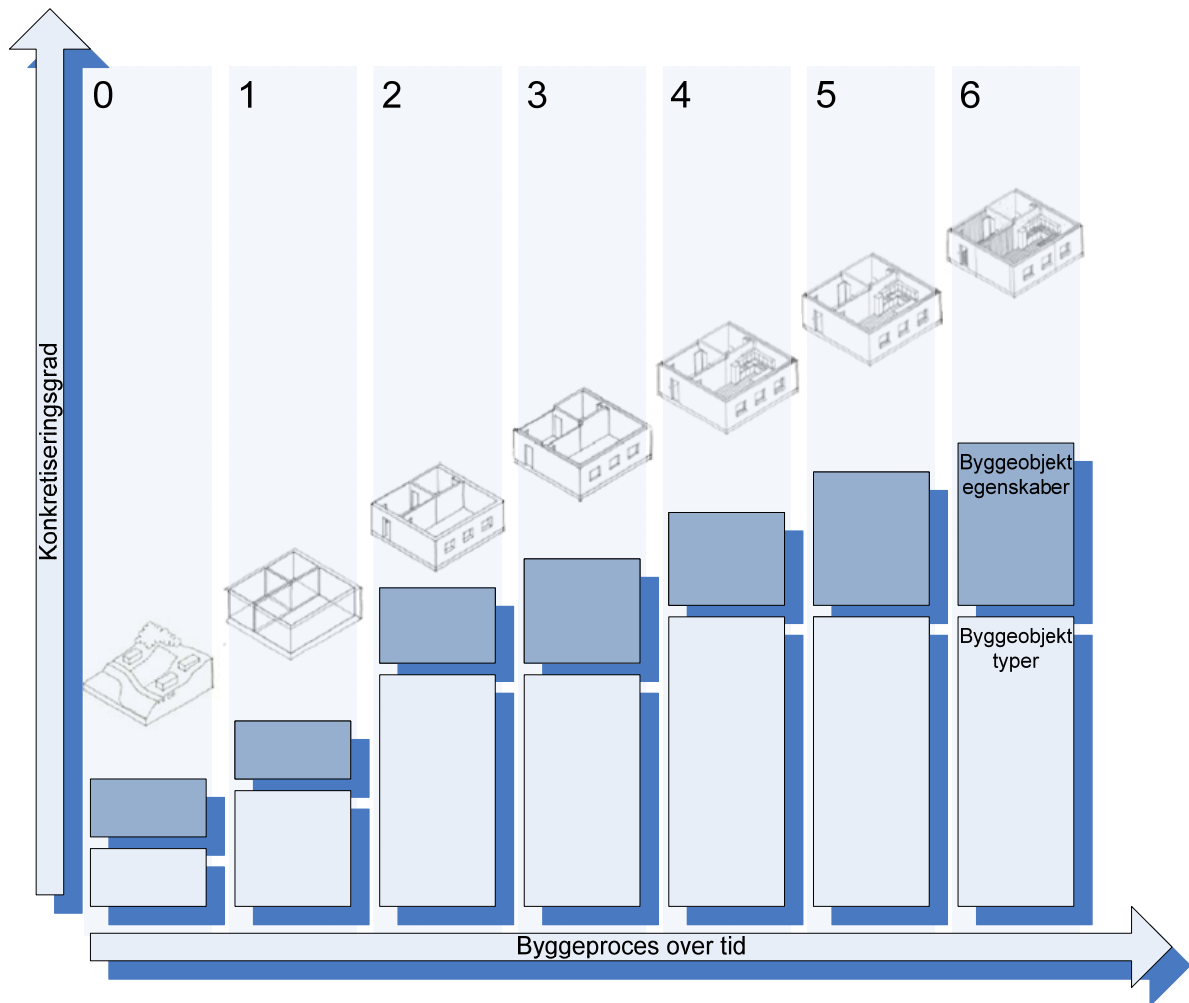
Figur 3 Bygningsmodellen er fællesbetegnelsen for alle modeller, der repræsenterer et bygningsmæssigt indhold. Fagmodellen er forankret hos den enkelte part, fællesmodellen er en forening af fagmodeller. Hertil kommer andre, mere fagspecifikke modeller til simulering, beregning, visualisering mm. (6)

Gennem hele projektforsløbet udvikler fagmodellerne sig efterhånden som de opbygger flere og flere informationer. Dette er det samme forløb som også eksisterer i et traditionelt tegningsmateriales forløb igennem et projekt. Hvad 3D arbejdsmetode gør er at sætte dette i et system, hvor der er retningslinjer for hvordan de enkelte fagmodeller løbende sammenkøres. Dette skulle i teorien resultere i færre konflikter i projektmaterialet senere i forløbet.

Bygningsmodellerne i 3D arbejdsmetode bliver delt op i 7 informationsniveauer. Niveauerne starter fra 0, som er en repræsentation af bygherrens krav til byggeriet såsom funktion og størrelse.

Niveau 1 består af en repræsentation af bygningens udvendige form og placering.

Niveau 3 inkludere indvendig rumopdeling. På denne måde bliver modellen mere og mere specificeret til den endelige bygningsmodel står færdig ved informationsniveau 6.



Figur 4 Informationsniveauerne i 3D arbejdsmetode (6)

Efter at et byggeforløb har nået en forudbestemt milepæl som udgør et informationsniveau, gemmes de aktuelle fagmodeller med den information som er blevet opbygget i det forudgående arbejdsforløb. Herefter startes der en ny fase op med kopier af de gemte bygningsmodeller, og der arbejdes videre på disse modeller til den næste forudbestemte milepæl nås.

På denne måde stræber 3D arbejdsmetode at sikre genbrug af projektdata gennem hele processen, samtidig med at projektførløbets historik gemmes.

5.7 Tegningsproduktion

2D tegningsmateriale kan genereres udefra de aktuelle fagmodeller, men det vil være nødvendigt at supplere disse tegninger med tekster, målsætninger mv. Der vil i al sandsynlighed være en del efterbehandling for at få tegningsmaterialet til at afbillede traditionelle tegninger. Men kan den nødvendige modifikation holdes til et minimum vil det være at fortrække, da dette vil kræve en manuel opdatering i tilfælde af ændringer i fagmodellen.

Det vil i entreprenør henseende være fordelagtigt hvis der udarbejdedes en fast procedure der effektiviserede udarbejdelse af 2d tegninger fra fagmodellen til brug på pladsen. Eller endnu bedre hvis et system blev udviklet som benyttede direkte udtræk fra en version af fagmodellen, til at formidle informationer til håndværkerne på pladsen.

5.8 Dataudtræk

Data udtræk kan ske fra de enkelte fagmodeller og senere i projektførløbet i større grad fra fællesmodellen. Formålet vil hovedsageligt være udtræk til kalkulation af tilbud, samt til generering af arealer og styklister.

Anvendes der sammen med bygningsmodellen et klassifikationssystem kan informationer som ikke kan gemmes i cad objekterne, i teorien importeres fra andre databaser. Til dette vil det være nærtliggende at anvende DBK som er udviklet i bips regi parallelt med 3D arbejdsmetode, som del af fundamentet til DDB. Når dette er sagt skal det siges at der ikke foreligger nogen informationer, i hverken 3D arbejdsmetode eller DDK, om hvordan principperne kan integreres.

5.9 Vurdering af 3D Arbejdsmetode

3D Arbejdsmetode giver en struktureret metode til at håndtere integreringen af flere bygningsmodeller i et projekt. Metoden fremstår som den er nu, som en god grundlæggende metode, der stadig muliggør det for brugerne at inkorporer deres egen arbejdsmetoder og anvende de cad programmer som de selv foretrækker.

Der stilles i 3D arbejdsmetode ikke andre krav til cad programmer, end at de skal kunne arbejde med objektorienterede modeller, og at de evt. skal kunne arbejde med IFC formatet, hvis ikke andet aftales projektparterne imellem. Disse krav kan de fleste moderne CAD systemer leve op til i dag.

Det fremgår tydeligt af 3D arbejdsmetode at bygningsmodellerne skal være objektorienteret. Det ville være at fortrække at der blev lagt mere vægt på hvordan denne objektorienterede model bedst opbygges for at kunne anvende et klassifikationssystem som f.eks. DBK.

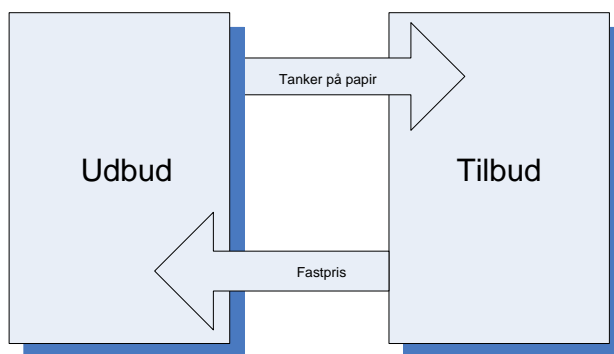
6 Logistik og Proces

Formålet med bips projektet Logistik og Proces er en streamlining af informationsgangen fra rådgiverens objektbaserede 3D bygningsmodeller, til entreprenørens kalkulations- og planlægningssystemer. Hovedvægten ligges på at udpege hvilke mål og mængder der kan udtrækkes fra 3D modellen, til anvendelse i udarbejdelse af tilbud der indeholder præcise ydelser som løn, materialer og materialeforbrug.

Til opsamling og videreførelse af de entreprenørernes data, bliver produktionskortet introduceret. Produktionskortet skal kunne anvendes til opsamling af alle de data som håndværkerne skal have til rådighed på pladsen, for at kunne udføre et specifikt arbejde.

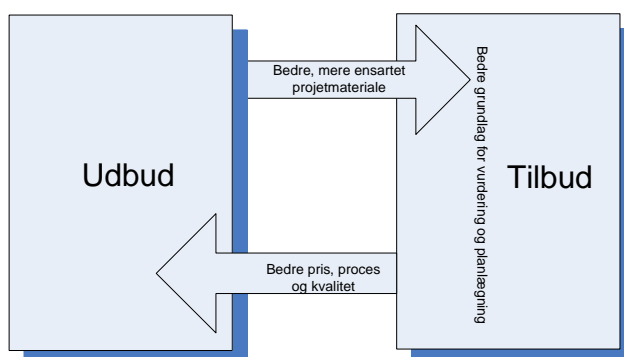
For at kunne videreføre data på tværs af byggeriets parter, er det nødvendig af med en standardisering af projektmateriale. så entreprenørerne kan overtage data direkte fra de projekterendes modeller.

Nedenfor er to modeller der illustrere hvor dan data overføres i byggeprocessen. De to modeller viser henholdsvis processen ved et traditionelt papirbaseret projektførløb, og et hvor processen er blevet digitaliseret.



Tilbudsprocessen i det normale forløb forgår ved at entreprenøren modtager en stor mængde dokumenter fra den projekterende. Derefter skal de sorteres for relevante og urelevante dokumenter for prissætningen, hvorefter entreprenørens tilbudsafdeling udarbejder et tilbud ud fra dette projektmateriale, tidligere erfaringer og mave fornemmelsen.

Figur 5 Normal udbud og tilbudsproces (7)



Tilbudsprocessen ved direkte overførte data forløber ved at de projekterende aflevere et standardiseret digitalt materiale til entreprenøren. ud fra dette materiale kan der udtrækkes mængder og mål, som kan danne grundlag for vurdering og planlægning.

Proces (7)

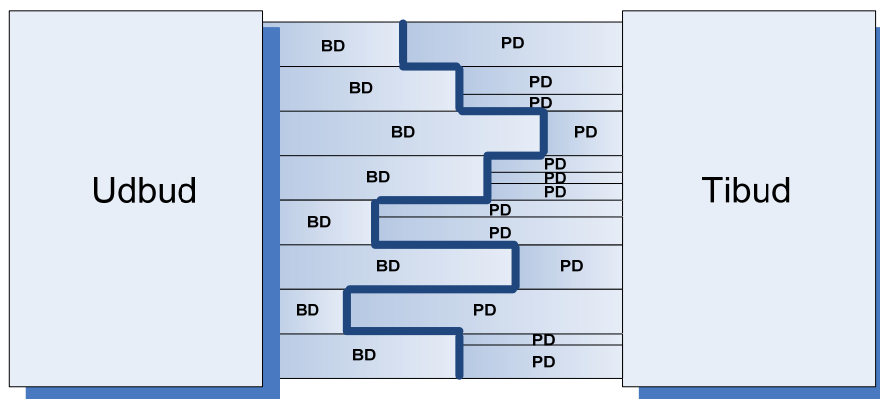
Figur 6 udbud og tilbudsproces ifølge Logistik og

6.1 Produktionsdelen - Entreprenørens dataenhed

Fremover når entreprenøren modtager udbudsmateriale fra den projekterende, i et forudbestemt standardiseret materiale, vil entreprenøren påkoble sine egne produktions- og planlægningsrelaterede information til de under projekteringen allerede oprettede bygningsdele.

For hver bygningsdel kan der tilkobles en eller flere produktionsdele, afhængig af bygningsdelen og entreprenørens arbejdsvaner. Det vil sige at en bygningsdel, som under projekteringen opfattes som et enkelt objekt (bygningsdel), kan for entreprenøren godt opfattes som flere enkelte dele (produktionsdele), idet dette vil være nødvendigt i produktionsøjemed.

En Bygningsdel som et fundament kunne f. eks bestå af 4 produktionsdele: Forskalling, Armering, Støbning og afforskalling. Et gulv med varme, kan beskrives som en bygningsdel, men nødvendiggøre udførelse i flere produktionsdel (f.eks. armering, rørlægning og støbning).



Figur 7 Tilbudsprocessen med Bygningsdel(BD) og Produktionsdel(PD) (7)

Informationerne i Produktionsdelen er entreprenørens egne, som kan være opbygges gennem erfaring men også være bygget på leverandørers beskrivelser. På denne måde er der et større potentiale for at udnytte opbyggede erfarings data fra projekt til projekt. I henhold til Logistik og Proces vil produktionsdelen bl.a. kunne anvendes til:

- *Planlægning, idet tidsplaner opbygges af produktionsdele.*
- *Underentrepriser, når en typisk fagdelt gruppe produktionsdele sammensættes.*
- *Multisjak, når en gruppe produktionsdele relateret til flere aktører sammensættes.*
- *Kvalitetsikring, idet KS føres direkte på den enkelte produktions-del.*

(7)

6.2 Produktionskortet

Produktionskortet er et digitalt redskab der, benyttes af entreprenøren til at samle alle de data der udgør grundlaget for produktionen, og skal videregives til håndværkerne.

Alle informationer opbygget i både Bygningsdelen og Produktionsdelen kan trækkes ud og benyttes i Produktionskortet, men en udvælgelse af data som er relevant for den specifikke produktionsopgave vil være nødvendig.

Der opsættes i Logistik og Proces en række forudsætninger for produktionskortets struktur og anvendelse:

- *Entreprenøren har ansvaret for produktionskortet.*
- *Produktionskortet skal kunne genereres elektronisk.*
- *Produktionskortet skal i sin struktur kunne understøtte alle faggrupper.*
- *Der er ingen begrænsninger eller ”regler” for, hvordan produktionskortet benyttes eller visuelt udformes.*
- *Der er ingen begrænsninger for, hvem der kan være dataleverandører eller systemleverandører til fremtidige produktionskort.*
- *Basisproduktionskortet skal være tilgængeligt for alle i branchen.*
- *Den overordnede basisstruktur for produktionskortet skal styres af en ”centralenhed”, hvorfra kortet kan downloades eller uploades.*
- *Denne ”enhed” skal ligeledes have ansvaret for at vedligeholde og videreudvikle konceptet, herunder det videre arbejde med at lette dataoverførsler mellem programmer og systemer.*
- *Der skal blandt andet udarbejdes en brugervenlig manual til, hvordan der overføres og indlægges data på produktionskortet.*

(7)

Ovennævnte forudsætninger giver entreprenøren rigt mulighed for udviklingen af lige den form for produktionskort som falder naturlig for netop dennes arbejdsmetoder, samt tage højde for hvilke resurser der er til rådighed i de enkelte virksomheder.

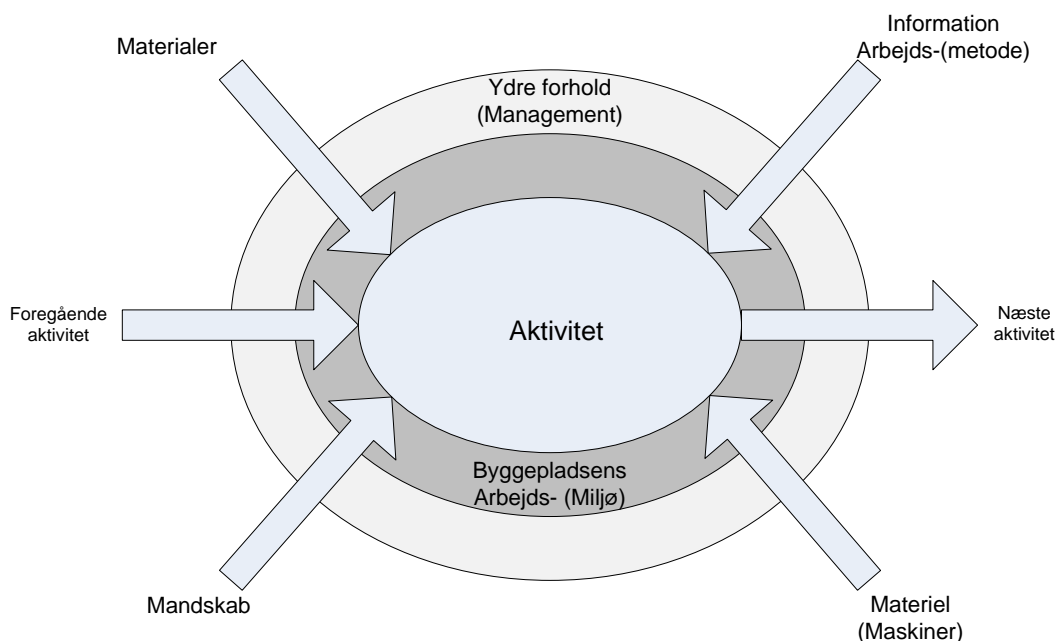
6.2.1 Produktionskortets struktur og Lean Konstrukton

Der bliver i Logistik og Proces lagt vægt på at Produktionskortet er entreprenøren værktøj, og at det er hans at udarbejde som han ser bedst. Dog opsættes der i Logistik og Proces en overordnet struktur, som har til formål at guide entreprenøren i udarbejdelse af Produktionskortet.

Denne overordnede struktur er udarbejdet med udgang i de syv strømme fra Lean Konstruktion. Ifølge Lean Konstruktion er der syv forudsætninger, der skal være i orden for at en aktivitet er sund. De syv strømme er:

1. De forudgående arbejder skal være afsluttede
 2. Der skal være den nødvendige plads til at udføre arbejdet
 3. De ydre omstændigheder skal være i orden
 4. Materiellet skal være tilstede
 5. Materialerne skal være tilstede
 6. Mandskabet skal være tilstede
 7. Korrekt information i form af tegninger og beskrivelser skal være tilstede
- (8)

De syv strømme kan illustreres om i Figur 8.

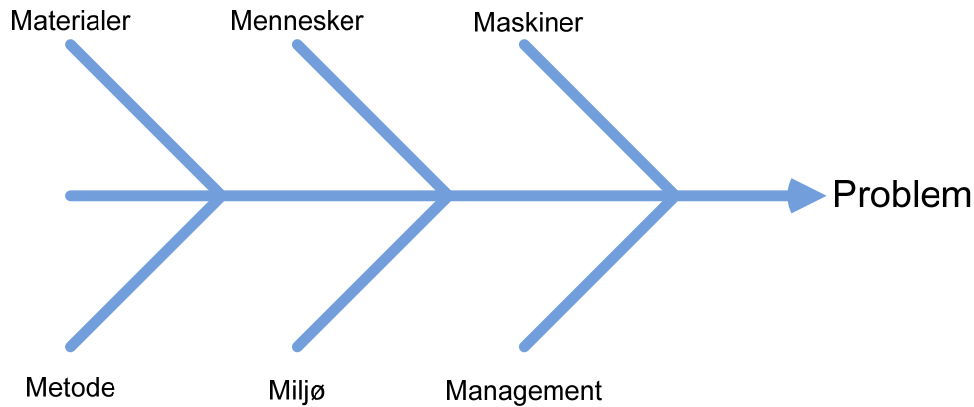


Figur 8 Lean construction's forudsætninger for en effektiv produktion. (9)

Ud fra disse syv strømme, udarbejdede bips en model til Logistik og Proces som skulle sikre at de blev inkorporeret i produktionskortet. Modellen blev navngivet Cedac1 modellen og er vist i Figur 9.

Cedac1 modellen skal forstås på den måde at problemet deles op i de 6 m'er som vist i figuren.

Rent praktisk anvendes Cedac1-modellen på den måde, at problemet skrives forenden af fiskebenet. Udfør hver af de 6 m'er skrives årsagerne til problemet på venstre side af benet, og på højre side skrives løsningsforslagene og løsningerne. Ved brug af denne metode, sikre man sig at alle aspekter af problemet er blevet behandlet.



Figur 9 Cedac1-modellen (7)

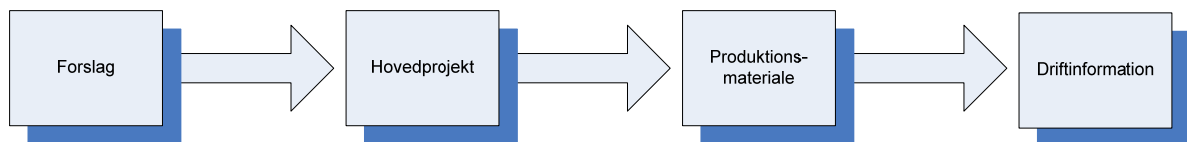
Med udgang i de syv strømme og Cedac1-modellen, blev der udarbejdet en overordnet struktur for hvad produktionskortet skal indeholde bestående af syv punkter:

1. Stamdata
2. Byggeplads
3. Planlægning
4. Aktivitet
5. Materialer
6. Materiel
7. Mandskab

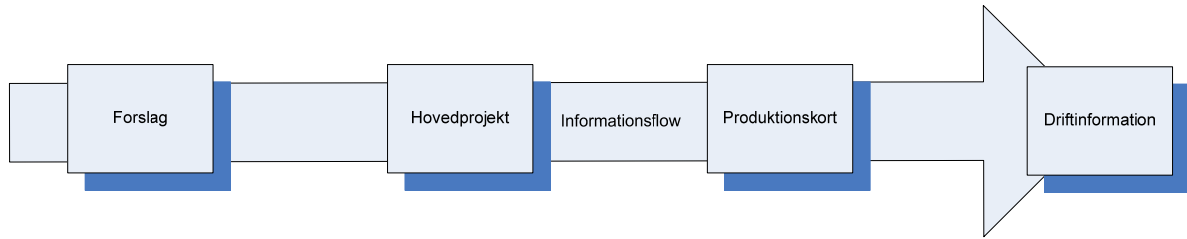
6.3 Data til produktionskortet

De data der indgår i produktionskortet, stammer fra en række af projektets parter. Hver part i projektet fra bygherren til arkitekt og ingeniør, er hver ansvarlig for deres data er vedligeholdt og opdateret efterhånden som projektet skrider frem. Disse data kan entreprenøren drage nytte af og anvende til input til produktionskort.

Dette giver et mere sammenhængende flow i informationen, end hvad der er standard i et traditionelt projekt. Som det er forsøgt illustreret i Figur 10 og Figur 11, er det forsøgt med DDB og Logistik og Proces at skabe et mere sammenhængende flow af informationerne i projektførløbet, ved at forbedre mulighederne for at udnytte data udarbejdet i tidligere faser af projektførløbet.



Figur 10 Informationsudviklingen i traditionelt projektmateriale



Figur 11 Informationsflow ved anvendelse af DDB's principper og produktionskort

De kilder der leverer data til produktionskortet defineres i henhold til Logistik og Proces som:

- Rådgivende arkitekter og ingeniører, som leverer projektets data, mængdefortegnelse, udfaldskrav, kran-specifikationer, 3D model, detailtegninger og organisering af forandringer.
- Materialeleverandører, producenter, service- og materielleverandører leverer vejledninger, specifikationer, dokumentationer, anvisninger og leveranceforhold.
- Myndigheder, organisationer og autoriserede virksomheder udformer og opdaterer love, regelsamlinger, bekendtgørelser, branchevejledninger og standarder.
- Hovedentreprenørers interne systemer og programmer udformes til at håndtere generering af produktionskort med tilstrækkelig og koordineret information, planlægning og kvalitetssikring, hvilket kræver udvikling af nye kompetencer og programmel.
- Fagentreprenørernes interne systemer og programmer udformes til at håndtere generering af produktionskort via systematisk strukturering af kalkulations-/CAD-systemer for bygningsdele, indeholdende leveranceplaner fra eksterne parter f.eks materialer og materiel samt arbejdsmetodebeskrivelser og dels samspil med / tilbagemelding vedr. kvalitetssikring, løn- og økonomisystemer, ressource- og planlægningsystemer, hvilket kræver udvikling af nye kompetencer, organisering, programmel og kommunikationshåndtering.
- Bygherren leverer plan for sikkerhed og sundhed.
- En datastrukturerende organisation organiserer, specificerer og formidler datastruktur.
- Softwareproducenter/-eksperter udvikler, producerer, sælger koordineret programmel og knowhow, der øger produktiviteten og kvaliteten i byggebranchen.

(7)

6.3.1 Eksempel på Produktionskort

Der er i Logistik og Proces projektet, og relaterede udgivelser, anvendt 3 forskellige eksempler på, hvordan Produktionskort konceptet rent praktisk kan udføres.

De 3 eksempler er fra Ringsted Byggeentreprise, JAKON A/S og Logistik og Proces's egen hjemmeside, www.produktionskort.dk.

Fælles for de 3 produktionskort er at de alle følger strukturen fremlagt i Logistik og Proces. Men de 3 kort har valgt en forskellig måde at fremlægge indholdet af produktionskortet på, der passer til deres individuelle produktionsmetoder.

6.3.1.1 Logistik og proces's eget produktionskort

Det første eksempel er fra Logistik og Proces's egen hjemmeside. Dette produktionskort gør brug af en XML-skabelon, hvori der kan lagres informationer inddelt i de 7 overordnede punkter fra den fastlagte struktur: Stamdata, Byggeplads, Planlægning, Aktivitet, Materialer, Materiel og Mandskab.

Produktionskort: lp1.xml

Stamdata

Navn:
 Vej:
 Nummer:
 Postnummer:
 Matrikelnummer:
 Byggherbestemt sikkerhed/sundhed: ja nej
 Entreprenørbestemt sikkerhed/sundhed: ja nej
 Plan sikkerhed/sundhed: ja nej
 Placering plan sikkerhed/sundhed:

Adresser

Type	Firmanavn	Adresse	Nummer	Postnr.	Hovedtlf.	Fax	Email	Web
<input type="checkbox"/>	Entreprenør	Totbyg	Reavgade	23	2200	5654353	5654352	fr@totbyg.dk totbyg.dk

Personer

Vælg firma:

Type	Navn	Adresse	Nummer	Postnr.	Hovedtlf.	Direkte tlf.	Mobil.	Fax	Email	Web
<input type="checkbox"/>	Byggeleder	Finn Gertsen	Skur	12	2200	5654353	5654334	5654309	fg@totbyg.dk	www.totbyg.dk
<input type="checkbox"/>	Ass byggeleder	Anja Karlsen	Skur	12	2200	5654353		2354367	ak@totbyg.dk	www.totbyg.dk

Møder

Type: Byggemøde Byggemøde Sikkerhedsmøde
 Tidspunkter: UE: hver mandag 13, Rådgivere: hver man, Hver tirsdag 08.00 lig

Godkendelser

Type	Tekst	tid
<input type="checkbox"/>	Byggetilladelse	Udstedt af kommune 2005-08-23
<input type="checkbox"/>	Statiske beregninger	Udført og godkendt 2005-10-01

Eksempel 1 Indtastning af data i produktionskortet. (10)

Ved at udvikle deres produktionskort i et XML-skema, har logistik og proces lagt vægt på tilgængeligheden af den data som bliver indtastet i produktionskortet. I et XML-skema har hver post sit eget id, som gør det muligt at trække informationer ud og anvende disse data i et andet program.

Dog har produktionskortet fra Logistik og Proces, ikke noget særligt brugervenligt interface. Den eneste mulighed der findes for fremvisning af indholdet, med mindre man udvikler en 3. parts applikation, er at udskrive informationerne til en PDF fil, som vist i Eksempel 2 og Eksempel 3.

Stamdata
Stamdata

Navn	Byggeprojekt LP
Adresse	Figalvej 34, 2200
Matrikelnr.	7564
APV placering	
Bygherrebestemt sikkerhed/sundhed	nej
Entreprenørbestemt sikkerhed/sundhed	ja
Plan sikkerhed/sundhed	ja
Plan sikkerhed/sundhed placering	Skur 12

Aktører
Totbyg

Type	Entreprenør
Adresse	Reilvgade 23, 2200
Hovedtlf.	5654353
Fax	5654352
Email	fr@totbyg.dk
WWW	totbyg.dk

Ansatte

Type	Navn	Adresse	Hovedtlf.	Direkte tlf.	Mobiltlf.	Fax	Email	WWW
Byggeleder	Finn Gertsen	Skur 12, 2200	5654353	5654334	2354334	5654309	fg@totbyg.dk	www.totbyg.dk
Ass byggi	Anja Karlsen	Skur 12, 2200	5654353		2354367	5654309	ak@totbyg.dk	www.totbyg.dk

Møder

Type	Tidspunkter
Byggemøde	UE: hver mandag 13.00
Byggemøde	Rådgivere : hver mandag 10.00
Sikkerhedsmøde	Hver tirsdag 08.00 lige uger

Eksempel 2 Stamdata afsnittet i L&P's produktionskort (10)
Byggeplads
Henvisninger

Type	Tekst	Henvisning
Tegning	Byggepladsplan	AB-991234

Byggeplads fokus

Type	Tekst	Seneste kontrol
Arbejdsplatform/lift	Seneste kontrol afslørede sløseri med sikring	2006-03-01
Oprydning og rengøring	Uacceptabelt omkring oplagsplads	2006-03-01

Byggeplads drift

Type	Tekst
Affaldssortering	Metal i Container C
Vinterforanstaltning	Tømrer rydder for sne 06.00

Fællesmateriel
Lift

Tekst	Pladsens lift er tilgængelig alle hverdage efter aftale
Brugsanvisning	i førerhus
Placering	P-plads
Krav	
Certifikat	Kræves
Lejeaftale	HE
Servicekontrakt	
Registrering	
Starttid	2006-01-01
Sluttid	2007-01-01
Kontrol	

Eksempel 3 Byggeplads data i L&P's produktionskort (10)

6.3.1.2 Produktionskort fra Ringsted Bygningsentreprise


Produktionskortet fra Ringsted Bygningsentreprise, er det af de 3 eksempler hvor der er gjort mest ud af det digitale interface. I Eksempel 4 er vist et Produktionskort fra Ringsteds Bygningsentreprise som indeholder informationer til opsætning af lofter.

På forsiden som er afbilledet, kan det ses at de syv punkter fra den overordnede struktur er dækket. Dette er gjort på en enkel og overskuelig måde, idet hver af punkterne har fået deres egen rubrik på siden som indeholder de relevante data.

Ydermere indeholder Produktionskortet yderligere specifikation af indholdet ved hjælp af links til Tegninger, Beskrivelse, 3D Model, Montagevejledning og Plan for sikkerhed og sundhed.

Når det er sagt skal det siges, at der ikke findes nogen tilgængelige beskrivelser eller illustrationer af hvordan informationerne i linkene bliver præsenteret i produktionskortet. Det er muligt at linkene simpelthen henviser til filer på et projektweb.

Produktionskort: Opsætning af lofter



Links →

Tegninger

Beskrivelse

3 D Model

Montagevejledning

Plan for sikkerhed og sundhed

Stamdata:
2711 * AB Trolde
Jens Jensensvej 28 - 2300 KBH. Ø
Rådgivere
Ingeniør: Jens Jensen 22283040
Arkitekt: Hans Jensen 22283040

Aktivitet:
Opsætning af lofter i rum 314, 315, 316



Planlægning:
Opstart: Mandag uge 31
Aflævering senest: Fredag uge 31
Materialer på plads mandag uge 31 kl. 7:00

Arbejdsmetode:
Der opsættes SKF 70 vægskinner ved alle be-Grænsede vægge. Der opsættes 1,5*20 mm Båndjernsstøpper. Der monteres P45 bæreprø-Fler og S 25/85 monteringsprofiler på træ-Bjælker, stålbjælker eller betondæk. Underste Lag gips opsættes og der fuges mod begræn-Sede vægge. Sidste lag gips opsættes og skæres Tæt mod vægge. Pladsender i det symlige lag Gips samles med T – samlestykker.
Spartling af plader er ikke indregnet.

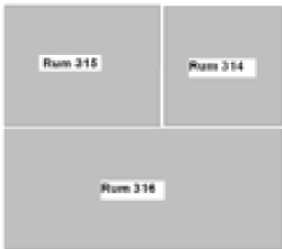
Mandskab:
Byggeleder: Ole Jensen 22283040
Formand : Hans Jensen 22283040
Tømrer : Per Jensen 22283040

Tidsforbrug: 0,59 timer pr. m² i alt 33 timer
Svendelen: 4.604,- kr - kr. 140,00 / time


Byggeplads:
Skurvogn nr. 3 er til disposition
Værktøjs og materialecontainer placeres ved Siden af skuret
Miljø og sikkerhed
Sikkerhedssko, sikkerhedsbriller og høreværn skal benyttes.
Hjelm anvendes ved opbejvning af materialer Og i de områder hvor der er hjelmpåbud.
↓ Affald
Metalbånd fra gipspladebunder → metal
Loftsskinnerester → metal
Træ, plast, pap og papir → brændbart

Materialer:


Gips byggeplade A1 13*1200*2400	m ² : 66,85
Gips båndstrop 1.5*20 mm	m : 9,34
Gips lydfulge 0.5 l	antal poser : 9,84
Gips monteringsprofil s 25/85 3800 mm	antal : 217
Gips samlestykker tska	antal : 33
Gips skinner skp 70 med filt	m : 57,86
Gips skruer r/r 13 mm 1000/ pk. Til skinner	antal : 619
Gips skruer r/a 25 mm 1000/ pk	antal : 1002
l off bæreprøfil p 45/3800	m : 50,14
Maskinbolt m 8*50 elz	antal : 50
Skruer inkl. Plugs	antal : 165




ALTANER



FACADER



TAG



VINDUER

Eksempel 4 Produktionskort fra Ringsted Bygningsentreprise. Opsætning af lofter (7)

Eksemplet i Eksempel 4, er det eneste produktionskort fra Ringsted Byggeentreprise, hvor links til mere detaljerede informationer anvendes i så stort omfang. Nedenfor vises eksempler fra en case fra Ringsted Byggeentreprise.

Casen består af en række Produktionskort som blev anvendt ved et projekt i Århus til montering af 3 stk. facadealtaner samt et styk tag altan. Selve projektet blev delt op i 3 produktionskort, som vist i eksemplerne.

For uden informationerne i det digitale produktionskort, blev der suppleret med traditionel (papir) materiale anvendt ved et sådan projekt. (Byggetilladelse, stamkort, tegninger, billeder, beskrivelser mm.)

Produktionskort: Etablering af døre

Links

Tegninger fra Bascon

Dørskemaer fra Frovin



Stamdata:
4218-2005 * Marselisborg Alle 8A- Århus

Bygherre
Lone Bak Marselisborg Alle 8A, 5.sal
87325249 – bak@shl.dk

Planlægning: Per Schklaroff 57638621

Byggeplads: Henrik Bjerg 22283026

Frovin: Niels - 59504141

Aktivitet:
Etablering af byggeplads
Etablering af dørhuller.
Kvist ombygning
Montage af døre inkl. Fugning.
Indvendige lysninger.

Arbejdsmetode:
Erystninger under vinduer nedbrydes, false opmures.
Der etableres vandtæt adgang fra kvist til altan
På 4.sal iht. detalje 09 – tegning(26)5.00B
Dermontage inkl. Gulvtrin som standard
Indvendige lysninger udføres med glet plade fra vindueskarm
Til gulv. Alt indvendigt arbejde udføres som klar til maler.

Materiel:
Der anvendes arbejdsplatform, der hejses over tag.
Arbejdsplatform monteres med mastekran.
Stål, altaner og døre hejses over taget.



Planlægning:
Opstart: Mandag uge 12
Aflæring senest: Onsdag uge 16

Materiale på plads: Mandag uge 12
Byggeplads etabl.: Mandag uge 12
Indhejsning i gård: Tirsdag uge 12

Mandskab:
Byggeleder : Peter Knudsen 22283033
Altanteam : Anders Hansen 22283067
Christian Sørensen

Akkordsum:
Opstart: 2.625,-
Platform: 2.000,-
Fastgørelse: 350,-
Mastekran: 1.200,-
Etablering af dørhuller: 6x1500= 9.000,-
Kvist ombygning: 3.000,-
Etablering af døre inkl. Alt indvendigt arbejde og fuge udvendigt 7x1600= 11.200,-
I alt kr. 29.375,-
Formandstillæg 5%= 1.469,-

Byggeplads:
Skurvogn (spc. med køjer) og værktøjscontainer placeres på Marselisborg Alle.
Afdækning med X-finer i gård.

Miljø og sikkerhed
I Hjelpekasse og øjensky i skurvogn.
Sikkerhedsdsko, knæbeskyttere og handsker skal benyttes generelt. Maske og briller eller friskluftanlæg skal benyttes ved boring og nedbrydning.

♠ Afald
Der anvendes hejseposer til affald – disse hejses Ud sammen med arbejdsplatform

Materialer:
Dørhuller
Mørsten og mørtel som eksisterende (opgøres på stedet)
Kvist
Materialer til kvistombygning opmåler og opgøres på stedet
Døre
7 stk. døre fra Frovin i.h.t. levering og ordrebeholdning
Grå silikone (udv. Fuge)
Fastgørelser, stop, karmskruer m.v. som std.
Indvendige lysninger
Underlag, lister og MDF plader (opgøres på stedet)




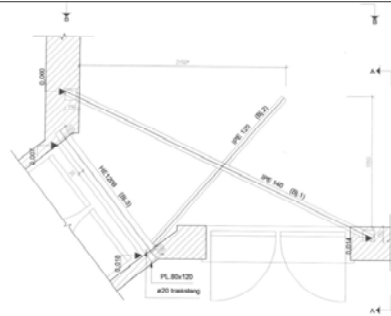

Eksempel 5 Produktionskort fra Ringsted Byggeentreprise. Etablering af døre (11)

Det første Produktionskort omhandlede etablering af døre til facadealtaner. I dette produktionskort blev der fokuseret på følgende punkter:

- Etablering af byggeplads
- Etablering af dørhuller
- Kvist ombygning
- Montage af døre inkl. Fugning
- Indvendige lysninger

Produktionskort: Montage af stål



Links →	Tegninger fra bascon	Vejledning fra Vandex
<p>Standsdata: 4218-2005 * Marselsborg Alle 8A- Århus Bygherre Lone Bak Marselsborg Alle 8A, 5.sal 87325249 – bak@shl.dk Planlægning: Per Schiklaroff 57638621 Kecon: Bjarne Kristensen 58160520</p> <p>Planlægning: Opstart: Mandag uge 12 Afl levering senest: Onsdag uge 16 Materialer på plads: Mandag uge 12 Byggeplads etabl.: Mandag uge 12 Indhejsning i gård: Tirsdag uge 12</p> <p>Mandskab: Byggeleder : Peter Knudsen 22283033 Altanteam : Anders Hansen 22283067 Christian Sørensen</p> <p>Akkordsum Hulltagning : 16x250 = 4.000,- Stålmontage : 4x1000= 4.000,- Støbning : 4x1000= 4.000,- I alt kr. 12.000,- Formandstillæg 5% = 600,-</p> 	<p>Aktivitet: Etablering af montagehuller. Stålmontage Omstøbning af stål i murværk</p> <p>Arbejdsmetode: Montagehuller udhugges i murværk forsigtigt Uden at beskadige omgivende murværk. Ståler der skal indmures korrosionsbeskyttes med system Vandex. Stålmontage i.h.t. projekttegninger. Monteres med fald for afvandning ca.(10 mm/ m) Ståler omstøbes med let ekspanderende beton.</p> <p>Materiel: Der anvendes arbejdsplatform, der hejses over tag. Arbejdsplatform monteres med mastekran. Stål, altaner og dere hejses over taget.</p> <p>Byggeplads: Skurvogn (spc. med kejer) og værktøjscontainer placeres på Marselsborg Alle. Afdækning med X-finer i gård</p> <p>Miljø og sikkerhed Sikkerhedssko, knæbeskyttere og handsker skal benyttes generelt. Maske og briller eller friskluftanlæg skal benyttes ved boring og nedbrydning. # Afald Der anvendes hejseposer til affald – disse hejses Ud sammen med arbejdsplatform</p>	 <p>Plan Stål, 1.-4.sal, 1:20</p> <p>Materialer: Mursten og mørtel til rep. som eksisterende (afgeres på stedet) Beton til omstøbning skal være let ekspanderende. 4 stk. stålkonstruktioner fra Kecon i.h.t. systemleverance. Vandex CRS –M korrosionsbeskyttelse.</p>
		


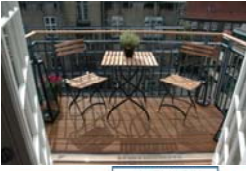

Eksempel 6 Produktionskort fra Ringsted Bygningsentreprise. Montage af stål. (11)

Produktionskort nr.2 fokuserede på montering af stålkonstruktion til forankring af altanerne. Fokuseringen i dette produktionskort var på:

- Etablering af montagehuller
- Stålmontage
- Korrosionsbeskyttelse af stål
- Omstøbning af stål i murværk

Produktionskort: Montage af altaner



Links →	Tegninger fra Bascon	Montagevejledning Weland
<p>Stamdata: 4218-2005 * Marselisborg Alle 8A- Århus Bygherre Lone Bak Marselisborg Alle 8A, 5.sal 87325249 – bak@shl.dk</p> <p>Planlægning: Per Schkilaroff 57638621 Weland: Stefan Ahlgren 0046-42269240</p> <p>Planlægning: Opstart: Mandag uge 12 Afl levering senest: Onsdag uge 16 Materialer på plads: Mandag uge 12 Byggeplads etabl.: Mandag uge 12 Indhejsning i gård: Tirsdag uge 12</p> <p>Mandskab: Byggeleder : Peter Knudsen 22283033 Altanteam : Anders Hansen 22283067 Christian Sørensen</p> <p>Akkordsum: Montage altaner: 4x 950 = 3.850,- Tilskæring : 4x 600 = 2.400,- Trægulve : 28x150 = 4.200,- Tilleg 4 altaner = 3.000,- I alt: = 13.450,- Formandstillæg 5% = 675,-</p>	<p>Aktivitet: Montage af altaner Montage af altangulvplanker i hårdttræ (massaranduba)</p> <p>Arbejdsmetode: Altanbunde tilskæres på stedet efter husets form og vinkler og monteres på stålet l.h.t. detailtegninger fra Bascon. Rækværk monteres i lod og vage i omgabeslag. Gulvplanker monteres på strøer i min. 2 sektioner Der sammenskrues nedefra med rustfrie skruer. Der skal forbores. Gummibånd monteres under Strøer. Gulvplanker monteres vinkelret på regnvandets afløbsretning (langs med facade)</p> <p>Materiel: Der anvendes arbejdsplatform, som hejses over tag. Arbejdsplatform på monteres mastekran. Stål, altaner og døre hejses over taget.</p> <p>Byggeplads: Skurvogn (spec. med køjer) og værktøjscontainer placeres på Marselisborg Alle. Afdækning med X-finer i gård</p> <p>Miljø og sikkerhed Sikkerhedssko, knæbeskyttere og handsker skal benyttes generelt. Måske og briller eller friskluftanlæg skal benyttes ved boring og nedbrydning.</p> <p>♻️ Afald Der anvendes hejseposer til affald – disse hejses ud sammen med arbejdsplatform</p>	 <p>Materialer: Altaner fra Weland i henhold til systemleverance. 4. stk Massaranduba terrasseplank 25 x 145 mm ca. 28 m² Rustfrie skruer</p>
		

Eksempel 7 Produktionskort fra Ringsted Bygningsentreprise. Montage af altaner. (11)

Det sidste Produktionskort fokuserede på montagen af selve altanerne.

- Montage af altaner
- Montage af altangulv i hårdttræ

Generelt blev denne form for produktionskort modtaget positivt af montagesjakket og det blev betragtet som en god overskuelig måde at få leveret sagen på, og at søgefunktionen var en effektiv måde at finde den relevante data på. Det blev bemærket at en digital skurvogn med internetadgang og printer var en nødvendighed.

6.3.1.3 Produktionskort fra JAKON A/S

Det sidste eksempel på produktionskort, er fra tømmerfirmaet JAKON A/S. JAKON A/S har over en årrække har udviklet konceptet de kalder "svendemapper". Dette koncept giver sjakne alt den information de skal bruge for at planlægge og styre deres egne aktiviteter. Dette er grundlaget for JAKON's selvstyrende sjak. Et eksempel på hvad en svendemappe fra kunne indeholde for produktion af "lette gipsvægge" kunne være

1. *Tegningsfordelingsliste*
2. *Tegningsliste, Arkitekt*
3. *Brandplaner*
4. *Væg- og døroversigt / Dørliste*
5. *Snit*
6. *Facadekomplettering*
7. *Fast inventar/Toiletter og køkkener*
8. *Beskrivelser*
9. *Tidsplan*
10. *Byggeplan*
11. *Montagevejledning*
12. *Telefonliste*
13. *Materialelister*
14. *Tegningsliste Ingeniør*
15. *Føringsveje El/Ventilation*

(12)

Denne form for produktionskort giver en masse informationer til håndværkeren, hvorefter det forventes at han selv kan udvælge den relevante information og planlægge det arbejde som skal udføres. Denne type for produktionskort giver store muligheder for at skabe *flow* i produktionen, idet håndværkerne kan løse mange af problemerne der kan give produktionsstop indbyrdes, og ikke behøver vente på at entreprenøren først bliver sat ind i problemet, løser det, og melder tilbage.

Dog kræver denne form for produktionskort, og selvstyrende sjak, at håndværkerne er uddannede til at håndtere disse informationer, og har kompetencerne til selv at tilrettelægge arbejdsgangen. Derfor vil dette koncept nok oftest optræde hos fagentreprenører, hvor håndværkerne er specialiseret inden for et enkelt område, som f.eks. smede- eller tømrearbejde. I modsætning til totalentreprenører hvor sjak i projektførelsen ofte udfører flere forskellige typer for produktions-, og montage arbejde, og i de fleste tilfælde vil have brug for en mere detaljeret arbejdsbeskrivelse.

6.4 Vurdering af Logistik og Proces

Den endelige rapport fra projektet Logistik og Proces, fokusere i første del på det der er blevet benævnt "Entreprenørens dataenhed". Dette er et godt koncept, og det er muligt at se flere muligheder for entreprenøren i sådan en dataenhed fra prissætning til udførelse.

Men "Entreprenørens dataenhed" konceptet lider af mange af de samme svagheder i udformningen som er blevet nævnt i sammenhæng med DBK. Der ligger ingen klar definition af hvordan det er tænkt at dette skal tage sig ud i praksis.

Den anden del af Logistik og proces projektet, fokusere på definitionen af produktionskortet. Det fungerer godt på den måde som der bliver opsat en række rammer for hvad produktionskortet skal indeholde, mens det stadig står klart at produktionskortet er entreprenørens redskab, og at han kan udarbejde udformningen som han ser bedst.

Eksemplet på et produktionskort som er blevet udviklet til "Logistik og Proces" projektet, og kan findes på www.produktionskort.dk. Det sås gerne at der var indarbejdet muligheder for anvendelse af dette produktionskort med principperne fra de 2 andre fundamentsprojekter. Dette kunne eventuelt være ved mulighed for udtræk fra 3d modeller eller mere fokus på klassifikation med DBK. Idet alle 3 fundamentsprojekter er udviklet i bips regi, ville det være rart at se en form for rød tråd der løb igennem projekterne og bandt dem sammen.

Idet produktionskort fra Logistik og Proces er udviklet som en XML-skabelon, hvor den eneste form for input mulig er manuelt indtastning, ses der ingen mulighed for at udnytte de informationer der er blevet opbygget digitalt igennem hele projektet og ved hjælp af principperne fra DBK og 3D-arbejdsmetode. XML har egenskaberne for import og eksport af data, men mulighederne for dette er hverken nævnt eller illustreret.

For at produktionskort princippets potentiale skal kunne udnyttet fuldt ud, skal det format som det foreligge i udnytte mulighederne for udtræk af informationer fra de digitale materiale der blevet udviklet fortløbende i projektet.

Produktionskortet fra Ringsted entreprise, ser ud til at have den del af de funktioner som er fordelene ved et digitalt produktionskort. Her kan nævnes funktioner som søgning i beskrivelser og digitale tegninger og 3D model. Men efter som beskrivelserne af dette produktionskort er sparsomme, er det svært at vurdere hvor godt disse funktioner implementeret.

Oftest vil der for entreprenøren dog ikke foreligge alt den digitale information som det vil være at fortrække, til udviklingen af det ideelle produktionskort. Derfor skal det selvfølgelig også være muligt at anvende informationer i "analog" form til udarbejdelse af produktionskortet. Produktionskortet fra JAKON er et godt eksempel på dette.

7 Digitale koncepter anvendt i byggebranchen

I dette afsnit vil blive beskrevet en række koncepter og teknologier, der anvendes i byggebranchen. Enkelte af disse er udviklet specielt med henblik på at løse behov i byggebranchen, hvor andre er udviklet til formål uden for byggebranchen hvorefter de der blevet tilpasset for at kunne dække behov inden for byggebranchen.

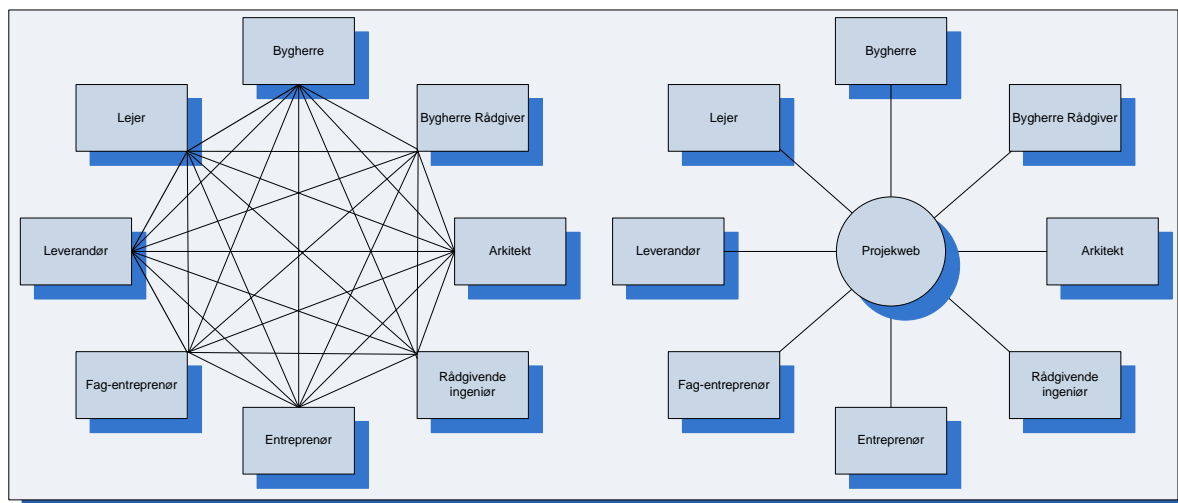
I dette afsnit vil blive behandlet koncepter som Projektweb og BIM-modeller, samt beskrivelse af en række fil-formater til lagring af informationer anvendt i byggeprojekter.

7.1 Projektweb

Projektweb er et internet baseret værktøj til udveksling af informationer mellem aktørerne i et byggeprojekt, eller for den sags skyld hvilken som helst anden industri der anvender projektorienterede arbejdsmetoder.

Der findes i byggebranchen mange forskellige versioner af projektweb applikationer, både kommercielle produkter udviklet af software huse specialiseret i udvikling af webportaler, men også versioner til brug internt i virksomheder. Mange større rådgivnings- og entreprenørvirksomheder, har udviklet deres egne versioner af projektweb.

Hovedformålet med projektweb er at formidle den information der bliver genereret gennem projektforsløbet til de aktuelle parter, på en nem og sikker måde. Ved at benytte projektweb i stedet for traditionelle metoder som e-mail, fax, post mv., opnås der en væsentlig resurse besparelse idet afsenderen kun skal sende til en modtager (projektweb) i stedet for samtlige modtagere.



Figur 12 Traditionel informationsudveksling kontra projektweb.

Med den tiltagende anvendelse af 3D-modeller og BIM modeller, bliver projektweb mere og mere uundværligt i byggeprojekter, da disse filer ofte er for store til at sende

f.eks. med e-mail. Det er derfor også et af kravene til DDB, at der skal anvendes en form for projektweb i byggesager der falder ind under DDB's regi.

Nogle af de funktioner og fordele der kan være ved at benytte projektweb kan være:

- **Bedre kvalitetssikring.** Da alle nyeste dokumenter bliver direkte uploadet til projektweb er man sikker på at der arbejdes med de seneste versioner af dokumenterne.
- **Tidsbesparende.** Igen når nye dokumenter uploades direkte til projektweb, er der ingen ventetid på at distribution og administration. Derudover er alle dokumenter tilgængelig uanset hvor man befinder sig, så længe der er adgang til internettet.
- **Bedre struktureret projektdokumentation.** Hvilket giver bedre mulighed for genanvendelse og erfaringsopsamling.
- **Viewer indbygge i projektweb.** Ofte vil der være indbygget programmer til læsning af de typer filer der ligger på projektweb, så filer kan læses uden installation af ekstra programmer.
- **Mindre papirforbrug.** Udgifterne til plot og trykning af dokumenter vil kunne nedbringes.
- **Offentlig hjemmeside.** Ofte vil projektweb benyttes til at informere offentligheden omkring byggeprojektet.

Også på byggepladsen vil projektweb kunne benyttes med fordele, ide en håndværker med adgang til projektweb vil være i stand til at hente aktuel dokumentation om hans igangværende arbejde.

En mulighed er også at arbejdstegninger eller produktionskort bliver distribueret via projektweb, og at det er muligt for håndværkeren at se arbejdstegninger for arbejde der ligger før og efter hans nuværende fokus, og at han dermed bedre kan planlægge hans arbejdsdag.

7.2 BIM-modeller

Ønsker man at digitalisere byggebranchens arbejdsgang, kan man ikke komme uden om begrebet BIM-modeller. "Building Information Modeling" eller BIM, er en objektorienteret 3D cad model af et byggeprojekt.

BIM modeller er meget oppe i tiden, og mange software udviklere er hurtige til at hoppe med på bølgen og udnævne deres 3D cad software til at have BIM egenskaber. Men en 3D model der kun indeholder dimensioner og ingen objekt egenskaber er ikke en BIM model. Modellen skal også opføre sig reaktivt på ændringer i relaterede objekter, forstået på den måde at objekter der er berørt af en ændring i modellen skal tilpasse sig til de nye forhold med mindst mulige manuelle ændringer.

Selvom konceptet for BIM-modeller har eksisteret i årtier, findes der ikke en officiel kravmodel for hvad der udgør en BIM-model, men et bud på krav til en BIM-model kan, ifølge M.A Mortenson, se ud som følger:

- *Digital*
- *Rumlig (3D)*
- *Målbar (mængdeudtræk, aflæsning af dimensioner, søgbar)*
- *Uddybende (Modellen skal indeholde og videregive design konceptet, samt indeholde informationer om ydelse, bygbarheden og finansielle forhold)*
- *Anvendelig (Modellen skal være tilgængelig til alle i byggeprocessen i en for alle brugelig format og en med en intuitiv grænseflade.*
- *Holdbarhed (modellen skal være brugbar i hele bygningens livscyklus)*

(13)

Som sagt tidligere er en objekt orienteret CAD model ikke nødvendigvis nok til at den lever op til kravene til at kunne være en BIM model. For at en model kan kaldes en BIM model skal den bestå af parametriske objekter. Et parametriske BIM objekt defineres ud fra følgende kriterier:

- *Bestående af geometriske definitioner og forbundene informationer og regler.*
- *Geometri er integreret ikke-redundant, og uden mulighed for uoverensstemmelser. Når et objekt vises i 3D, kan dets facon ikke repræsenteres internt redundant f.eks. som multiple 2D views. Der kan ikke "snydes" med dimensioner.*
- *Parametriske regler for objekter ændrer automatisk tilknyttet geometri, når det bliver indsat i en bygningsmodel eller når der bliver ændret på tilknyttede objekter. F.eks. tilpasses en dør automatisk til en væg, en hys afbryder placeres automatisk på den rette side af en dør, en væg tilpasses automatisk til undersiden af tag eller loft mv.*
- *Objekter kan defineres på forskellige niveauer af aggregation (sammenhæng), hvilket betyder at man kan definere både en væg og dens tilhørende bygningsdele. Objekter kan defineres og håndteres på et vilkårligt hierarkisk niveau. F.eks. hvis vægten af en vægs delkomponenter ændres skal vægten af væggen også ændre sig.*

- *Objektregler kan identificere når en ændring forårsager problemer med gennemførlighed f.eks. relateret til objektets størrelse, bygbarhed mv.*
- *Objekter har evnen til at linke eller modtage samt sende eller eksportere sæt af attributter, såsom materialeegenskaber, akustiske data, energi data f.eks. til andre applikationer eller modeller.*

(13)

Af CAD programmer der har indarbejdet BIM funktionalitet kan nævnes ArchiCAD, Revit og Tekla. Men der findes flere programmer der har lignende funktioner, alle med deres stærke og deres svage sider. Der findes til dags dato ikke ét program eller en udvikler, der har sat sig markant på markedet for BIM, og det variere fra bruger til bruger og virksomhed til virksomhed hvilke program der foretrakkes.

Derfor er det også vigtigt at der ved starten af et projekt der benytter sig af BIM teknologien, nedlægges regler for hvilke formater som der bliver arbejdet med og udvekslet parterne imellem, da ikke alle disse programmer "taler" så godt sammen.

7.3 Digitale formater

De fleste kommercielle software programmer, det kan være alt fra tekstbehandling til CAD programmer, anvender deres eget fil-format til lagring af data. Dette kan skyldes flere forskellige grunde, men hovedårsagen er nok at det er en måde at sikre sig sin markedsandel på. Jo mere udbredt et fil-format er desto større markedsandel får det software som formatet tilhører. Dette er specielt relevant når data skal udveksles flere parter imellem.

DDB har prøvet at modvirke dette ved at gøre det til standard at de data formater der anvendes i projekter DDB regi, i størst mulig omfang skal anvende open source formater.

De mest anvendte open source formater anvendt i byggebranchen er IFC og XML.

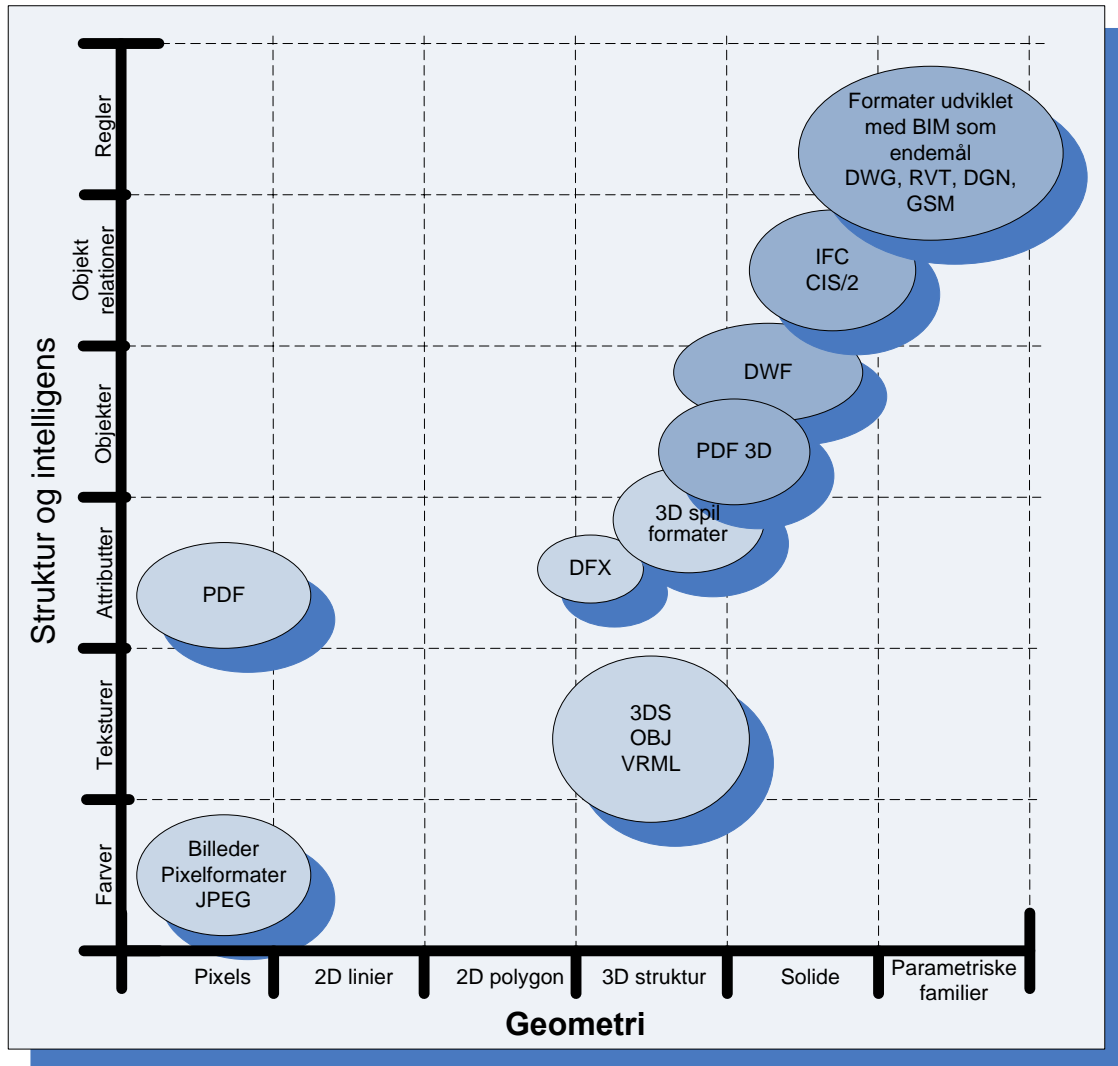
7.3.1 CAD formater

I Figur 13 ses en sammenligning af en billede og model formaters egenskaber inden for understøttelse af geometri og deres egenskaber.

Nederst i venstre hjørne findes de simpleste fil formater, som kun kan gengive pixles og farver. Et af de mest udbredte af disse formater er JPEG formatet, som er det mest udbredte billede format. JPEG formatet anvendes oftest i forbindelse med digital kamera og scannere.

Jo længere et format bevæger sig ud af x-aksen, desto mere avanceret bliver dets geometriske opbygning. Efter den simpleste pixel kommer liner, polygoner og 3D strukturer. Til sidst kommer solide objekter og parametriske objekter.

Y-aksen definerer formaternes struktur og intelligens. Det meste simple eksempel er på JPEG formatet hvor den eneste egenskab gemt i formatet er farven på de enkelte pixels. De mere avancerede fil-formater kan definere teksturer, attributter, objekter og objektrelationer. De formater der anvendes i BIM modeller kan foruden alt foregående også indeholde regler om objektets opførelse og anvendelse, som f. eks kan anvendes til byggetekniske simulationer.



Figur 13 Sammenligning af forskellige fil-formater i henhold til geometri understøttelse og struktur og intelligens (13)

7.3.2 IFC

Industry Foundation Classes (IFC) er et filformat udviklet af International Alliance for Interoperability (IAI), med henblik på at kunne udveksle informationer imellem de forskellige programmer der anvendes i byggebranchen.

IFC er det eneste filformat der kan anvendes til at udveksle BIM- modeller indeholdende parametriske objekter, imellem forskellige programmer. Dette kan opnå idet IFC er udviklet som open source, og ikke er tilknyttet ét specielt cad program.

Netop det faktum at IFC er udviklet som open source, har medført en del kritik fra flere software udviklere om at formatet ikke kan følge med udviklingen der sker inden for CAD og BIM teknologien. Udviklerne af IFC lover derimod at formatet er i konstant udvikling, og at det vil understøtte alt den nye udvikling med tiden.

Som standard anvendes IFC til udveksling af CAD filer under DDB.

7.3.3 XML

XML (Extensible Markup Language), er et sæt regler til lagring af dokumenter digitalt udarbejdet i open source regi. Det overordnede mål med XML er at det skal være enkelt, bredt anvendeligt og kunne anvendes over internettet.

XML er vidt anvendt i IT-branchen, og der findes i dag hundredvis af programmeringssprog baseret på XML. Som eksempel kan nævnes RSS, Atom, SOAP, og XHTML.

Også de fleste tekstbehandlingsværktøjer anvender en eller anden form for XML. Heriblandt kan nævnes Microsoft office, OpenOffice og iWork fra apple.

7.3.3.1 XML-skemaer

Der er flere gange tidligere blevet nævnt udtrykket XML-skemaer. Der er i forbindelse med DDB blevet udviklet XML-skemaer til brug i digital aflevering og til Logistik og Proces's eget produktionskort.

Et XML-skema definerer strukturen på et XML dokument. Det vil sige at XML-skemaet fast lægger reglerne for hvordan data skal gemmes i XML dokumentet.

8 Uddybning af Produktionskort konceptet

Produktionskortkonceptet blev introduceret i Logistik og Proces projektet fra 2006, og indførte ideen om et elektronisk informationsmateriale til produktionen i byggebranchen. Logistik og Proces har udviklet en basisstruktur for produktionskortet baseret på Lean Construction og CEDAC modellen som er gennemgået i afsnit 6.2.1.

Logistik og Proces stiller ligeledes krav til at der skal opstilles en centralenhed, med det formål at videreudvikle og vedligeholdelse og distribution af denne basisstruktur for produktionskortet.

Derudover er der i projektet blevet gennemgået en række datatyper som vil være relevante at inkludere i produktionskortet. Men nogen egentlig model for hvordan et produktionskort skal se ud og fungere, fremgår ikke af Logistik og Proces. Derimod lægges der vægt på at produktionskortet er entreprenørens ansvar og ejendom, og derfor understreger at udformningen og indholdet firmaspecifikt.

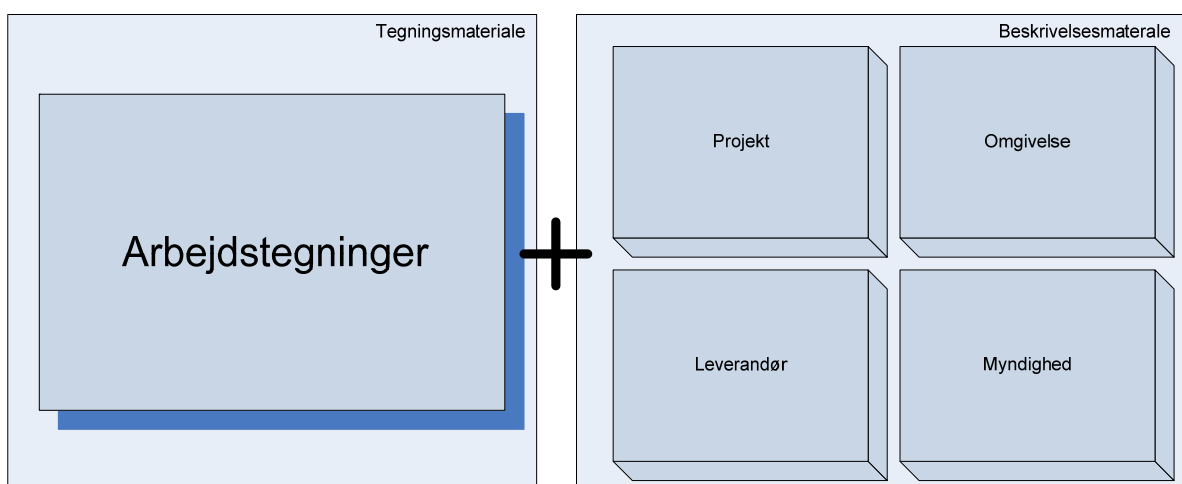
Logistik og proces definerer produktionskortet som:

Produktionskortet er den delmængde af data om produktionsdelen, der er nødvendig for at kunne producere denne.

(7)

Altså består produktionskortet i informationer til produktionen, som er afgrænset til lige de informationer der er aktuelle for at udføre den proces som produktionskortet er rettet imod.

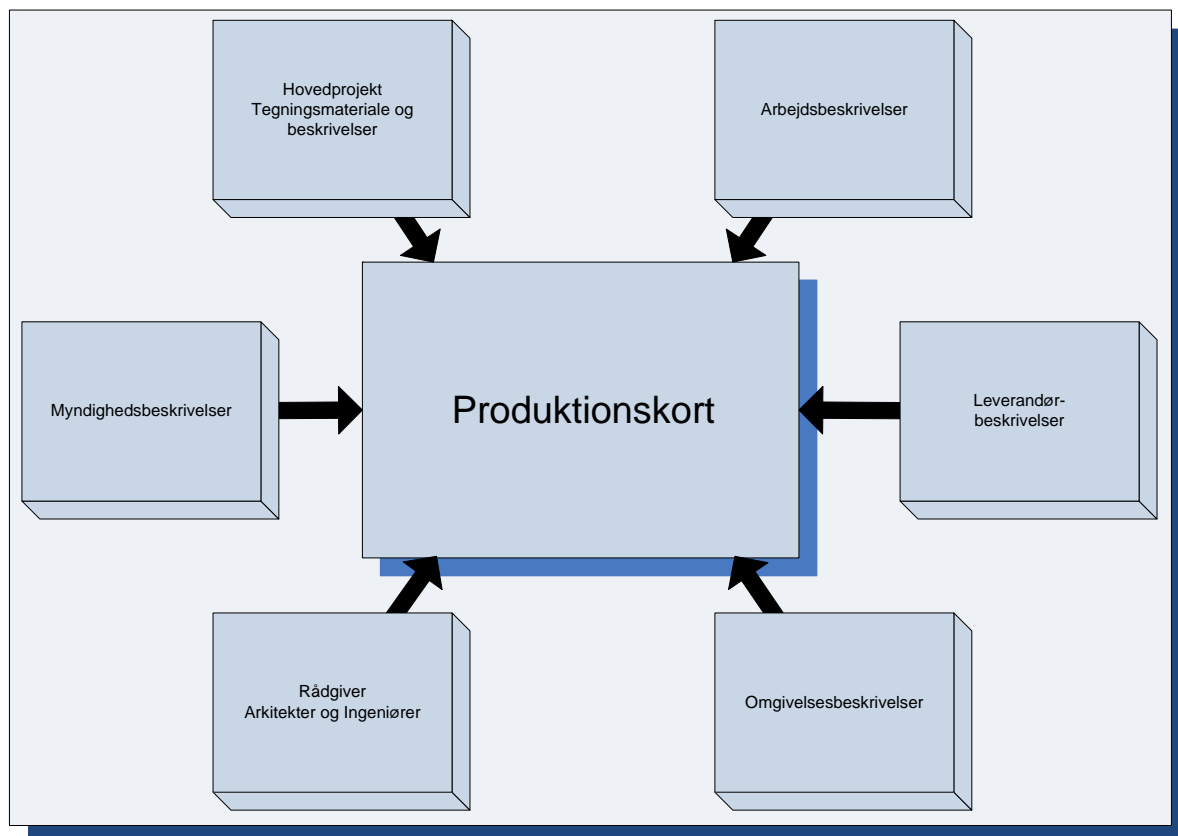
Dette står i kontrast til det produktionsmateriale der udleveres til produktionen i dag, ved at der i dag generelt bliver udleveret meget store mængder materiale ved opstarten af byggeprojektet, i form af arbejdsbeskrivelser, projektmateriale og sikkerhedsplaner mv. Disse beskrivelser vil blive gennemgået før produktionens start, men vil derefter ofte ikke blive benyttet med mindre der opstår problemer på pladsen.



Figur 14 Udleverede tegninger og beskrivelser til traditionel produktion

Til hver enkel produktionsdel, vil beskrivelses materialet så løbende blive suppleret med arbejdstegninger, der visuelt beskriver produktionsdelen. Arbejdstegningerne er hovedsageligt hvad håndværkerne i produktionen vil læne sig op af i den traditionelle metode, når produktionen er startet.

Produktionskortkonceptet udskiller sig fra det traditionelle produktionsmateriale, ved at samle alt informationen der er relevant for produktionsdelen på et sted. Information som før skulle findes frem fra det beskrivelsesmateriale der var blevet udleveret separat, vil på produktionskortet være direkte tilgængeligt.



Figur 15 Indhold i produktionskortet

Dette fremgår også i Logistik og Proces som illustreret i Figur 6 s. 30, i form af bygningsdel og på koblingen af produktionsdele.

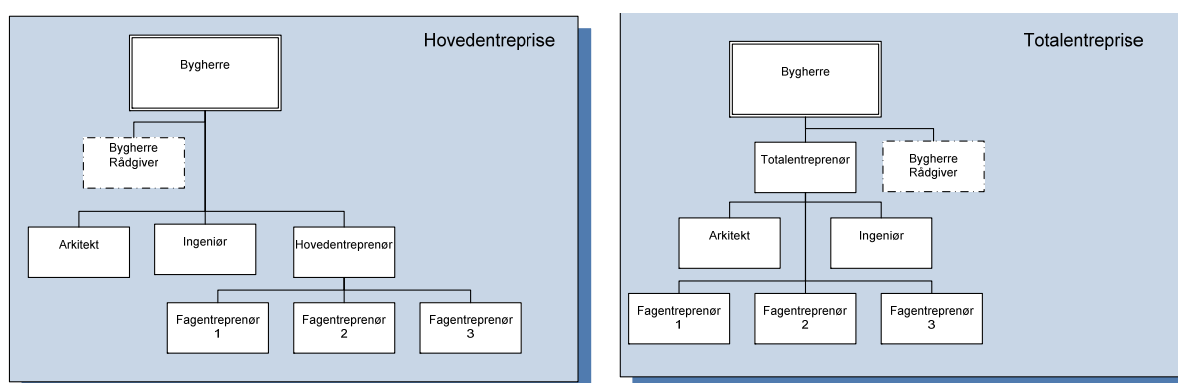
Logistik og proces stiller krav til at produktionskortet skal kunne genereres elektronisk, det vil sige at informationerne som indgår i kortet skal kunne udtrækkes fra digitale beskrivelser og tegningsmateriale fra 3D-modeller. Men der er ingen regler for hvordan produktionskortet udformes eller benyttes. Dette betyder at produktionskortet ikke nødvendigvis skal være i et digitalt format, men kan forekomme som papirmateriale.

8.1 Traditionel kommunikationstankegang vs. Produktionskort tankegangen

I dette afsnit vil der blive dannet et overblik over hvordan en generisk organisation i en byggesag ser ud. Derefter vil det blive beskrevet hvordan Traditionel kommunikationstankegang vs. Produktionskort tankegangen vil foregå i denne organisation.

8.1.1 Organisationen i en byggesag

Som tidligere nævnt i denne rapport, består en byggesag oftest af en midlertidig organisation opbygget af flere forskellige virksomheder. Organisationen kan opbygges på flere forskellige måder afhængigt af hvilken entreprisform som bygherren vælger.



Figur 16 To eksempler på entreprisformer

I Figur 16 er vist to eksempler på entreprisformer anvendt i byggeprojekter. Begge har Byggherren øverst i organisationen, oftest med vejledning af en byggeherre rådgiver.

I hovedentreprisen har bygherren udbudt projektet til, og entreret med, både arkitekt, ingeniør og en hovedentreprenør. I denne type entreprise, har bygherren styrings- og koordineringsansvaret for projekteringen og udførelsen selv, men har ofte afgivet dette ansvar til en rådgiver der handler på hans vegne. I udførelsesfasen i en hovedentreprise, har bygherren, eller den koordinerende ledelse, kun kontakt med en hovedentreprenør, der selv har ansvaret for sine egne underentreprenører.

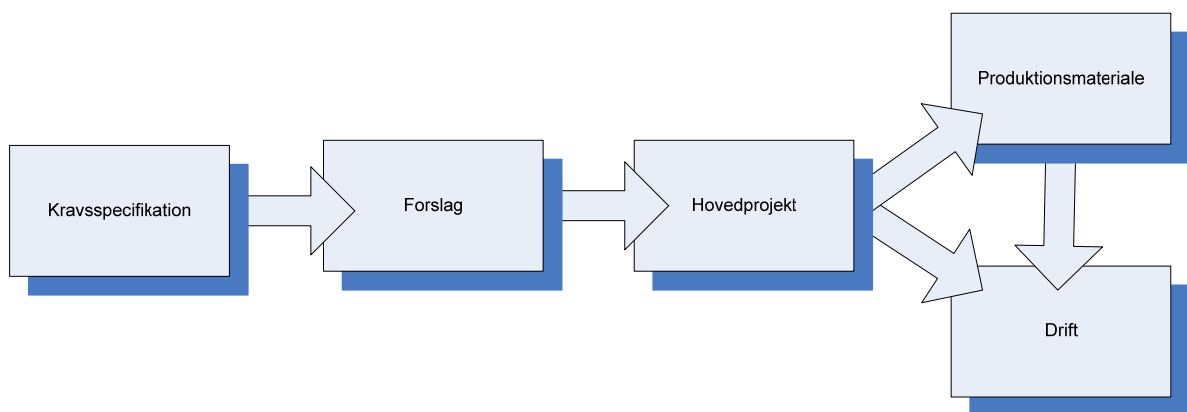
Ved totalentreprise overtager entreprenøren projekteringen efter programfasen og udarbejdelsen af projektets kravspecifikation. Derefter entrerer entreprenøren selv med arkitekter og ingeniører, til udvikling af projektmaterialet, med entreprenørens præferencer i øjemed. Entreprenøren entrerer i udførelsesfasen igen med sine egne underentreprenører.

8.1.2 Projektets informationsmateriales udvikling i organisationen

Igennem alle byggeriets faser udvikles materialet som specificerer bygningen.

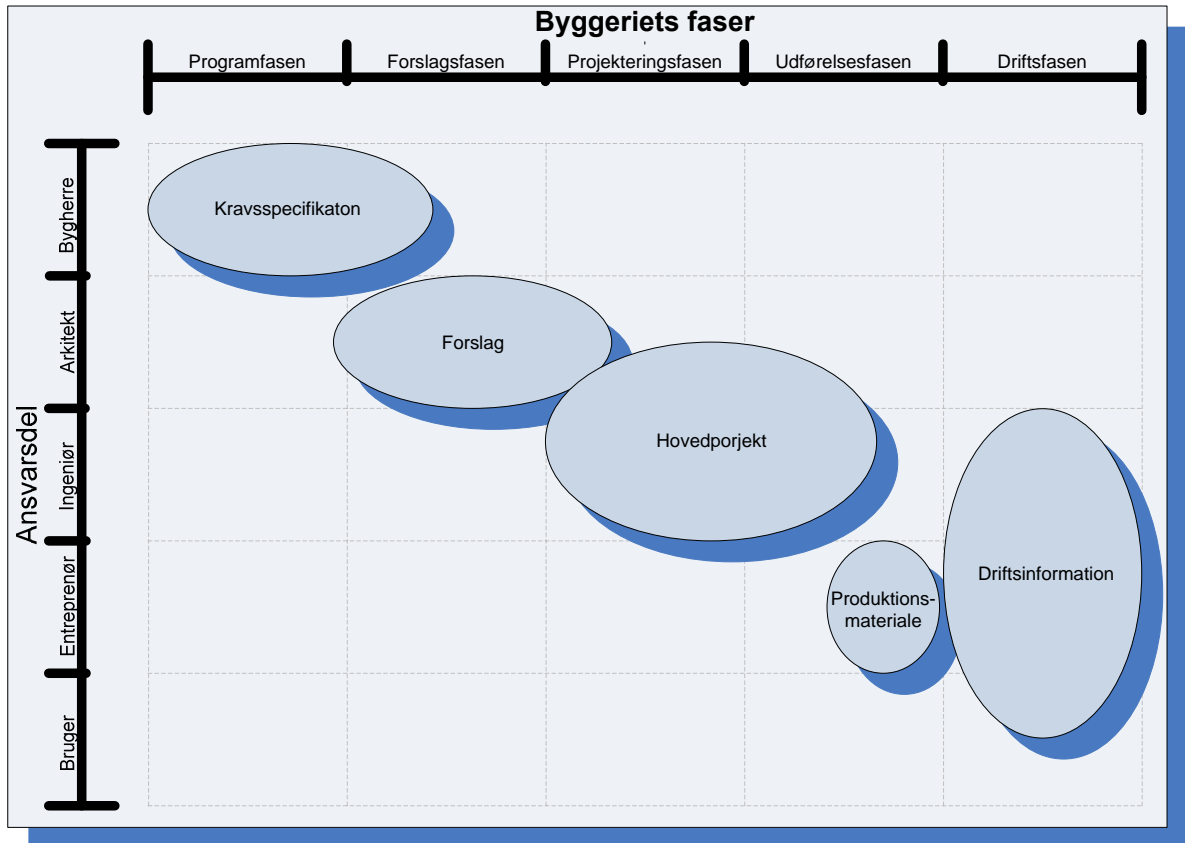
1. **Kravspecifikationen** udarbejdes af bygherren, og er en disposition der beskriver hvilke behov og ønsker som byggeherren har for bygningen. Det kan inkludere krav til bygningsarealer, faciliteter og energiforbrug m.m.

2. **Forslag** til bygningen udarbejdes af arkitekten. Bygherren, eller totalentreprenøren, har gerne udbudt projektet til arkitekter på baggrund af kravspecifikationen. De enkelt arkitekter der afgiver tilbud, udarbejder deres eget forslag, hvorefter bygherren vælger det endelige forslag mellem de indleverede forslag.
3. **Hovedprojekt** bliver udarbejdet af de projekterende parter i projektet, bestående af arkitekter og ingeniører. Hovedprojektet indeholder de samlede tegninger og beskrivelser til projektet. Det er tidligere i projektet blevet beskrevet hvordan 3D arbejdsmetode fra DDB og BIM kan anvendes som værktøjer til udvikling af hovedprojekt materialet.
3D arbejdsmetode og BIM modeller er begge værktøjer som kan anvendes allerede fra forslags fasen. Ved brug af en af de to principper til udviklingen af projektet vil foreligge i digital model form, og udtræk fra denne til efterbehandling og anvendelse i et digitalt produktionskort vil være mulig.
4. **Produktionsmateriale** anvendes i udførelsesfasen af byggeriet. Produktionsmaterialet udarbejdes af entreprenøren eller fagentreprenører, og benyttes som kommunikationsredskab fra hovedprojekt til produktionen. Produktionsmaterialet indeholder arbejdsbeskrivelser indsamlet fra hovedprojektet og evt. underleverandørernes beskrivelser, samt arbejdstegninger udarbejdet af entreprenøren ud fra hovedprojektet med tilføjede produktionsrelevante data. I afsnit 8.1.3 vil der blive arbejdet med kommunikationen i udførelsesfasen mellem entreprenør og produktionen, og fordelene ved brug af produktionskort frem for traditionel produktionsmateriale vil blive fremhævet.
5. **Driftsinformationer** udarbejdes i samarbejde mellem entreprenører og projekterende, og er alle driftsrelevante data om bygningen. Indhold kan være information om vedligeholdelse af facader eller brugs- og vedligeholdelses data af maskiner i bygningen m.m.



Figur 17 Udvikling af projektmaterialer i byggeprojektets forløb

Figur 17 viser projektmaterialerets udviklingsforløb igennem byggeprojekter, og Figur 18 illustrer det relevante projektmateriale igennem byggeriets faser, og hvilke parter i projektet der har ansvaret for de enkelte bestanddele.



Figur 18 Ansvarsdel for projektmaterialer og dets relevans i byggeriets faser

8.1.3 Materiale til produktion

Hovedprojektet er som standard ikke udarbejdet med henblik på alene at kunne anvendes i produktionen på en byggesag. Derfor er der behov for en del efterbehandling før tegninger og beskrivelser kan anvendes i produktionen. Denne efterbehandling vil ofte blive udført af entreprenøren.

Det vil nedenfor blive beskrevet to scenarier af hvordan udarbejdelsen af produktionsmaterialet kan se ud i en byggesag. Der vil blive taget udgang i støbning af kældervægge.

Første scenarie beskriver udformningen af et traditionelt produktionsmateriale, som det kunne se ud på en byggesag, der ikke benytter sig af et digitalt projektmateriale som beskrevet i 3D arbejds metode, eller i form af en BIM model.

Anden scenarie viser tilblivelsen af produktionsmaterialet i form af produktionskort, i et byggeprojekt der udnytter de digitale principper fra DDB som 3D arbejds metode og DBK.

8.1.3.1 Traditionelt produktionsmateriale

Projektmateriale foreligger i det traditionelle byggeprojekt gerne i papirform. Entreprenøren får materiale i form af bygningsbeskrivelser, der systematisk beskriver de enkelte bygningsdele, samt plan og snit tegninger fra både ingeniør og arkitekt.

Selvom det meste beskrivelses materiale i dag sandsynligvis foreligger digitalt, i form af tekstdokumenter eller regneark, på en form for projektweb, er der en stor efterbehandling forbundet med dette. Da dokumenterne ikke er direkte linket med hinanden, vil der forekomme en del søgning i dokumenterne for at finde informationer relateret til relevante bygningsdele.

Tegningsmateriale i hovedprojektet foreligger i papirmateriale og er derfor repræsenteret i 2D. Det er bestående af planer, snit og detaljer. Der foreligger plantegninger for hver plan i byggeriet, og de forekommer gerne i flere varianter for at beskrive samtlige faggrupper som vvs, el og selve konstruktionen.

Snit og detalje tegninger foreligger efter nødvendighed for at kunne beskrive bygningen fuldt ud. Disse tegninger kan afhængig af projektets størrelse og kompleksitet løbe op i store mængder, specielt detalje tegninger kan ofte bestå af flere hundrede.

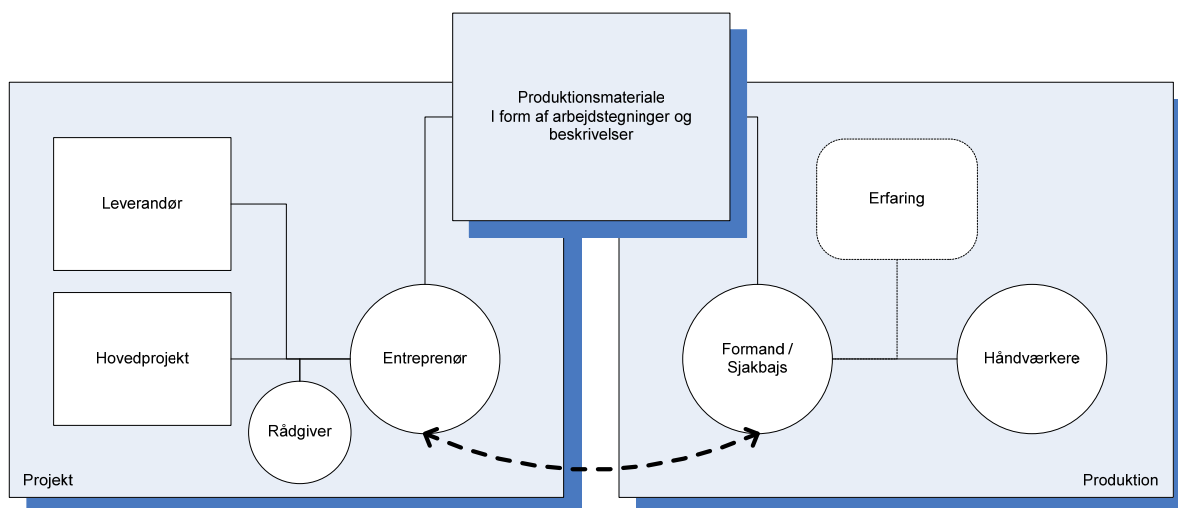
Alt dette tegningsmateriale bliver i dialog mellem aktørerne opdateret løbende igennem projektforsløbet også ind i udførelsesfasen, derfor modtager entreprenøren nye versioner af tegninger løbende efterhånden som fejl bliver fundet og rettet. Dette giver en del administration for at sikre sig at der altid bliver arbejdet ud fra den sidst nye version af tegningerne. Desuden er der en del cirkulations tid før nye tegningsversioner når fra ingeniørens tegnestue til tryk, og derefter med post til entreprenøren.

Det materiale som entreprenøren har modtaget, skal behandles før det kan anvendes i produktionen. Denne behandling udfolder sig ofte i arbejdsbeskrivelser og

arbejdstegninger. Arbejdstegninger er ofte tegninger fra hovedprojektet suppleret med relevante produktionsinformationer.

8.1.3.1.1 Eksempel på udarbejdelse af produktionsmateriale fra traditionelt projektmateriale

Figur 19 viser informationsgangen i udarbejdelse af traditionelt produktionsmateriale. For bedre at kunne forklare hvordan figuren skal forstås, tages der udgangspunkt i et konkret eksempel fra en byggepladsproduktion. Eksemplet består i støbning af kældervægge, udført af entreprenørens egenproduktion.



Figur 19 Informationsgangen i traditionelt produktionsmateriale

Produktionsmaterialet til denne opgave vil bestå af tegningsmateriale med plan og snit samt arbejdsbeskrivelser.

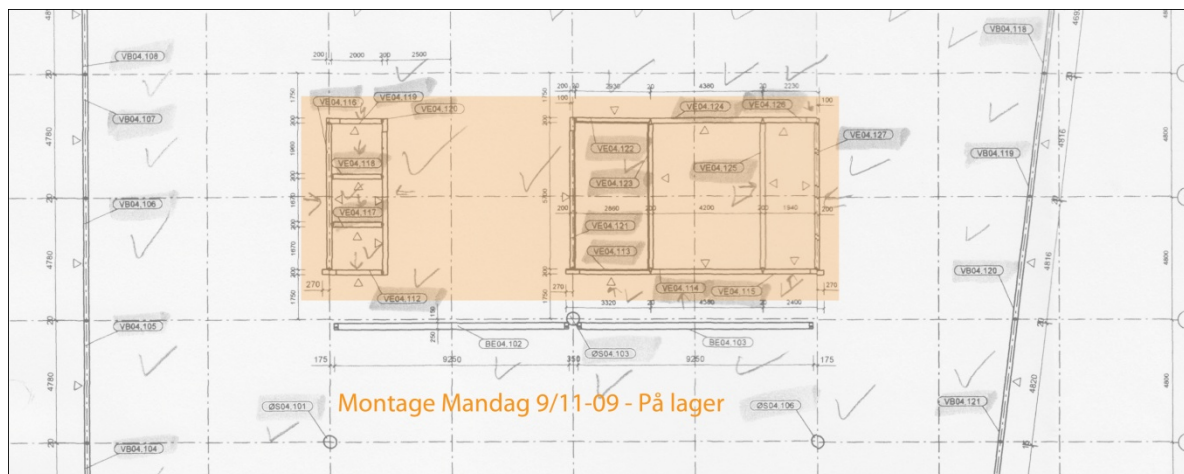
Arbejdsbeskrivelserne for arbejder som støbning, vil ofte bestå af en samlet beskrivelse. Den vil blive udleveret og eventuelt gennemgået på et produktionsmøde, før produktionen starter. Arbejdsbeskrivelsen indeholder informationer fra entreprenøren selv såsom sikkerhedsregler og andre byggepladsregler. Men der vil også være indhold fra leverandørerne, som i dette eksempel kunne være betonleverandørens støbevejledninger og regler om afdækning ved vejrliget. Arbejdsbeskrivelserne kunne også indeholde informationer og vejledninger til forskallingen.

Tegningsmaterialet vil entreprenøren kunne hente fra hovedprojektet, der vil indeholde plantegninger af kælderplanen, samt detaljetegninger og snit for de enkelt vægge der skal støbes. For at kældervæggene skal kunne støbes, er det nødvendigt for entreprenøren at tage stilling til hvordan han vil lægge støbeskel og opdele produktionen og produktionsmaterialet derefter. Der vil i projektbeskrivelsen være beskrevet generelle regler for hvordan støbeskellene skal lægges, men den endelige beslutning overlades til entreprenøren inden for disse regler.

Når alle kældervæggene er opdelt, udarbejdes der arbejdstegninger for hver enkelt støbning. Arbejdstegningerne består af så få tegninger som muligt der kan indeholde alle de informationer nødvendig for produktionen. Dette vil i dette eksempel bestå af en

plantegning med placering af væggen i forhold til modullinjer som er markeret på pladsen. Et snit på langs af væggen vil vise eventuelle udsparinger i væggen, til senere installation af el, vvs eller udluftning. Længdesnittet viser også eventuel ekstra armering ved disse detaljer i væggen.

Arbejdstegningen vil også indeholde tværsnit af væggen i det omfang de er nødvendige. Hvis væggen er uniform hele længden igennem, kan et tværsnit være nok.



Eksempel 8 Uddrag fra arbejdstegning til montage af betonelementer.

Efter entreprenøren har udarbejdet produktionsmaterialet overdrages det til produktionen, som kan være ledet af en formand eller en sjakbajs afhængigt af entreprenørens arbejdsmetoder. Ofte vil der ved påbegyndelsen af et nyt produktionsstadium som f. eks støbning af kældervægge, være et produktionsmøde, hvor entreprenøren kan sikre sig at alt nødvendig information er viderekommunikeret.

Når produktionen endelig starter, har sjakbajsen og håndværkerne altså arbejdsbeskrivelserne bestående af en stor mængde tung læsning, og arbejdstegningerne som indeholder de mål og informationer der skal bruges for at støbningen kan udføres, men ingen ekstra informationer i tilfælde af at der opstår problemer.

Derfor vil det ofte være nødvendigt for håndværkerne at trække på deres egen erfaringer for at kunne udføre produktionen. Man skal selvfølgelig ikke undervurdere håndværkernes erfaringer, men en situation kan hurtigt opstå, hvor erfaringerne og "sådan plejer vi at gøre" princippet kan resultere i en uoverensstemmelse med projektbeskrivelsen.

Denne information findes selvfølgelig i arbejdsbeskrivelsen, men er dette materiale et større værk af tung læsning uden mulighed for søgning, som det er i digitale dokumenter, vil løsningerne sandsynligvis blive fundet andet steds.

Denne mangel på tilgængelig information, pga. af arbejdstegningernes begrænsninger og arbejdsbeskrivelsernes uoverskuelighed, vil resultere i yderligere kommunikation imellem sjakbajsen og entreprenøren og evt. rådgiveren. Denne kommunikation frem og

til bage, sænker hastigheden i produktionen mens der ventes på tilbagemelding fra entreprenøren.

8.1.3.2 Produktionsmateriale med Produktionskort og DDB

Ideelt vil alt projektmateriale i dette scenarie foreligge digitalt, og blive distribueret igennem et projektweb. Projektbeskrivelserne er suppleret med DBK koder så det er muligt at linke direkte til andre dokumenter og tegninger, eller ved søgning på en DBK kode hurtigt kunne finde de relevante informationer i et dokument⁷.

Projektmateriale indeholder intet 2D tegningsmateriale, men er bestående af 3D modeller ifølge 3D arbejds metode, eller ved udnyttelse af en BIM model. Alle bygningsdele er igen suppleret med DBK koder, så de kan blive linket direkte med beskrivelser, og styklister kan udtrækkes direkte fra modellen uden behov for manuel optælling.

Opdatering af tegningsmateriale sker løbende ved opdatering af 3D modellen. Opdateringen er i modsætning til traditionelt tegningsmateriale øjeblikkelig, idet de nye versioner lægges direkte på projektweb efter udarbejdelsen. Eventuelle planer eller snit som er udarbejdet som layout af 3D modellen, vil kunne opdateres med de nye rettelses uden den helt store genbehandling.

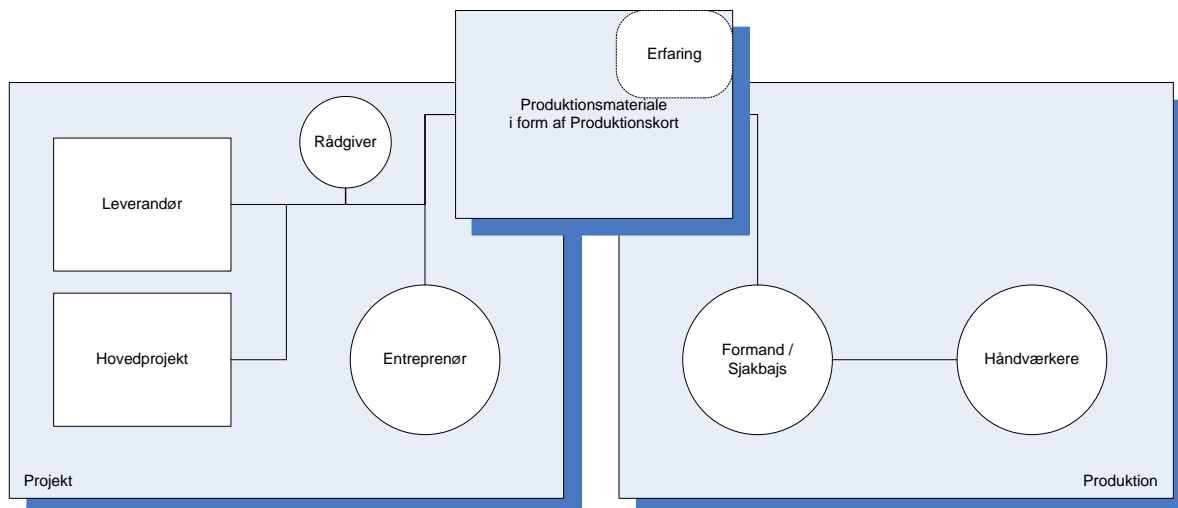
3D modeller alene vil sjældent blive benyttet i produktionen. Derfor vil der til udarbejdelse af produktionsmateriale være en del behandling af projektmateriale. Fra 3D modellen vil det ofte være nødvendigt at udarbejde plan og snit tegninger, for de enkelte dele af produktionen.

3D modeller vil kunne benyttes i produktionen til at danne et overblik over projektet, og studere detaljer som kan være svære at læse ud fra plan og snit tegninger. Men til den reelle produktion vil det ofte være nødvendigt med 2D tegninger med mål afsat direkte med henblik på produktionen.

8.1.3.2.1 Eksempel på udarbejdelse af produktionsmateriale fra DDB projektmateriale

Figur 20 viser informationsgangen ved udarbejdelse af produktionsmateriale i form af et produktionskort. Der vil igen blive taget udgangspunkt i eksemplet fra forrige afsnit. Dette eksempel er i store dele et tænkt eksempel, hvor der er fortaget formodninger om, hvordan et produktionskort kunne fungere.

⁷ Dette vil selvfølgelig udover implementeringen af DBK koder i projektmateriale, også kræve at DBK er fuldt ud udviklet og funktionelt. I sin nuværende tilstand er der visse mangler i DBK der gør det svært at anvende DBK i dette sammenhæng, som beskrevet i afsnit 5.1.



Figur 20 Informationsgangen i en produktion med produktionskort

Produktionsmaterialet i dette tilfælde består af et produktionskort, som vil indeholde både de relevante tegninger, samt beskrivelserne der er relateret til produktionen. Produktionskortet er elektronisk, og afvikles enten på en bærbar som sjakbajsen kan benytte på byggepladsen, eller der er tilgang til en digital skurvogn, hvor der kan benytte computerudstyr til at aflæse produktionskortet. Ved anvendelse af den digitale skurvogn, er det vigtigt at der tænkes på printervenligheden af produktionskortet, da der ikke nødvendigvis vil være adgang til en elektronisk version på selve pladsen.

Arbejdsbeskrivelserne vil være suppleret med DBK koder, så det er muligt via klassificering, at sørge for at kun den relevante information er inkluderet i produktionskortet. Det er også muligt at søge digitalt i arbejdsbeskrivelserne efter den relevante information, i modsætning til traditionelle arbejdsbeskrivelser.

Tegningsmaterialet vil entreprenøren kunne hente fra hovedprojektet, men i modsætning til det forrige eksempel, vil dette ikke indeholde nogen plan og snit tegninger. Disse tegninger skal entreprenøren selv udarbejde fra 3D modellen. Derudover skal der tages de samme beslutninger til produktionen som før.

Når alle kældervæggene er opdelt, udarbejdes et produktionskort for hver enkelt støbning. Hvert produktionskort skal som udgangspunkt indeholde de samme informationer som var på de traditionelle arbejdstegninger, men i et digitalt og lettere tilgængeligt format.

Mål der skal benyttes i produktionen skal stadig påføres manuelt af entreprenøren under udarbejdelsen, men efter som tegningsmaterialet stammer fra 3D modellen, kan mål afsættes direkte i det CAD værktøj som der benyttes. Derved er det ikke nødvendigt at granske tegningsmaterialet for at finde, eller udregne de relevante mål, som kan være tilfældet i det traditionelle projektmateriale.

Igen vil der være et produktionsmøde før påbegyndelsen af et nyt stadie i byggeriet. I dette scenarie er sjakbajsen forsynet med produktionskortet, hvor de relevante informationer fra arbejdsbeskrivelsen er fremhævet på en overskuelig måde. Dette

kunne eventuelt være gjort ved at indarbejde en linkstruktur i produktionskortet, som fører brugeren til relevante information i produktionskortet. På denne måde er det nemt for sjakbajsen af finde information som han ikke ville bruge tid på at lede efter i arbejdsmaterialet, eller for den sags skyld ikke vidste han manglede.

Det er nu ikke i samme grad nødvendig for håndværkerne at benytte sig af "sådan plejer vi at gøre" princippet. Ydermere kan entreprenøren sikre sig at denne form for fejl mindskes ved at placere links på forsiden af produktionskorte til løsninger på de afvigelser der kunne føre til produktionsfejl.

Ved brug af denne form for produktionskort, vil også kunne mindske den kommunikation frem og tilbage mellem entreprenøren og sjakbajsen efter produktionen er startet, idet denne information er nemt tilgængelig fra produktionskortet. Dette vil reducere spildtiden i produktionen, idet der ikke skal ventes på tilbagemelding fra entreprenøren.

8.2 Produktionskort: Digitalt og på tryk

Som tidligere nævnt i dette projekt, er grundprincipperne til produktionskortet udviklet til bips fundament projekt i DDB, Logistik og Proces. Logistik og proces præcisere også hvordan data til produktionskortet skal opdeles under hovedoverskrifter i henhold til Cedac1-modellen, som vist i afsnit 6.2.1, og fra hvilke af byggeriets parter disse data skal leveres. Alt dette er også blevet behandlet i foregående afsnit af dette projekt.

Men hvad angår udformningen og hvordan produktionskortet i virkeligheden skal videregive disse informationer er projektet Logistik og Proces en smule tvetydig. I det eksempler der indgår i Logistik og Proces projektet, casen fra Ringsted entreprise, er produktionskortet et digitalt format suppleret med materiale i papir format

Eksemplet fra JAKON A/S som fremhæves i bips eget nyhedsbrev fra februar 2009 (14), består produktionskortet af en udelukkende af papirmateriale.

Modellen fra Logistik og Proces egen hjemmeside, www.produktionskort.dk, anvender et xml-skema til indtastning af de data der skal indgå i produktionskortet. Disse data skal indtastes manuelt af entreprenøren, og selvom et xml-skema giver muligheder for import og eksport af data, findes i denne model ingen mulighed for at importere ekstern data til produktionskortet. Denne model er også udarbejdet med henblik på at produktionskortet skal udskrives på papir.

Denne form for manuel udarbejdelse af produktionskortet, er en meget omkostningstung proces. Hvis entreprenøren der skal udarbejde produktionskortet, ikke kan anvende en form for automatiseret metode til at importere data, udarbejdet tidligere i projektforsløbet, til produktionskortet, vil det være svært for det at vide udbredelse.

Hvis der ikke allerede i udarbejdelsen af produktionskortet kan ses en effektivisering af processen, frem for det standard arbejdsmateriale som entreprenøren normalt skal udarbejde til sjakket, vil den prøvede og kendte metode altid vinde.

Dog nævnes der både i Logistik og Proces og bips nyt, at det digitale produktionskort er det næste skridt i udviklingen. Men der er på nuværende tidspunkt ingen eksisterende eksempler eller modeller for hvordan det digitale produktionskort skal fungerer.

8.2.1 Produktionskort på tryk

Anvendes produktionskort på tryk, er den store forskel fra traditionel arbejdsmateriale, at indholdet i produktionskortet er sat i system, og samtlige data har en bestemt plads i kortet under en af de 7 hovedoverskrifter fastlagt i Logistik og Proces.

Idet at informationerne er sorteret under disse hovedoverskrifter, sikres det at entreprenøren, der udarbejder produktionskortet husker at tilføje alle de relevante data. Desuden gøres det lettere for brugeren at finde data.

Fordele ved produktionskort på tryk

- Alle informationer er samlet på samme sted. Evt. i en mappe som JAKONS svendemappe.
- Ikke behov for IT-udstyr til sjakket.
- Ikke nødvendigt med speciel IT kundskab, eller uddannelse af medarbejdere.

Ulemper ved produktionskort på tryk, skal ses som holdt op imod produktionskortet i digital format. Dette er vigtigt idet mange af de punkter der nævnes som ulemper ved et produktionskort på tryk vil kunne anvendes til beskrivelse af ulemperne ved traditionel arbejdsmateriale.

Ulemper ved produktionskort på tryk

- Udarbejdelsen af produktionskortet kan være tung og tidskrævende proces.
- Rettelser og opdatering af data er langsom.
- Ikke nødvendigvis nogen synlig produktivitets effektivisering frem for almindelig arbejdsmateriale.
- Der er ingen vished for at informationerne der findes i produktionskortet er opdateret. Dette kan kun bekræftes ved manuel inspektion af alt materialet.

8.2.2 Digitalt produktionskort

Fordelene ved det digitale produktionskort vil hovedsageligt ligge i mulighederne for opdatering og supplerende at informationer løbende.

Fordele ved det digitale produktionskort

- Sjakkets informationer er altid opdateret.
- Muligt at opdatere indholdet fra en fjern location.
- Mulighed for at søge i produktionskortet digitalt.
- Udtræk af mål fra digitale tegninger.
- Anvendelse af variable produktionsrelevante informationer, som vejret, er muligt.
- Tovejs kommunikation via produktionskortet til f.eks. KS og timeregistrering.
- Linke til supplerende eller mere detaljerede informationer.

Skal potentialet for det digitale produktionskort leves fuldt ud, vil det være nødvendig ikke alene med en del specieluddannelse af sjakbajser og håndværkere, en også en indsats for at få dem til at se at IT-udstyr er en del af værktøjet på fremtidens byggeplads.

Ulemper ved det digitale produktionskort

- Det kan være nødvendigt med specieluddannelse af medarbejdere. Både til udarbejdelse og anvendelse af produktionskortet.
- Der skal tages højde for IT-udstyr til anvendelse i produktionen.

8.2.3 Hvorfor et digitalt produktionskort

Selvom der ikke ligger nogen krav om at produktionskortet skal foreligge digitalt, er der en række fordele der taler for at et digitalt format anvendes.

Fordele ved anvendelse af et digitalt produktionskort kan være:

- **Søgning i informationer.** Selvom det fremgår af konceptet for produktionskortet, at det kun er den relevante information for produktionsdelen som skal indgå, kan mængden af denne information godt løbe op. Her vil det digitale produktionskort være at foretrække, idet det vil være muligt at søge direkte i alt den information som kortet indeholder. Det vil også give mulighed for at placere links på forsiden af produktionskortet til det relevante sted i beskrivelses materialet.
- **Informations hierarki.** Det vil være muligt at oprette en form for informations hierarki, i et digitalt produktionskort, hvor mere detaljerede beskrivelser og supplerende information kun vil blive præsenteret for brugeren følger specifikke links eller hvis der bliver søgt efter det.
- **Digital tegningsmateriale.** Ved at benytte digitale versioner af tegningsmaterialet i produktionskortet, vil det være muligt for brugeren at afsætte mål direkte på produktionskortet, i stedet for at vente på en tilbagemelding fra entreprenøren. Dette vil være interessant i tilfælde hvor entreprenøren ikke har fået sat alle de mål der skal benyttes i produktionen, eller hvor brugeren ønsker mål afsat som han føler gør det mere overskueligt i produktions øjemed.
- **Opdatering af variable forhold.** Foreligger produktionskortet digitalt, og er brugeren forsynet med internetadgang, vil det være muligt at opdatere indholdet løbende efterhånden som forholdene ændre sig. Eksempler på variable forhold kunne være vejrmeldinger, som i produktionen kunne bruges til at afgøre om diverse afdækning vil være nødvendige, eller om nødvendig helt at omlægge produktionsrækkefølgen fordi en produktionsdel er mere følsom over for vejrlig forhold end en anden.

Et andet eksempel er hvor produktionskortet har adgang til entreprenørens oversigt over maskinparken, i samme koncept som EasyTime⁸.

⁸ EasyTime er et kommercielt system, som holder styr på entreprenørens maskiner, og gør det muligt til enhver tid at lokalisere enkelte maskiner og give besked om hvilke maskiner der er på lager.

9 Produktionskortets udformning

Som tidligere nævnt er produktionskortet entreprenørens ansvar og ejendom, så det er en mulighed at der opstår lige så mange udgaver og udformninger af produktionskort som der findes entreprenører. Denne antagelse er bygget på baggrund af, hvordan der i dag videregives materiale til produktionen der i et vidt omfang variere i udformning på baggrund af entreprenørens faglige praksis og produktionsformer.

En række krav kan opstilles for hvad der skaber et godt produktionskort:

- **Overskueligt.** Informationerne på produktionskortet skal være præsenteret på en overskuelig måde. Brugeren af produktionskortet skal finde det intuitivt at komme frem til den relevante information han søger i produktionskortet. Dette kan opnås ved for eksempel at udforme produktionskortet i stil med hvordan man ser mange hjemmesider på internettet i dag.

Et eksempel på dette kunne være, at forsiden af produktionskortet viser det relevante tegningsmateriale for produktionsdelen, med de væsentlige beskrivelser som supplerende tekst. Derudover vil der være en række links til beskrivelser og evt. tegningsdetaljer som kan bringes frem hvis der opstår problemer eller spørgsmål under produktionen.

- **Enkelt at finde data.** Dette kan opnås med links i produktionskortet som nævnt ovenfor. Med en søgefunktion skal det være muligt at søge beskrivelserne.
- **Enkelt at udarbejde.** Det skal være enkelt for entreprenøren at udarbejde produktionskortet. Der skal foreligge en standardiseret metode eller værktøj, som kan anvendes til at generere indhold til produktionskortet. Det er vigtigt at fremhæve at produktionskortet ikke kun er et værktøj for håndværkerne på pladsen, men også for entreprenøren. Hvis produktionskortet kun fremstår som ekstra arbejde for entreprenøren, vil det være svært for det at slå igennem.
- **Relevant data.** Produktionskortet skal først og fremmest indeholde de data der er relevante for netop den proces som det er rettet imod. Dette kan igen opnås ved udnyttelse af hjemmeside designet af produktionskortet som nævnt tidligere. På denne måde vil den mest relevante data være hvad der er nemmest tilgængeligt på produktionskortet, med mulighed for at finde yderligere data frem ved hjælp af links og søgefunktionen.

Udformningen af produktionskortet vil i stor stil afhænge af i hvilken type produktion det skal anvendes, og af entreprenørens/virksomhedens arbejdsformer. For eksempel vil et produktionskort udviklet til egenproduktionen i en større entreprenørvirksomhed, hvor produktionen kan variere meget fra opgave til opgave, skulle indeholde meget detaljeret beskrivelser og tegninger der nøjagtigt viser og beskriver opgaven.

Derimod vil produktionskortet til en virksomhed der har specialiseret sig i et begrænset antal af produkter, ikke have samme nødvendighed for en udspecificeret beskrivelse af arbejdsproceduren. Der vil i dette produktionskortet primært blive fokuseret på afvigelser i arbejdsprocedurer, samt hvilke forhold der skal tages højde for i netop denne opgave.

Indholdet af produktionskortet kan for opdeles i en række delområder der tager sin udgang i de syv punkter fra produktionskortets overordnede struktur.

For at produktionskortet skal være fyldestgørende, skal det være mulig igennem produktionskortet at finde relevante data inden for de følgende informationsområder:

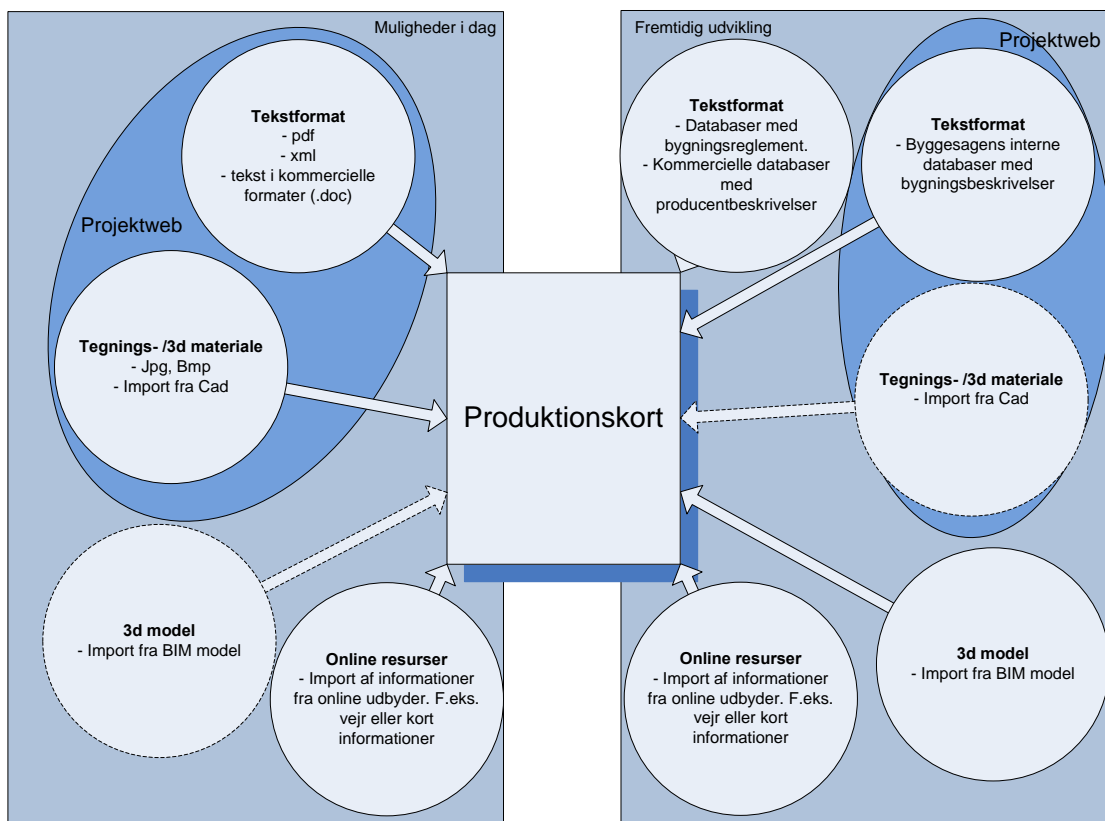
- **Stamdata** om byggeriet. Informationer som aktører i projektet og deres kontaklinformation.
- **Tegningsmateriale** til produktionskortet, udtrækkes fra projekts 3D-modeller. Kilderne til tegningsmaterialet er de rådgivende arkitekter og ingeniører.
- **Beskrivelser** er bestående i detaljerede beskrivelser af alle de enkelt dele af byggeriet. Til produktionskortet er disse begrænset til beskrivelser af de bygningsdele der indgår i den relevante produktionsdel. Kilderne til beskrivelserne af byggeriet er igen suppleret af de rådgivende arkitekter og ingeniører.
- **Materialedata** består af en oversigt over hvilke materialer der indgår i produktionen af produktionsdelen. Disse data vil hovedsageligt bliver genereret af entreprenørens selv med hjælp fra de rådgivende arkitekter og ingeniørers 3D-tegninger. Mange mængder vil kunne trækkes direkte ud fra 3D-modellen, men nogle af de materialemængder som indgår i vil også være produktionsrelateret, og vil derfor være op til entreprenøren selv at bestemme. Materialedata kan også bestå af beskrivelser fra leverandører, og vil i det tilfælde selvfølgelig stamme fra leverandørens egen produkt beskrivelser.
- **Materieldata** er en oversigt over hvilke materiel der skal anvendes for at kunne gennemføre arbejdet som produktionskortet beskriver. Dette er lige så meget et redskab til entreprenøren/produktionslederen som håndværkerne, der kan bruges til at administrer maskinel på arbejdspladsen.

Både materiale- og materieldata, kan entreprenøren anvende som et logistikstyringsværktøj i planlægningen af hvilke materialer han skal bestille hjem til produktionen og hvornår. Samt styre hans maskinelpark, og sørge for at han har nok maskinel på pladsen til at kunne udføre samtlige produktioner han har planlagt samtidig. Dette vil også inkludere montage kraner og andre tunge maskiner han måske skal bestille i eksterne virksomheder.
- **Mandskabsdata.** Beskrivelse af hvor meget mandskab der skal bruges til udførelse af det aktuelle produktionskort. Det kan evt. også være muligt med tilbagemelding fra sjakket om hvor stort timeforbruget har været på produktionen.

- **Produktionsdata** udgør de informationer som håndværkerne skal bruge for at kunne udføre den relevante proces. Dette vil ofte være informationer som indgår i håndværkernes egen uddannelsesmæssig viden og erfaringsopbygninger. Det kunne tænkes at entreprenøren opbygger en erfaringsdatabase, hvor der kan hentes information til produktionskortet, som blev opbygget under udførelse af lignende produktioner. På denne måde kan håndværkerne dele erfaringer igennem produktionskortet, og de resterende sjak i virksomheden kan drage nytte af disse erfaringer. Kilden til produktionsdata er entreprenøren selv, men også underleverandørs beskrivelser.
- **Omgivelsesdata** består i informationer der relaterer sig direkte til byggepladsens omgivelser som placering, og informationer som kontaktpersoner. Men omgivelsesdata kan også bestå af informationer som vejret for lokalområdet. Kilderne til disse informationer varierer af deres art, men vil hovedsageligt blive suppleret af bygherren, eller en underleverandør til entreprenøren af service data som vejrdato og kort og GPS systemer.
- **Reglement/lovgivnings data**, leveres af Myndigheder, organisationer og autoriserede virksomheder, i form af love, regelsamlinger, bekendtgørelser, branchevejledninger og standarder.

10 Import af digitale formater til produktionskortet

Tidligere i projektet er der hovedsageligt blevet lagt vægt på, hvilke informationer der indgår i produktionskortet, og fra hvilke parter i byggeriet disse informationer stammer. I dette afsnit vil det blive beskrevet i hvilke formater informationerne der skal anvendes til produktionskortet foreligger, og om de egner sig til at blive importeret til produktionskortet, på en effektiv og enkel måde.



Figur 21 Muligheder for import af informationer til produktionskortet, i dag og med fremtidig udvikling.

Der vil blive skelnet imellem to forskellige teknologiniveauer for de enkelte formater. Første niveau er det niveau, som det vil være realistisk at stille som mål for hvad der teknologisk vil være muligt at anvende til produktionskortet i dag. Her tænkes der ikke kun på hvad der rent teknisk er muligt at udføre, men også på hvor moden byggebranchen er rent IT fagligt.

Det andet teknologiniveau repræsenterer de muligheder der ligger inden for digitaliseringen af informationsgangen i byggebranchen i et længere perspektiv. Dette er ikke så meget et spørgsmål om teknologisk udvikling, men lige så meget et spørgsmål om en holdningsændring i byggebranchen, om hvordan information modtages og videregives.

Som sagt er det ikke et spørgsmål om teknologisk udvikling, før de digitale principper kan tages i brug i byggebranchen, da de eksisterer allerede i dag og anvendes i forskellige afskygninger i andre brancher.

- Inden for detailhandel er samtlige vare markeret med en stregkode. Dette betyder ikke alene at det er hurtigt at ekspedere kunden, men det muliggøre også registrering af varelager og generering af salgsstatistikker.
- Ikea og LEGO har i mange år været i stand til at supplere deres produkter med en simpel udgave af et produktionskort, der indeholder lige præcis de informationer der skal bruges til at samle produktet. I dag er det endda muligt at designe dit eget LEGO sæt via et digitalt interface, hvorefter der automatisk genereres instruktioner til samlingen.

Der skal foretages omlægnings i byggebranchens informationsstruktur før disse principper er anvendelige. De nødvendige tiltag vil blive behandlet nærmere i de følgende afsnit.

10.1 Import af tekstformater til produktionskortet

Der indgår mange forskellige tekstdokumenter fra flere forskellige kilder i et byggeprojekt. Tekstdokumenter anvendes igennem hele projektforsløbet, fra bygherrens kravspecifikation, arkitektens og den rådgivende ingeniørs bygningsbeskrivelser, leverandørers produktbeskrivelser, bips beskrivelser, til sikkerhedsnormer og arbejdsbeskrivelser. Alt dette tekstmateriale er i dag tilgængelig for entreprenøren, der skal udarbejde produktionskortet, i papirformat eller i bedste fald i digital pdf-, og word format.

Denne antagelse er baseret på hvad der blev observeret ved byggepladsbesøg i forbindelse med dette projekt. Dette stemmer også overens med hvordan bips i dag udgiver deres publikationer, som enten bestilles på tryk eller downloades som pdf-filer.

Forefindes et dokument kun på tryk, er det selvfølgelig ikke mulig for entreprenøren at anvende det direkte i et digitalt produktionskort. Derfor er det vigtigt at det fra starten af en byggesag bliver meldt ud til alle parter, at alle tekstdokumenter skal modtages digitalt, og i hvilke format de skal leveres.

Den enkleste måde at anvende beskrivelser som de er udformet i dag, vil være at konvertere dem til et pdf format. På denne måde vil entreprenøren modtage et dokument hvori det er muligt at linke direkte til en bestemt side eller en såkaldt "destination", som er en form for bogmærke.

I Figur 22 er vist eksempler på hvordan der ved hjælp af html koden kan linkes til bestemte steder i et pdf dokument.

Beskrivelse	Kode	Kommentar
Link til side-nummer	#page="sidenummer"	Link direkte til et bestemt sidenummer i pdf-filen
Link til destination	#"destination-string"	Link til destinationer eller bogmærker oprettet i pdf dokumentet.
Eksempel	<pre>Side 3 i beskrivelse</pre>	Linker til side 3 i "pdfeks.pdf" Vises i html dokumentet som hyperlink "side 3 i beskrivelse"

Figur 22 Metoder til at linke direkte til et bestemt sted i en pdf fil. Kilde: www.adobe.com

Selvom ovenstående metode udspringer i det digitale dokument som en pdf-fil, vil der stadig forekomme en del manuelt arbejde for entreprenøren i udarbejdelsen af produktionskortet. I denne type dokument vil det være nødvendigt enkeltvis at angive hvert enkelt link der skal indgå i produktionskortet, idet der skal refereres til en specifik side i et specifikt dokument.

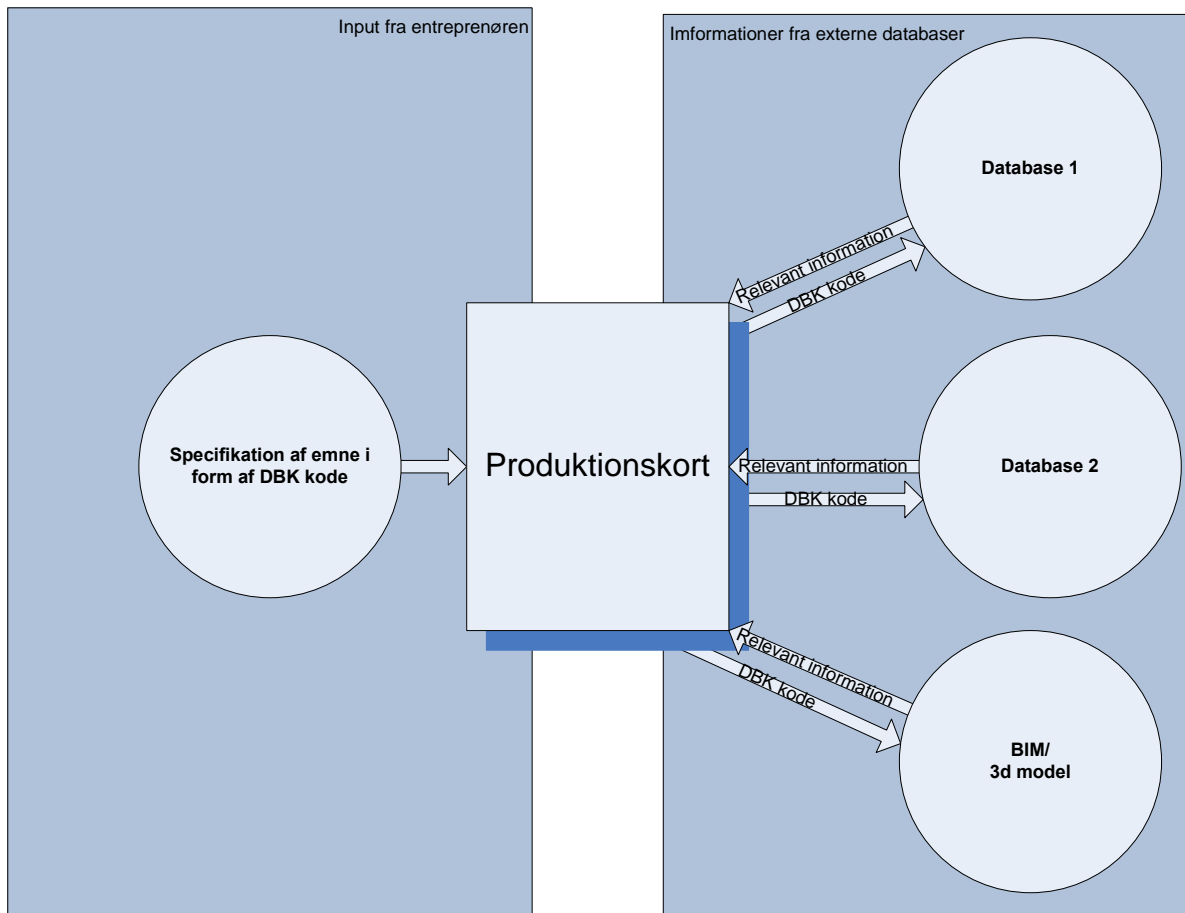
Der kan opnås en tilnærmelsesvis automatisering hvis dokumenterne suppleres med en form for standardiserede destinations (bogmærker). Der er dog store begrænsninger i denne metode, da "destination-string" i pdf dokumentet skal være unikke, så en destination kan kun referere til ét sted i et dokument. Så det vil f.eks. ikke være muligt at lave en destination ved navn "kældervæg i modul x,x" (eller tilsvarende DBK kode), der refererer til alle punkter i en bygningsbeskrivelse der refererer til den aktuelle kældervæg.

10.1.1 Fremtidig udvikling

Selvom ovenstående afsnit beskriver hvordan at dokumenter i et digitalt format kan anvendes i et produktionskort, er det langt fra den optimale metode. For at kunne udnytte digitale dokumenter fuldt ud, er det nødvendig at sortere og gruppere indholdet ud fra emner. Det vil være nærliggende at gøre dette ud fra strukturen i DBK.

Der kan til dette formål stadig tages udgangspunkt i de standard bygningsbeskrivelser der anvendes i dag. De fleste bygningsbeskrivelser er i dag baseret på SfB klassifikationssystemet, det klassifikationssystem som har størst udbredelse i dag, som anvender koder opdelt i en række generiske bygningsdele, men ikke kan anvendes til at beskrive enkelte specifikke bygningsdele som DBK.

For at det skal være muligt at finde de ønskede informationer og linke dem direkte til produktionskortet, er det nødvendigt at hver afsnit i beskrivelsen suppleres med de DBK koder der er relevante. Dette kan være overordnede koder som "-200" der viser at afsnittet omhandler fundamentalsystemer. I samme afsnit kan der være et underafsnit, som beskriver specielle krav ved et punktfundament som har nr. 11. Her suppleres med DBK koden "-200.B0111".



Figur 23 Udnyttelse af databaser med DBK struktur, med adgang til information relateret til specifik proces.

Suppleres alle beskrivelser med denne type af koder, vil det være muligt at sende en foresøgelse til i form af en DBK kode, til en database og få en tilbagemelding med alt den information som databasen indeholder der er relevant for den DBK kode.

Der kan opstå visse problemer med anvendelse af DBK i denne forbindelse, idet DBK anvender en referencestruktur. Dette vil betyde at hvil DBK skal anvendes som søgekriterium i en database er det nødvendigt at indtaste samtlige fulde DBK koder fra et byggeprojekt i databasen. Dette vil gøre det svært at genbruge en database i andre byggeprojekter uden betydelig omprogrammering. Ydermere kan DBK 's referencestruktur også besværliggøre søgninger på generiske bygningsdele, idet at bygningsdele af samme type ikke altid vil have den samme kode betegnelse.

Der vil i det følgende blive arbejdet videre med den antagelse, at disse problemer vil blive udbedret i DBK, eller at der findes metoder til at omgå dem.

Mulighederne for denne type af databaser begrænser sig ikke til bygningsbeskrivelser alene. Det kan f.eks. tænkes at der udvikles en database for leverandører og producenter hvor der linkes til produktbeskrivelser og eventuelt foreslås materiel af forskellig slags der kan anvendes i den aktuelle produktion. Mulighederne for denne form for databaser vil blive udvidet i takt med at funktionsaspektet og egenskabsdomænet af DBK bliver udviklet.

10.2 Tegningsmateriale

Tegningsmaterialet til de 3 eksempler behandlet i afsnittet om Logistik og Proces, Ringsted entreprise, JAKON A/S og Logistik og Proces eget produktionskort, anvender alle forskellige måder at inkludere tegningsmaterialet.

I eksemplet fra Ringsted entreprise, er tegningsmaterialet inkluderet direkte på produktionskortet side om side med de relevante beskrivelser. Dette produktionskort indeholder både standard snit og plan tegninger, og en 3D afbildning til overblik. Dette er beskrevet i afsnit 6.3.1.2.

JAKON's produktionskort består i en "svendemappe" som er opdelt i de hovedoverskrifter som Logistik og Proces definerer for produktionskortet. I denne mapper er inkluderet det tegningsmateriale som skal anvendes. JAKON A/S's produktionskort er beskrevet i afsnit 6.3.1.3

I Logistik og Proces eget produktionskort model, beskrevet i afsnit 6.3.1.1, anvendes den simpleste metode til at inkludere tegningsmateriale. Der anvendes kun et tegningsnummer.

Henvisninger		
Type	Tekst	Henvisning
Tegning	AB2323AC Facadeopstalt facade syd	
Tegning	AB3432AD Detaljetegning A	
Beskrivelse	Entreprisebeskrivelse rev. F	

Figur 24 Tegningshenvisning i produktionskort fra www.prodskort.dk

10.2.1 Tegningsmateriale på tryk

Selvom det er et af hovedpunkterne i DDB, at der skal anvendes 3D-modeller i byggeriet, og at tegningsmaterialet skal udveksles digitalt, vil tegningerne når de når til entreprenøren, oftest forekomme på tryk. Der kan være flere grunde til at dette er tilfældet. En grund som nok ofte gør sig gældende, er at det er sådan entreprenøren ønsker at modtage sit tegningsmateriale. Traditionelt arbejder entreprenører med tegninger på tryk, og mange entreprenørers arbejdsmetoder er indrettet herefter, og det vil kun medføre ekstra arbejde for dem at modtage dem digitalt. En anden grund kan være at den rådgivende ingeniør ikke ønsker at videregive tegninger digitalt.

Fordele ved anvendelse af tegningsmateriale på tryk:

- Fri tilgængelighed. Det er ikke nødvendigt med hverken IT-udstyr eller programmer til behandling af tegningerne.
- En etableret og afprøvet metode til anvendelse af trykte tegninger findes.

Ulemper ved anvendelse af tegningsmateriale på tryk:

- Ingen fleksibilitet. Der findes kun de planer, snit og detaljer som den rådgivende ingeniør har lavet. At få ekstra tegningsmateriale kan være en langsommelig proces.
- Idet tegningerne er på tryk, kan mål ikke udtrækkes herfra.
- Fremsendelse af reviderede tegninger til entreprenøren er en langsom og bekostlig proces.

10.2.2 Digital tegningsmateriale og 3D model

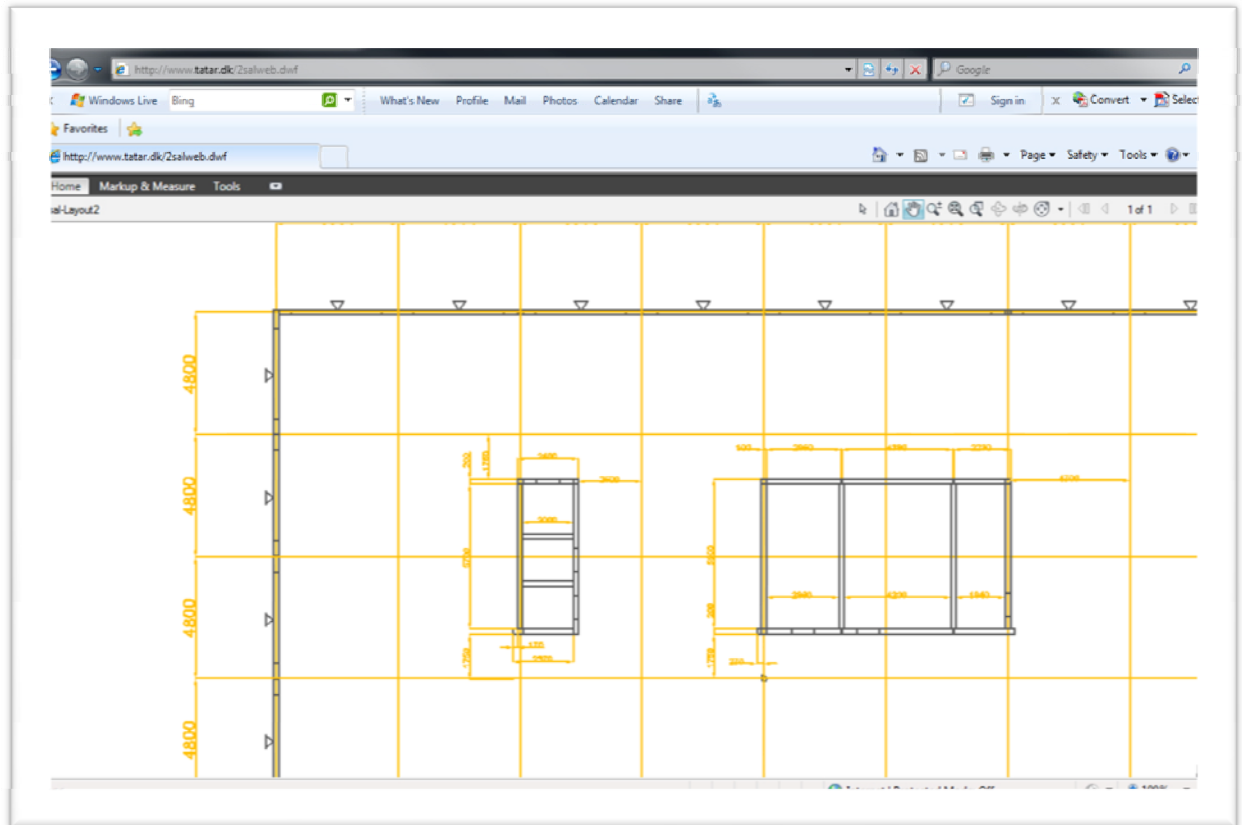
Når parterne i en byggesag beslutter sig for at anvende 3D-modeller og udveksle tegninger digitalt, er der en række fordele at vinde.

Fordele ved anvendelse af digitalt tegningsmateriale:

- Mulighed for at importere og anvende i det digitale produktionskort.
- Stor fleksibilitet. Anvendes der en 3D-model, kan entreprenøren selv udtrække de detaljer han ønsker og anvende dem i produktionskortet.
- Mål kan udtrækkes fra digitale tegninger. Her tænkes på digitale cad tegninger og ikke billedfiler som f.eks. jpeg.
- Fremsendelse af revideret tegninger til entreprenøren er øjeblikkelig.
- 3d-model kan anvendes i produktionskortet, til at give overblik over komplicerede konstruktioner.

Ulemper ved anvendelse af digitalt tegningsmateriale:

- Entreprenøren skal være i besiddelse af IT-udstyr til håndtering af 3D-modeller og cad tegninger.
- Entreprenøren skal eventuelt have ekstra uddannelse i CAD og i anden IKT.



Figur 25 Eksempel på dwf fil åbnet i "Autodesk design review 2010". Med mulighed for zoom og afsætning af mål.

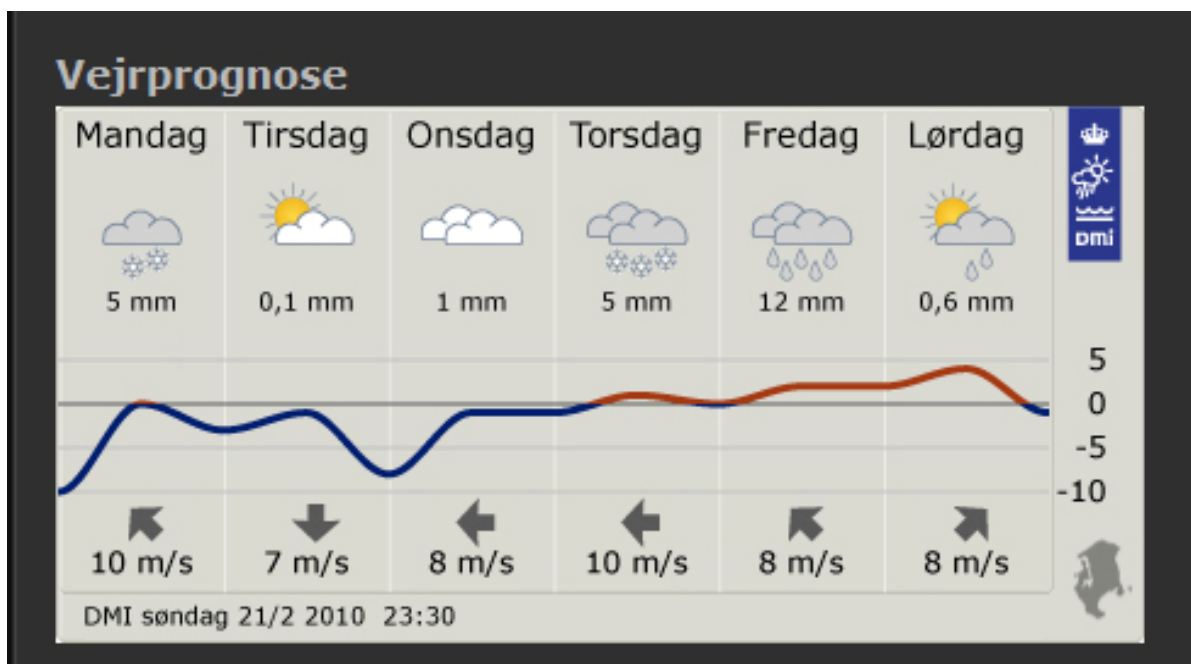
10.3 Online resurser

Med begrebet online resurser til produktionskortet, tænkes der på de muligheder der åbnes op for idet der anvendes et digitalt produktionskort med adgang til internettet.

Praktisk er det i dag ikke noget teknisk problem at få adgang til internettet på byggepladsen. Til forskel fra for eksempel bare 5 år siden, hvor der skulle anvendes en fastnetslinie for at få forbindelse til internettet, er mobilt bredbånd i dag så udbredt at det er praktisk umuligt at finde et sted i Danmark uden forbindelse.

Nedenfor er 2 eksempler på hvordan online resurser kan importeres til det digitale produktionskort.

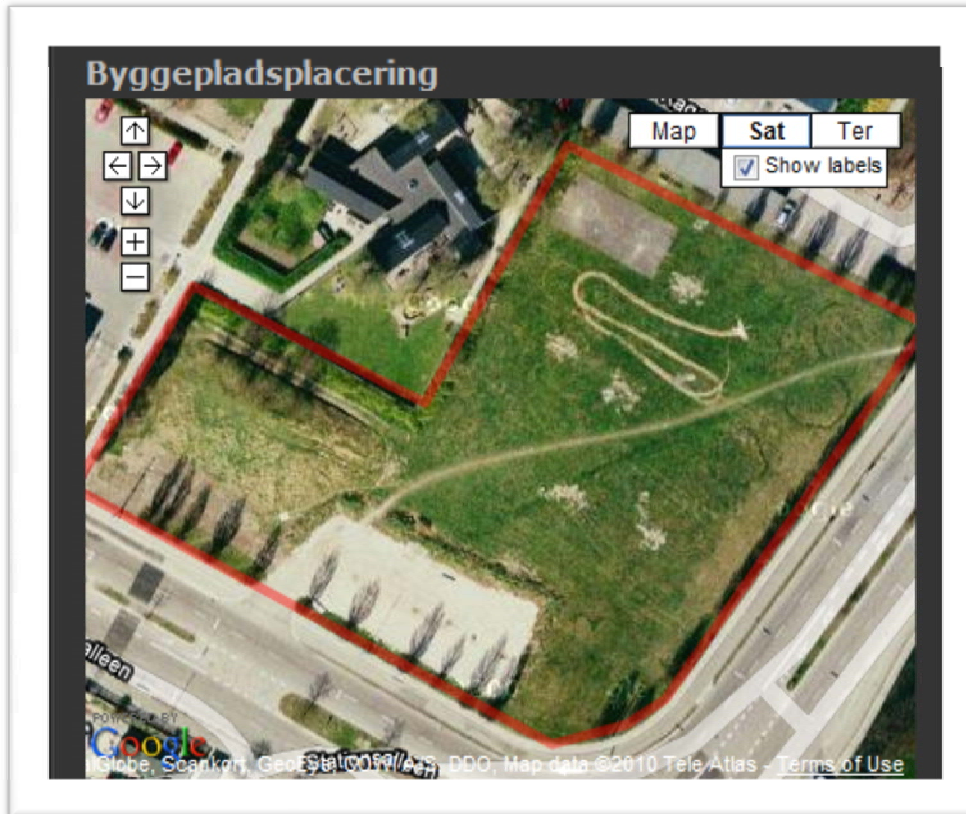
Første eksempel er en vejrprognose der kan implementeres i produktionskortet. Da vejret kan have stor indflydelse på arbejdsforholdene på en byggeplads, kan dette anvendes til at planlægge hvordan en arbejdsuge skal forløbe. Er der udsigt til storm, vil det være nærliggende at linke til beskrivelser til forberedelser der skal tages på byggepladsen.



Figur 26 Eksempel på lokal vejrprognose. Importeret fra DMI til produktionskortet.

Det andet eksempel er et simpelt kort, der viser placeringen af byggepladsen. Dette vil være relevant for håndværker der rejser til mange forskellige byggepladser.

Ved at anvende sketchup og google maps eller google earth, kan bygningsmodeller vises direkte i kortet. Disse modeller kan også publiceres på internettet, f.eks. til illustrering af byggeprojektet for involverede parter eller naboer.



Figur 27 Eksempel på indtegnning af byggeplads placering i google maps.

11 Kravspecifikation til produktionskort

En kravspecifikation er ofte anvendt i IT branchen som, et værktøj for slutbrugeren. Kravspecifikationen anvendes af udviklerne til at hjælpe dem med at guide udviklingen af et produkt i den retning som det er ønsket af slutbrugeren.

En Kravspecifikation indeholder ikke nogen specifik information om hvordan produktet skal udvikles, men fokusere på de funktioner som produktet skal opfylde.

Ved udviklingen af kravspecifikationen antages det at udviklerne har et godt indsigt i det emne som de skal udvikle. Derfor holdes krav fra standarder og teoretisk viden til et minimum.

Kravene som skal beskrives kan stilles op i to typer, funktionelle krav og ikke funktionelle krav.

Kravspecifikationen for det digitale produktionskort kan se ud som følger:

Funktionelle krav

- Produktionskortet skal kunne indeholde data fra de 7 hovedpunkter beskrevet i Logistik og proces.
- Produktionskortet skal understøtte de mest anvendte fil-formater anvendt i byggebranchen.
- Det skal være muligt at nærstudere CAD tegninger og modeller i produktionskortet
- Der skal være mulighed for tilbagemelding mellem brugerne af produktionskortet

Ikke funktionelle krav

- Produktionskortet interface skal være intuitivt og nemt at navigere
- information skal kunne findes nemt
- import af data skal foregå hurtigt og uden speciel kendskab til programmering

12 Case: Omdannelse af traditionelt produktionsmateriale til produktionskort

I den følgende case, vil udarbejdelsen af et produktionskort, fra produktionsmaterialer indhentet ved et byggepladsbesøg, blive beskrevet.

Produktionskortets udformning er uddraget af teorien opbygget tidligere i projektet, samt den information der blev indsamlet om produktionen under byggepladsbesøget.

Casen vil blive opbygget af to hovedafsnit:

Første afsnit vil fokusere sig om beskrivelse af det byggeprojekt som vil blive behandlet. Specielt vil der blive fokuseret på produktionen omkring montage af betonelementer, som produktionskortet vil blive rettet imod.

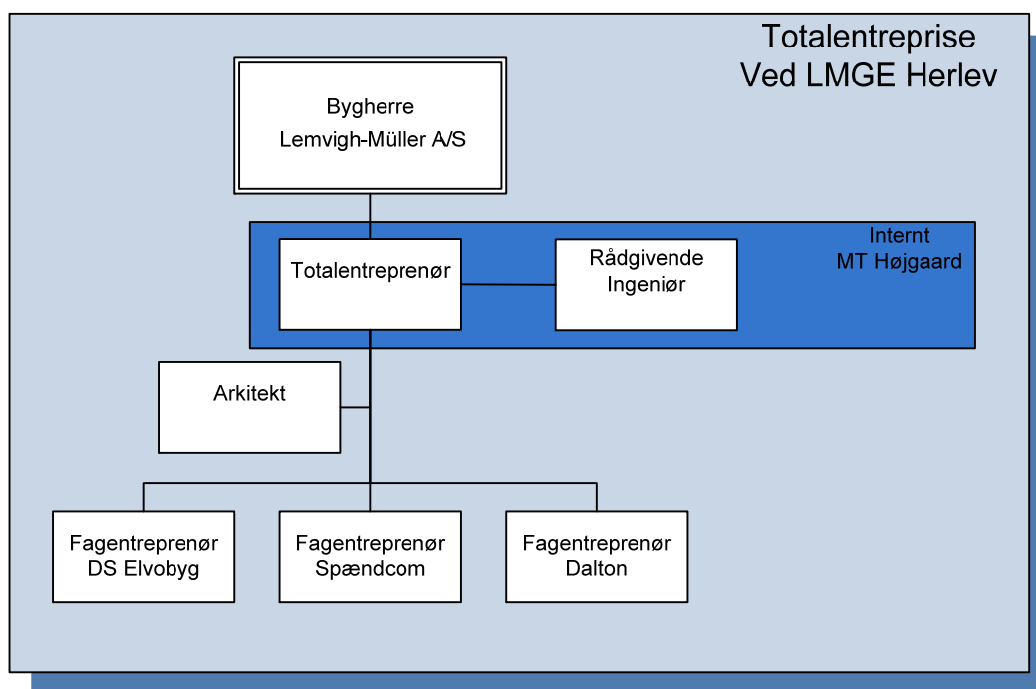
Andet afsnit vil fokusere på beskrivelsen af produktionskortet udarbejdet til projektet, som vil indeholde informationen indsamlet og behandlet i første afsnit af casen.

12.1 Byggepladsbesøg ved MT Højgaard byggesag LMGE

Der er i forbindelse med dette projekt, blevet aflagt besøg ved en byggeplads under udførelse af MT Højgaard. Byggesagen har en størrelse på 150 mio. kr. , og består i opførelsen af et nyt domicil for Lemvigh-Müller A/S ved Herlev st. og bliver betegnet med forkortelsen LMGE.

Byggeriet bliver udarbejdet under totalentreprise ved MT Højgaard. Byggherren Lemvigh-Müller A/S, havde i første omgang fået et forslag fra et arkitektfirma. Det viste sig i midlertidig, efter indhentede tilbud fra en række entreprenører, at det arkitekttegnede forslag ville være langt over hvad der var blevet budgetteret til opførelsen af bygningen.

Herefter overtog MT Højgaard byggesagen i totalentreprise regi, og udarbejde i samarbejde med et underentret arkitektfirma et tilbud, på baggrund af det oprindelige arkitekt forslag, som kunne udføres til den budgetterede byggesum.



Figur 28 Uddrag af organisationsplanen for byggesagen, med fokus på elementmontering.

Formålet med besøget var at få en indsigt i kommunikationsgangen på byggepladsen, og i sidste ende være i stand til at kunne kortlægge den information som bliver videregivet fra entreprenøren til produktionen. Denne information vil i dag blive videregivet i form af beskrivelser, arbejdsplaner og tegninger.

Til sidst er det meningen at den information som er blevet indsamlet under byggepladsbesøget, skal kunne anvendes til at opbygge en model for hvordan et produktionskort vil kunne erstatte den nuværende formidling af information.

Valget af netop denne byggesag, var truffet i forudgående kommunikation med afdelingschef Niels Lønøw fra MT Højgaard. Idet byggesagen er en totalentreprise,

foregår det meste kommunikation internt i MT Højgaard, hvilke gjorde det nemmere at give adgang til dokumenter.

Men betyder også at det materiale der foreligger er uden unødvendig juridiske komplikationer, idet det er intern kommunikation i virksomheden.



12.2 Materiale og erfaring indhentet fra byggepladsbesøg

Processen som blev observeret på byggesagen LMGE, var montage af betonelementer. Denne proces har udgangspunkt sine fordele og ulemper, som udgangspunkt for udarbejdelsen af produktionskortet.

Som fordel ved anvendelse af montage af betonelementer, som udgangspunkt for udarbejdelsen af produktionskortet, kan nævnes, at det er en forholdsvis enkel proces hvad information og kommunikation angår. Og derfor kan det ses som et "basis eksempel" på kommunikationen på byggepladsen, og et godt udgangspunkt for udarbejdelse af en model for produktionskortet.

En ulempe ved anvendelse af denne type produktion, er at fordelene ved produktionskortet fremtræder tydeligere jo mere avanceret processen er. Ved en mere kompliceret produktion vil produktionskortet træde mere i karakter, idet det er godt til at indeholde og præsentere en stor mængde materiale på en overskuelig måde.

Selvom elementmontagen på byggesagen er omfattende, og der var flere forskellige montager i gang under besøget, vil der blive fokuseret på en specifik del af denne proces. Under besøget blev der udført montage af både dæk, trapper og vægelementer. Der vil i det følgende blive fokuseret på montagen af vægelementerne.

Den information der blev indsamlet på byggepladsen, vil i det følgende blive delt op i to dele.

- Entreprenørens del, som er den information som er en del af kommunikationen mellem entreprenøren, ingeniøren og leverandører.
- Produktionens del, som er den information som viderekommunikeres fra entreprenøren til håndværkerne.

12.2.1 Entreprenørens del

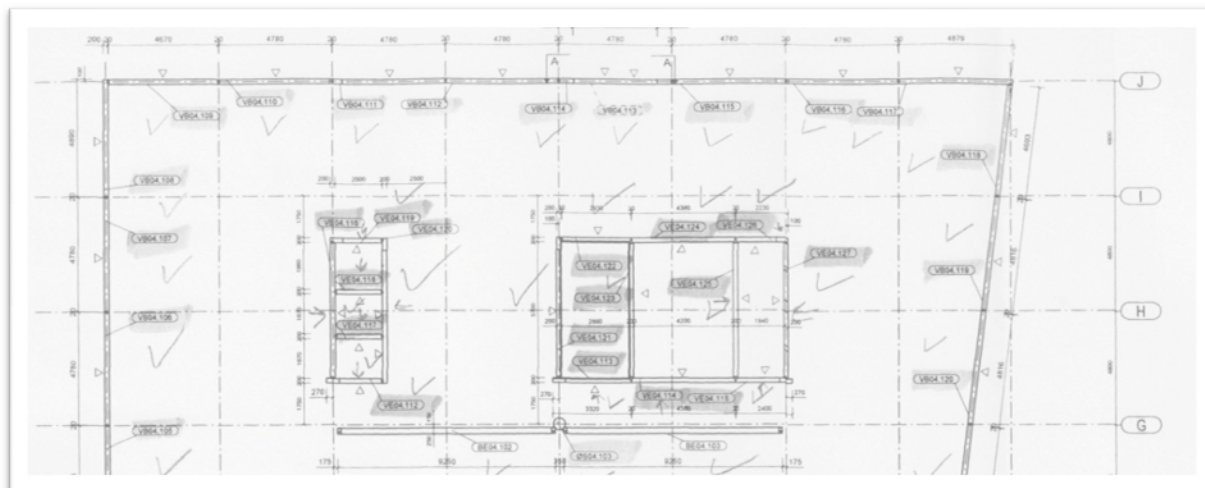
Entreprenøren har enterret med en underleverandør til fremstilling og levering af beton elementerne. Derfor er det første punkt for entreprenøren at sørge for at elementproducenten har modtaget ingeniørens tegninger, så de kan begynde at udarbejde deres egne tegninger og forberede produktionen.

Udover ingeniørens tegninger, der beskriver elementernes udformning og placering, skal elementproducenten supplere elementtegningerne med produktionsrelaterede informationer. Disse produktionsrelaterede informationer består i dette tilfælde af:

- Størrelse og placering af løftekroge. Det ligger under producentens eget ansvar, at indstøbe løftekroge der passer til elementets vægt, og til dels tager højde for elementets tyngdepunkt.
- Placering af inserts til fastgørelse af elementstøtter. Placering er i første omgang op til producenten, men entreprenøren kan i visse tilfælde stille krav til en alternativ placering. Et eksempel på dette fra LMGE byggesagen kan være da elementproducenten havde placeret insertsne på indersiden af en elevatorskakt. Entreprenøren fik flyttet insertsne til ydresiden af skakten, for bedre at kunne fastgøre element støtterne til dækket.
- Placering af inserts til fastgørelse af sikkerhedsrækværk. Idel entreprenøren har valgt at montere sikkerhedshegnet direkte i ydervægsselementerne fra etagen under, har entreprenøren gjort opmærksom på at de vil have inserts til dette for hver 1100mm i toppen af disse elementer.

Elementleverandøren fremsender herefter etageplaner med placering og nummerering af de enkelte elementer. Planoversigten markerer også med en pil hvordan elementerne vender i forhold til hvordan de har vendt i støbeformen. Fladen af elementet der har vend nedad i støbeformen, er den glatte og mest præsentable side.

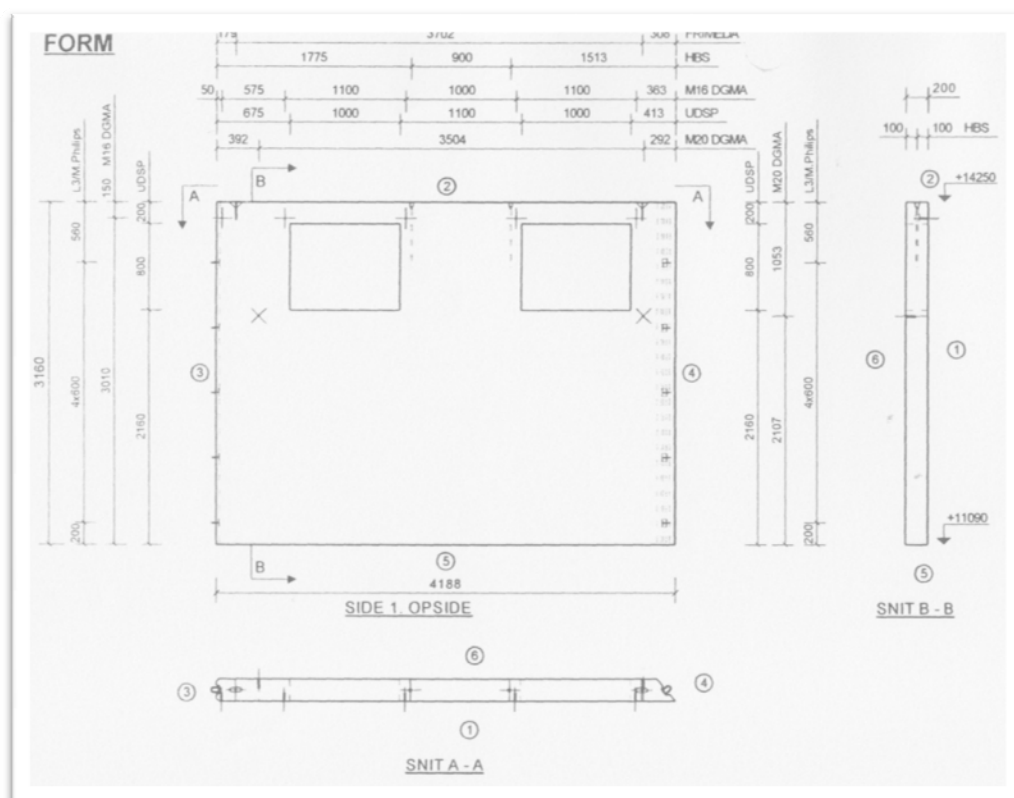
Denne information benyttes af entreprenøren til at kontrollere om elementerne er støbt på en sådan måde, at eventuelle fritstående beton facader har den rigtige side udad (formsiden). Det er også en vigtig information for produktionen, at vide hvilken vej formsiden af elementet skal vende, da det er en hurtig måde at se hvilken vej elementet skal vende, uden at skulle til at studere den enkelte elementtegning.



Figur 29 Uddrag fra element leverandørens planoversigt.

Udover planoversigten, levere elementproducenten også enkelte tegninger af elementerne. Figur 30 er et uddrag fra en elementtegning, der viser udformningen af element VE01.128. Hver tegning har også en armeringsoversigt der viser alt armeringen i elementet.

Alle tegningerne sendes til kontrol inden elementproduktionen begynder. Entreprenøren vil hovedsagelig kontrollere om insertsne til elementstøtterne og sikkerhedsrækværket er medtaget på tegningerne, og om de er placeret hensigtsmæssigt eller om de skal flyttes. Ingeniøren vil kontrollere dimensionerne og armeringen på elementerne.



Figur 30 Uddrag fra elementtegning fra elementleveredøren.

12.2.1.1 Læs opdeling

Når alle tegninger er på plads, skal elementrækkefølgen fremsendes til producenten, så produktionen kan forberedes. Dette sker senest 14 dage inden elementerne skal leveres på pladsen.

Det er vigtigt at entreprenøren har planlagt sin montererækkefølge før han sender elementrækkefølgen til producenten. Når først elementrækkefølgen er fastlagt og produktionen er sat i gang, er der ikke mulighed for at ændre den. Hvis entreprenøren ikke overvejer sin rækkefølge grundigt før produktionen begynder, kan han risikere at han enten må vente på elementer der kommer på senere læs, eller han skal finde plads til at opbevare elementer som han har fået leveret for tidligt.

ELEMENTRÆKKEFØLGE			
Sagsnavn:		LMGE	
Etage:		2. sal	
Område:		F/J	
Byggepladsadresse:		Stationsalleen 38	
Postnr./By		2730 Herlev	
Kontakt:		Leif Skyttefeldt	
Mail:		lesk@mth.dk	
Tlf.:		22709847	
NR.	ANTAL	ELEMENT NR.	BEMÆRKNINGER
1		VE 04.113	
2		114	
3		115	
4		121	
5		123	
6		125	
7		127	
8		122	
9		124	
10		126	
11		120	
12		112	
13		117	

Figur 31 MT Højgaards element rækkefølge til leverandøren

Efter elementproducenten har modtaget rækkefølgen fra entreprenøren, har han en vis frihed til at ændre på rækkefølgen han leverer dem i. Denne frihed skal han bruge for bedre at kunne dele elementerne op i hensigtsmæssige grupper til levering, som har den rigtige vægt til transport.

ELEMENTRÆKKEFØLGE

Sagsnavn:	LMGE
Etage:	2. sal
Område:	A/F


Byggepladsadresse:	Stationsalleen 38
Postnr./By	2730 Herlev
Kontakt:	Leif Skyttefeldt
Mail:	lesk@nth.dk
Tlf.:	22709847

NR.	ANTAL	ELEMENT NR.	BEMÆRKNINGER
1		VE 04.100	
2		101	
3		102	
4		103	
5		104	
6		105	
7		106	
8		107	
9		108	
10		111	
11		110	
12		109	
13		VB 04.104	

Eksempel 9 Entreprenørens opdeling af elementlæs.

Denne opdeling af elementrækkefølgen, eller læsseseddel, sendes tilbage til entreprenøren til godkendelse. Hvis entreprenøren kan acceptere de ændringer som producenten har lavet til hans elementrækkefølge, aftaler de det nøjagtige tidspunkt for levering af de enkelte læs.

Her er det igen vigtigt for entreprenøren, at han sørger for at få leveret læssene løbende. Optimalt sørger entreprenøren for at få leveret læssene med passende intervaller så der hele tiden er elementer at supplere produktionen med. Men stadig ikke så hurtigt at der opbygges et for stort lager af elementer på byggepladsen, som optager plads og eventuelt gør trafikken på pladsen svær for andre leveringer.


2 SAL MODUL F/J
Lena Guldbæk Johansen til lesk
 Co bj 20-10-2009 15:11

D S E l c o B y g Dato 20/10-09 15:13, side 1

+-----+
 | LÆSSESEDDEL |
 +-----+

tlf 96 57 26 57
 fax 96 57 26 67
 e-mail lgj@ds-elcobyg.dk

 SagsNr.: 099783 LMGE, HERLEV
 Levering: LMGE Herlev
 : Stationsalleen 38
 :
 : 2730 Herlev

 Dato....: **5/11** - kl. **645**
 LæsNr...: 62
 Trailer.:

ElementNr	Dimensioner	Vægt (kg)	Hal
VE 04.113	3.580 x 3.320 x	200	4.080 Hal 1
VE 04.114	3.340 x 4.380 x	200	6.060 Hal 1
VE 04.115	3.340 x 2.400 x	200	3.550 Hal 1
VE 04.121	3.580 x 5.880 x	200	9.480 Hal 1
Antal ialt 4 stk			23.170

D S E l c o B y g Dato 20/10-09 15:13, side 2

Figur 32 Leverandørens læsseseddel.

12.2.2 Produktionens del

Ved et opstartsmøde inden produktionen starter, forsynes håndværkerne med de tegninger og projektbeskrivelser som entreprenøren har modtaget fra ingeniøren. Derudover indgår håndværkerne i en akkordaftale med entreprenøren.

Udover at fastslå hvordan håndværkerne skal aflønnes for det foreliggende arbejde, beskriver akkordaftalen også hvilke forhold der skal følges under produktionen.



Før produktionen starter får håndværkerne udleveret følgende materiale til beskrivelse af arbejdet:

- **Beskrivelser**
 - Beskrivelse for pladsstøbt beton
 - Beskrivelse for betonelementmontage
 - DS 482: 1999 Norm for udførelse af betonkonstruktioner
 - Hvor går grænsen?** Beton – in situ, elementer og montage
- **Projekttegninger**
- **Hovedtidsplan**
- **Folderen "en sikker arbejdsplads - dit medansvar"**
- **Byggepladsplan med byggepladsveje**

Alt dette materiale er del af en pakke, som inkluderes i materialer ved indgåelse af en ny akkordaftale mellem entreprenør og sjak.

12.2.3 Produktionsplan

For hver uge udarbejder entreprenøren en produktionsplan, der viser hvornår der ankommer leveringer til pladsen, og hvor i produktionen de skal anvendes.

UGE			46/09		9/11-15/11			
MT Højgaard					Sagsnr.: 780550-1255			
SAG: LMGE Herlev								
LÆS nr. / type	Brugssted	dag	Leverings- dato	Leverings tidspunkt	Udsat til dato	Leverings tidspunkt	Antal stk. pr. læs	Evt. Bemærkning
Rest VE	2. sal F/J		09-11-2009	på lager				
5056 DE		tirsd.	10-11-2009	06:45			8	
5057 DE		tirsd.		07:30			8	
5058 DE		tirsd.		08:15			12	
5059 DE		tirsd.		10:00			8	
5060 DE		tirsd.		11:00			10	
Betonpumpe		tirsd.		12:30			17m3	2. sal A/F
5061 DE		tirsd.		12:30			8	
5062 DE		tirsd.		13:30			10	
5020 DE	Cykelkælder	onsd.	11-11-2009	07:00			12	Lov. kl. 12.13
69 SE+BE	3. sal A/F	onsd.		09:30			11	
Trapper		onsd.		fra depot				
70 VE		torsd.	12-11-2009	06:45			4	
71 VE		torsd.		08:00			4	
72 VE		torsd.		09:45			4	
73 VE		torsd.		11:00			5	
Betonpumpe		torsd.		12:30			17m3	2. sal F/J
74 VE		torsd.		13:00			5	
75 VE		fred.	13-11-2009	07:00			6	
SWT	3. sal	fred.		09:00			19	
Trapper		fred.		fra depot				

Figur 33 Produktionsplanen for uge 46.

Produktionsplanen er god til at give sjakkene et overblik over hvornår der ankommer elementer til pladsen, og hvor produktionen foregår. Men produktionsplanen giver ikke nogen informationer om de enkelte elementer og præcist hvor de skal monteres.

Til dette anvendes montageplanen som udarbejdes af entreprenøren, og indeholder alle de relevante informationer som er relevante for produktionen.

Informationer der kan være noteret på montageplanen kan være:

- Hvilke læs nr. som elementer er del af og leveringstidspunkt.
- Elementets tyngdepunkt. Hvis anhuggeren (håndværkeren der fastgør hejsegrejet til elementet), skal tilpasse hejsegrejet til at tage højde for et skævt tyngdepunkt.
- Informationer til anhuggeren om
- Specielle forhold ved monteringen. Det kan eksempelvis være at der skal overholdes specielt skrappe tolerancer ved monteringen.
- Forhold som afviger fra standard beskrivelsen.
- Detaljetegning af sammenstøbninger.



Figur 34 Montageplan for læs 62-64

12.3 Vurdering af kommunikationsmetoder på LMGE byggesagen

Hvad der hurtigt stod klart ved observering af entreprenører og håndværker på byggesagen, var at de begge var meget erfarende med udførelse af netop denne proces, som var element montering.

Metoden som blev anvendt var gennemprøvet og når produktionen først var gået i gang, var der ikke mange ophold i produktionsflowet. Dette flow må hovedsageligt tilskrives den store erfaring med processen på pladsen, da produktionsmaterialet ikke var specielt uddybende.

Netop det faktum at de involverede havde stor erfaring i denne proces, kunne være medførende til at den store modstand der var til indførelse af digitale principper i produktionsmetoden.

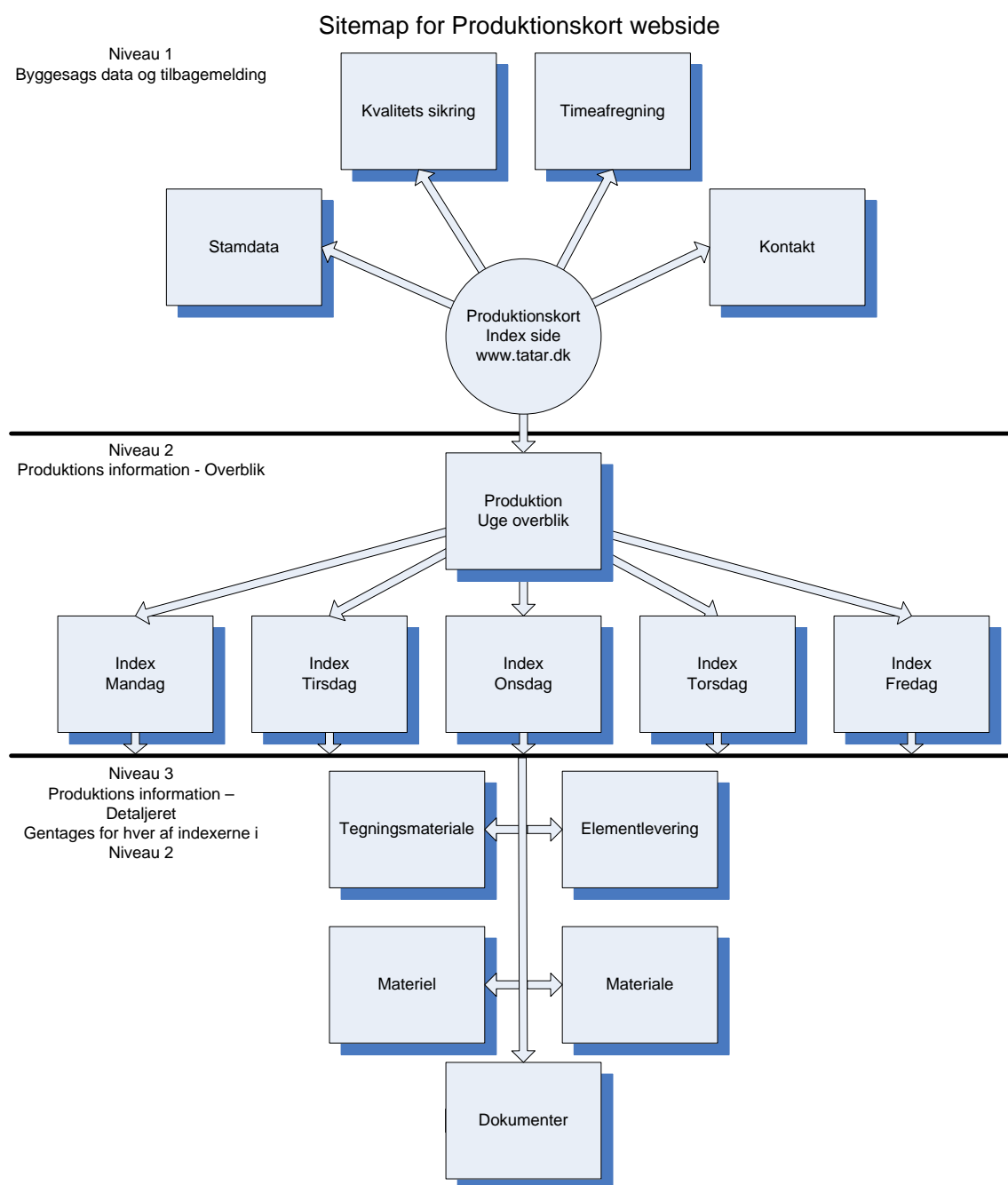
Holdningen på pladsen, både hos entreprenører og håndværkere, var i stor stil, at deres produktionsmetode den mest effektive metode at udføre processen på, og at indførelse af digitale principper kun komplicere processen.

Et digitalt værktøj der var blevet gennemtruffet fra ledelsen i MT Højgård, var anvendelse af et digitalt regning og faktura system. Dette system var heller ikke blevet modtaget overvældende positivt af entreprenørerne. Den største modstand mod dette system syntes af være at det krævede en omlægning af faktura håndteringen.

Det var også overraskende at se at der ikke var anvendt nogen form for projektweb på byggesagen. Leveringsplaner og tegningsmateriale der var sendt digitalt imellem parterne i byggesagen, skulle findes frem ved at søge i gamle e-mails. Det er muligt at der var system i dokumenterne når de var modtaget og blevet printet, men de digitale filer var ikke sat i system.

13 Beskrivelse af online produktionskort

I forbindelse med dette projekt, er der blevet udarbejdet et online eksempel på et produktionskort. Dette eksempel tager udgangspunkt i det projektmateriale der blev indsamlet ved byggepladsbesøget, i forbindelse med projektet. Derfor er produktionskortet udarbejdet med henblik på specielt at kunne benyttes i forbindelse med udførelse af betonelement montage. Der skal tages højde for at indholdet hovedsageligt er udarbejde med et forhåndenværende materiale modtaget ved casens byggepladsbesøg.



Figur 35 Sitemap for det digitale produktionskort. www.tatar.dk

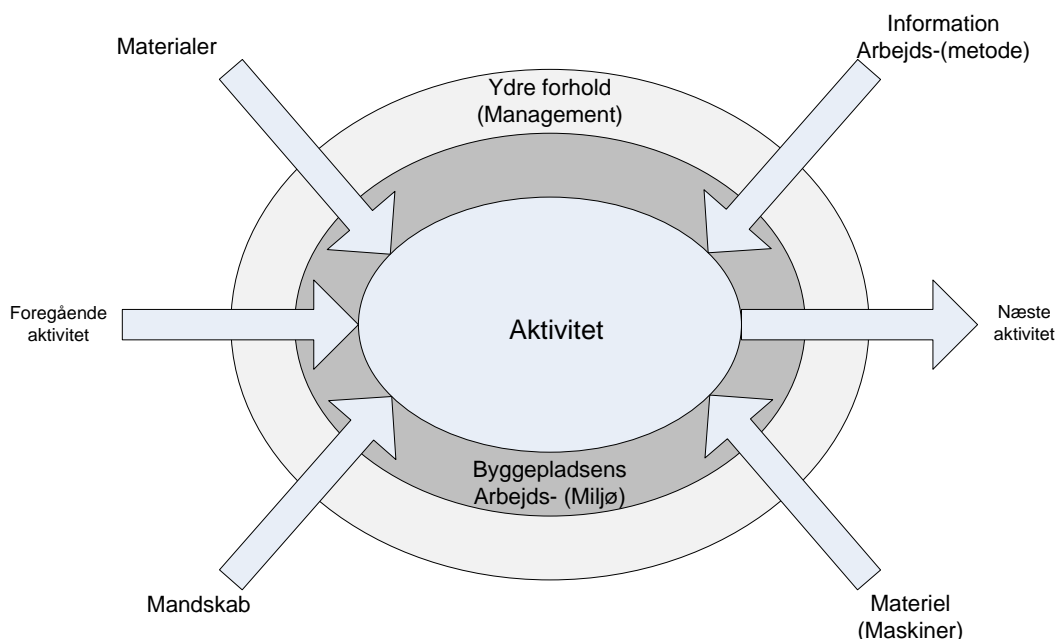
Selvom dette produktionskort som udgangspunkt er rettet imod elementmontering, kan formatet forholdsvis enkelt modificeres til anvendelse i andre produktioner.

Ved udarbejdelsen af produktionskortet er der blevet lagt vægt på, at følge de grundregler der er blevet udformet i forbindelse med "Logistik og Proces" projektet, og den tilhørende hjemmeside www.produktionskort.dk.

Der er derfor blevet lagt vægt på at produktionskortet indeholder de 7 punkter fra den grundlæggende struktur:

8. Stamdata
9. Byggeplads (Byggepladsplan)
10. Planlægning (ugeplan, og oversigt over fremtidige leveringer)
11. Aktivitet (Produktion)
12. Materialer
13. Materiel
14. Mandskab (Akkord og timeafregning)

Disse 7 punkter tager udgang i lean construction, og danner tilsammen grundlaget for at kunne udføre en aktivitet i produktionen.



Figur 36 Lean construction's forudsætninger for en effektiv produktion. (9)

For at imødekomme disse kriterier er indholdet delt op i 3 niveauer. De 3 niveauer tager udgangspunkt i Figur 36. Niveauerne repræsenterer hvert deres område i modellen, ydre forhold, byggepladsens arbejdsmiljø og aktivitet.

Produktionskort

Produktionskort for byggesag LMGE

Uge 46

9/11 til 13/11-2009

Montage af Betonelementer

Home	Stamdata	Produktion	KvalitetsSikring	Timeindberetning	Kontakt
----------------------	----------	------------	------------------	------------------	---------

Produktionskort

Produktionskort konceptet er udviklet af bips i forbindelse med udarbejdelse af "logistik og Process" projektet. "logistik og Process" er igen en fundament rapport til statsinstituttet "Det Digitale Byggeri"

Denne webpage er et forgang på at udarbejde et produktionskort der drager nytte af digitale værktøjer til at videregive produktionsrelevante informationer fra entreprenøren til svenden på pladsen.

Lidt om produktionskort konceptet

Produktionskortet er et digitalt redskab der, benyttes af entreprenørens til at samle alle de data der udgør grundlaget for produktionen, og skal videregives til håndværkerne. Alle informationer opbygget i både Bygningsdelen og Produktionsdelen kan trækkes ud og benyttes i Produktionskortet, men en udvælgelse af data som er relevant for den specifikke produktionsopgave vil være nødvendig. Der opsættes i Logistik og Proces en række forudsætninger for produktionskortets struktur og anvendelse:

- Entreprenøren har ansvaret for produktionskortet.
- Produktionskortet skal kunne genereres elektronisk.
- Produktionskortet skal i sin struktur kunne understøtte alle faggrupper.
- Der er ingen begrænsninger eller "regler" for, hvordan produktionskortet benyttes eller visuelt udformes.
- Der er ingen begrænsninger for, hvem der kan være dataleverandører eller systemleverandører til fremtidige produktionskort.
- Basisproduktionskortet skal være tilgængeligt for alle i branchen.
- Den overordnede basisstruktur for produktionskortet skal styres af en "centralenhed", hvorfra kortet kan downloades eller uploades.
- Denne "enhed" skal ligeledes have ansvaret for at vedligeholde og videreudvikle konceptet, herunder det videre arbejde med at lette dataoverførsler mellem programmer og systemer.
- Der skal blandt andet udarbejdes en brugervenlig manual til, hvordan der overføres og indlægges data på produktionskortet.

(bips, "Logistik og Process, 2006)

Ovennævnte forudsætninger giver entreprenøren rigt mulighed for udviklingen af lige den form for produktionskort som falder naturlig for netop dennes arbejdsmetoder samt tage højde for hvilke ressourcer der er til rådighed i de enkelte virksomheder.

Stamdata

Information om byggesagen og de involverede parter.

Produktionskort

Opdelingen af de enkelte produktionskort i dette eksempel er opdelt i ugedage. Denne opbygning er valgt på grund af fremgangsmetoden i elementmontagen. Andre typer for produktioner kan vælge at opdele produktionsmateriale på andre måder, f.eks. type- eller sjak-orienteret.

- Mandag
- Tirsdag
- Onsdag
- Torsdag
- Fredag

Kvalitetssikring

Produktionskortet anvendes til digital tilbagemelding og dokumentering af KS.

Time indberetning

Sjakkbajsen anvender produktionskortet til digitalt at indberette timeforbruget på de enkelte produktionskort.

Kontakt

Kontakt information for de ansvarlige i byggesagen.

Figur 37 Uddrag fra Produktionskortet. <http://www.tatar.dk>

13.1 Niveau 1

Niveau 1 som repræsenterer de "Ydre forhold (Management)", indeholder punkterne 1. stamdata, og 7. Mandskab, i form af timeafregning og kvalitetssikring og kontaktinformationer.

13.1.1 Stamdata

Stamdata er informationer om byggesagen og dens aktører. På stamdata-siden findes der informationer om byggepladsen som; adresse, matrikel nr. og planer for sikkerhed og sundhed. Der er også informationer om aktørerne, som f.eks. byggeherre og entreprenører mv.

Alle disse informationer er ikke eksklusivt samlet til produktionskortet, men er indhentet fra byggeherren og vil med stor sandsynlighed kunne importeres fra projektbeskrivelserne. Hvis disse informationer ikke ligger online, f.eks. et projekt web, vil det være nødvendigt at kopiere informationen ind i produktionskortet manuelt. Stamdata vil i store træk være de samme i løbet af byggeprojektet, og vil ikke kræve den store bearbejdelse efter opstart.

13.1.2 Kvalitetssikring

Byggesagens KS ansvarlige kan forholdsvis nemt indtaste sine KS skemaer i produktionskortet på kvalitetssikrings siden. I det online eksempel på produktionskortet, anvender siden et php script til at formatere informationerne fra inputfelterne og sende dem til den ansvarlige via e-mail.

Vælg billede der skal uploades: No file chosen

Skriftlig dokumentation

KS dokumentationen sendes via Email til den projektansvarlige

Kontrol udført af:

Navn:
Email:
Produktionskort id:

KS:

Element nr:
Modtagekontrol:
Kote UK +/-5mm:
Placering:
Sikkerhed:

Kommentar:

Figur 38 Kvalitetssikrings siden, fra produktionskortet.

Data fra php scriptet i kvalitetssikrings siden, behøver ikke begrænse sig til e-mail. I princippet kan metoden anvendes til at sende dataene i præcis den format som brugeren ønsker, så de kan importeres i de programmer der anvendes til at dokumentere kvalitetssikring.

13.1.3 Timeafregning

Denne side fungerer i store træk som kvalitetssikrings siden. Her kan sjakbajsen indtaste de aktuelle time data for et produktionskort. Disse data sendes så via e-mail til entreprenøren, så de kan importeres i lønsystemet.

13.1.4 Kontakt

Kontakt siden, videregiver de involveredes kontaktinformationer. Eksemplet på denne side er meget basis og har kun telefon nr. og e-mail på de involverede.

Mere avancerede muligheder kunne være, at implementere IM beskeder der kan sendes fra siden til kontaktens pc via en Messenger service, eller en sms besked til kontaktens telefonen.

13.2 Niveau 2

Niveau 2 repræsenterer "Byggepladsens arbejds- (miljø)" i Figur 36, og indeholder punkterne 1. byggeplads og 3. planlægning.

Niveau 2 består i produktionskort eksemplet i, "Uge overblik"-siden som findes under "Produktion" fanen i navigationspanelet.

Denne side har til formål at give generelle information om det kommende arbejde.

Overblik siden indeholder i eksemplet en simpel 3D model. Denne model skal kun anvendes til at danne et overblik over projektet. Der indgår ingen mål i denne model, og der kan heller ikke udtrækkes mål. Denne 3D model har udelukkende til formål at give et indtryk af produktionens endelige resultat.

Der er også en plan for de elementleveringer der ankommer til pladsen i løbet af den kommende uge, samt informationer om hvor elementerne skal monteres i bygningen. Dette giver mulighed for sjakkene til at planlægge arbejdet idet de ved hvor de skal arbejde i løbet af ugen.

Der er en vejrprognose for den kommende uge på siden. Denne kan også anvendes af sjakkene og entreprenøren til at planlægge ugens produktion, idet meget arbejde kan være afhængig af vejret. Elementmonteringen er f.eks. følsom over for stormvejr, da elementerne skal hejses på plads. Det er også godt at være forberedt på frostvejr ved beton arbejde, da dette kan indvirke på hærningstiden af betonen.

Til sidst er byggepladsen afbilledet i et vindue placeret på google maps, med byggepladsplan.

13.3 Niveau 3

Det sidste niveau, niveau 3, består i selve aktiviteten, og indeholder detaljeret produktionsinformation i form af tegninger, modeller og beskrivelser samt lister over materiel og materialer.

13.3.1 Overblik

Overblik-siden for den enkelte dag, indeholder i princippet de informationer sjakket skal bruge for at kunne udføre produktionen. Der er en plantegning med mål på elementernes placering, og links til de aktuelle beskrivelser, samt evt. de forbehold der skal tages i produktionen.

Hvis produktionen kører problemfrit kan sjakket få alt den nødvendig information på dagens overbliksside. Men opstår der problemer eller skal der bruges ekstra informationer, kan dette findes i de andre sider i niveau 3.

13.3.2 Elementlevering

Denne side viser dagens aktuelle elementleveringer. Derudover er der link til leveringsaftalerne med leverandøren, der viser detaljer om leveringerne og præcist hvilke elementer der indgår i leveringerne.

Denne side anvendes også til at oplyse om ændringer i leveringerne og eventuelle forsinkelser.

13.3.3 Tegningsmateriale

Tegningsmateriale-siden indeholder alt tegningsmaterialet der er relevant for den aktuelle dags produktion. Dette inkluderer element detaljer, plantegninger og 3D modeller.

Der er anvendt 3 tegnings formater til at gengive dette.

- Jpeg. Da alt tegningsmateriale på byggesagen fra byggepladsbesøget, bestod i papirmateriale, var den simpleste måde at importere dette til et digitalt produktionskort, ved at scanne dem til jpeg filer. Dette er ikke optimalt da filerne fylder meget og kan tage lang tid at hente ned over en trådløs forbindelse, som kan forstilles at der anvende på en byggeplads. Derudover er der ingen mulighed for udtræk af mål fra disse tegninger.
- Dwf. Dette Autocad format kan ved hjælp af programmet "Autocad design review", vise 2D tegninger i internet explorer. Det er muligt at udtrække mål fra dette format. Dwf kan desværre ikke åbnes i andre browsere end internet explorer, da det anvender Microsofts aktiveX.
- DwfX. Dette er en 3D udgave af Autocads dwf format, som fungerer på samme måde. Ved hjælp af dette format kan der vises 3D modeller i internet explorer.

Afhængigt af hvilke cad programmer entreprenøren anvender, kan formaterne varierer. Det vigtigste er at formaterne kan åbnes uden brug af et stort cad program, som det eventuelt kan være svært ,for det hardware som sjakket har til rådighed, at køre.

13.3.4 Materiale/Materiel

Disse to sider oplyser om hvilket materiel og materialer der skal anvendes til produktionen.

Informationerne på disse sider er i casens produktionskort, er ganske enkle grunde processen der behandles. Men ved mere avancerede processer vil det være at kunne trække disse informationer ind fra en BIM model eller fra DBK's ressourcedomænet, når det bliver færdig udviklet.

13.3.5 Dokumenter

På denne side linkes der til dokumenter der er relevante for produktionen. I eksemplet er dokumenterne delt op i 3 grupper; Branchebeskrivelser, Akkord og Leverandør vejledninger.

13.4 Vurdering af Produktionskort casen

Størstedelen af det materiale der blev modtaget fra casens byggepladsbesøg, forekom i papirformat. Dette resulterede i at det var nødvendigt at finde overskuelige metoder til at præsentere materialet på, i det digitale produktionskort på.

Det er virker godt at anvende tekstdokumenter i pdf format, og linke direkte til de relevante afsnit fra produktionskortet. Men idet mange af dokumenterne først skulle skannes ind igen fra de udskrifter der var modtager, ville dette ikke være rentabelt at gøre som standard.

For at tegningsmaterialet der blev anvendt i produktionskortet, skulle fremstå læseligt og være af en filstørrelse som var overskueligt, var det klar at foretrække at arbejde med digitale modeller frem for det tegningsmateriale der var scannet ind.

Generelt lykkedes det at inkludere de 7 hovedpunkter som Logistik og Proces havde opsat, på en forholdsvis enkel og overskuelig måde.

14 Sammenfatning og vurdering

14.1 Vurdering af DBK

Meningerne om DBK er blandede i entreprenørbranchen og i resten af byggebranchen for den sags skyld. Efter Digital konvergens afprøvning af DBK (4), har der været en stor diskussion i branchen og medierne, omkring DBK. Der har endda været tale om en boykot af DBK fra medlemmerne af Digital Konvergens, hvis ikke de 5 krav ikke bliver opfyldt inden udgangen af 2009 (5). Det har siden været forholdsvis stille med den offentlige kritik af DBK, og nogen opgørelse for hvordan det står til med de 5 krav er ikke blevet publiceret.

Set med entreprenør øjne, ville det være interessant at se videreudvikling af Ressource- og procesdomænerne. Ressourcedomænet er specielt interessant for produktionen, idet det indeholder information om de materialer og materiel der skal benyttes til konstruktionen. Med inkludering af disse informationer i DBK, vil der være større fordele i at benytte klassifikationen til byggeplads- og produktionsstyring, idet mange af de relevante informationer kan hentes fra DBK

Meget af kritikken af DBK bygger på at det er for besværligt at benytte systemet hvis det ikke er indbygget i de programmer der benyttes i byggebranchen. Dette er bygget på den erfaring der blev skabt efter digital konvergens afprøvning af DBK. Dog skal det i DBK's forsvar påpeges at denne afprøvning hovedsageligt var fokuseret på indtastning af koder i beskrivelser og indarbejdelse i eksisterende arbejdsmetoder.

Fordelene i DBK vil ikke være at finde i indtastningen af koderne i nuværende systemer. For effektivt at kunne måle effektiviteten og værdien af DBK, skal det implementeres i et projekt fra projekteringsfasen, og føres igennem hele projektførelsen. På denne måde kan de enkelte parter løbende kan drage nytte af klassifikationen ved at udnytte de koder som er blevet indkodet tidligere i projektet.

Hvad angår Digital Konvergens krav om internationalisering af DBK, er DBK baseret på den internationale standard ISO 12006-2, som også lægger grundlag til det amerikanske Omniclass, det engelske Uniclass, det svenske BSAB, samt den norske Bygningsdelstabell. Udover dette er DBK udviklet med henblik på at kunne arbejde sammen med det internationale format IFC. Så selvom DBK ikke opnår det internationale gennembrud som digital konvergens gerne ser, er der gode muligheder for at få understøttelse af DBK i en række it-systemer.

På trods af mulighederne i DBK, skal det påpeges at der er en del huller i det resultat der foreligger på nuværende tidspunkt. Af de 4 domæner som projektet har taget udgangspunkt i, er det på nuværende kun et af domænerne der er blevet udviklet til et endeligt produkt. De resterende 3 domæner eksisterer kun i en sparsom teoretisk beskrivelse, uden noget håndterligt information om hvordan de egentlig skal anvendes i praksis.

Endnu et eventuelt minus for DBK systemet er dets anvendelse af referencesystemet. Hvis denne struktur ikke justeres, eller helt ændres til et facetteret system kan der evt. opstå problemer med indarbejdelsen i IT systemer.

Ser man på DBK projektet som en helhed, virker det som om at der fra starten af projektet ikke har ligget en klar kravspecifikation til det endelige projekt. Der savnes en fortegnelse over hvilke konkrete mål der ønskes opfyldt med udviklingen af klassifikationssystemet.

Som det står nu, er projektet enormt ambitiøst med et meget bredt slut mål. Dette resultere i at DBK står som nogle enkelte færdigudviklede principper, som der ikke er udviklet noget information til om praktisk anvendelse, og en masse principper som ikke er blevet udviklet.

Skal DBK finde fremgang i byggebranchen, er det ikke nok med udviklingen af selve koden, og så forvente at branchen selv implementere denne. Der skal udvikles en klar plan for implementering af DBK i branchen, og en tydelig definition af hvilke fordel som dette vil bære med sig.

I stedet for udvikling af et kolossalt projekt med anvendelses muligheder i hele byggebranchen, burde DBK deles op i faser af mindre delmål. Ved at gøre dette vil det være mulig at udvikle anvendelige principper med klare anvendelsesområder, der kan implementeres i arbejdsmetoder og it-programmer. På denne måde vil DBK kunne indføres i faser, og finde sin plads i byggebranchen gradvist, for til sidst at dække alle de områder som der er blevet stillet i det oprindelige projekt.

14.2 Vurdering af Logistik og Proces

Den endelige rapport fra projektet Logistik og Proces, fokusere i første del på det der er blevet benævnt "Entreprenørens dataenhed". Dette er et godt koncept, og det er muligt at se flere muligheder for entreprenøren i sådan en dataenhed fra prissætning til udførelse.

Men "Entreprenørens dataenhed" konceptet lider af mange af de samme svagheder i udformningen som er blevet nævnt i sammenhæng med DBK. Der ligger ingen klar definition af hvordan det er tænkt at dette skal tage sig ud i praksis.

Den anden del af Logistik og proces projektet, fokusere på definitionen af produktionskortet. Det fungerer godt på den måde som der bliver opsat en række rammer for hvad produktionskortet skal indeholde, mens det stadig står klart at produktionskortet er entreprenørens redskab, og at han kan udarbejde udformningen som han ser bedst.

Eksemplet på et produktionskort som er blevet udviklet til "Logistik og Proces" projektet, og kan findes på www.produktionskort.dk. Det sås gerne at der var indarbejdet muligheder for anvendelse af dette produktionskort med principperne fra de 2 andre fundamentsprojekter. Dette kunne eventuelt være ved mulighed for udtræk fra 3d modeller eller mere fokus på klassifikation med DBK. Idet alle 3

fundamentsprojekter er udviklet i bips regi, ville det være rart at se en form for rød tråd der løb igennem projekterne og bandt dem sammen.

Idet produktionskort fra Logistik og Proces er udviklet som en XML-skabelon, hvor den eneste form for input mulig er manuelt indtastning, ses der ingen mulighed for at udnytte de informationer der er blevet opbygget digitalt igennem hele projektet og ved hjælp af principperne fra DBK og 3D-arbejdsmetode. XML har egenskaberne for import og eksport af data, men mulighederne for dette er hverken nævnt eller illustreret.

For at produktionskort princippets potentiale skal kunne udnyttet fuldt ud, skal det format som det foreligge i udnytte mulighederne for udtræk af informationer fra de digitale materiale der blevet udviklet fortløbende i projektet.

Produktionskortet fra Ringsted entreprise, ser ud til at have den del af de funktioner som er fordelene ved et digitalt produktionskort. Her kan nævnes funktioner som søgning i beskrivelser og digitale tegninger og 3D model. Men efter som beskrivelserne af dette produktionskort er sparsomme, er det svært at vurdere hvor godt disse funktioner implementeret.

Oftest vil der for entreprenøren dog ikke foreligge alt den digitale information som det vil være at fortrække, til udviklingen af det ideelle produktionskort. Derfor skal det selvfølgelig også være muligt at anvende informationer i "analog" form til udarbejdelse af produktionskortet. Produktionskortet fra JAKON er et godt eksempel på dette.

14.3 Vurdering af 3D Arbejdsmetode

3D Arbejdsmetode giver en struktureret metode til at håndtere integreringen af flere bygningsmodeller i et projekt. Metoden fremstår som den er nu, som en god grundlæggende metode, der stadig muliggør det for brugerne at inkorporer deres egen arbejdsmetoder og anvende de cad programmer som de selv foretrækker.

Der stilles i 3D arbejdsmetode ikke andre krav til cad programmer, end at de skal kunne arbejde med objektorienterede modeller, og at de evt. skal kunne arbejde med IFC formatet, hvis ikke andet aftales projektparterne imellem. Disse krav kan de fleste moderne CAD systemer leve op til i dag.

Det fremgår tydeligt af 3D arbejdsmetode at bygningsmodellerne skal være objektorienteret. Det ville være at fortrække at der blev lagt mere vægt på hvordan denne objektorienterede model bedst opbygges for at kunne anvende et klassifikationssystem som f.eks. DBK.

14.4 Vurdering af case

Produktions kortet udviklet i forbindelse med dette projekt, bygger på informationer indhentet ved byggepladsbesøg aflagt på en af MT-Højgaards byggepladser i projekt perioden.

Der var to mål med besøget. Første mål var at få et indblik i hvordan digital information i praksis bliver anvendt på byggepladsen. Det andet mål var at anskaffe projektmateriale fra byggesagen til anvendelse i udarbejdelsen af produktionskortet.

Ud fra byggepladsbesøget var det hurtigt at se, at netop denne del af entreprenørbranchen ikke har imødekommet principperne fra DDB i det omfang som det kunne være håbet. Faktisk var der ikke opfyldt nogle af de byggeherre krav som ville have været obligatoriske havde byggesagen haft en offentlige byggeherre.

Derfor var størstedelen af informationerne indsamlet på byggepladsen i papirformat. Enkelte beskrivelser som kun forelå i papirformat er senere blevet hentet i digital format på nettet, enten fra producenters hjemmesider eller branchebeskrivelser.

Er hvad der blev observeret ved byggepladsbesøget standard for entreprenørens udnyttelse af DDB principper, vurderes det at der er langt igen inden man vil se at private byggesager lever op til byggeherrekravene der er pålagt offentlige byggerier.

Vurdering af produktionskort case

- Ved digitalt produktionskort skal principperne fra DDB fuldt ud indarbejdes i projektgangen
- Udarbejdelse af en platform til produktionskortet hvor indførelse af informationer er mere intuitivt og ikke kræver decideret programmering.
- Holdningsændring i entreprenørbranchen er nødvendig.

15 Konklusion

Analysen af DDB og dets 3 fundamentalsrapporter, viste et koncept med store ambitioner, men med en del mangler som resultere i at det er svært at anvende DDB som et selv stående koncept.

De største mangler findes i DBK, som ellers skal fungere som klassifikationssystemet som binder hele konceptet sammen. Men der er dele som endnu ikke er færdigudviklet, og andre dele som har kritiske fejl med hensyn til det anvendelsesområde. Dette resultere det i at store dele af DDB konceptet syntes at mangel en rød tråd, der viser hvordan de tre fundament er skal arbejde sammen.

Ud fra de informationer som blev indsamlet fra byggepladsbesøget, lykkedes det at udarbejde et digitalt produktionskort. Størstedelen af det materiale der blev indsamlet forekom i papirformat. Dette resulterede i at det var nødvendigt at finde overskuelige metoder til at præsentere materialet på, i det digitale produktionskort på.

Udover de begrænsninger der var på materialet, som nævnt ovenfor, var udviklerens (mig) evner som programmør selvfølgelig også en faktor for funktionerne i produktionskortet. Hvis produktionskortet var blevet udviklet professionelt, og flere af de funktioner beskrevet i rapporten var blevet inkorporeret, ville potentialet selvfølgelig være meget større.

Det er hensigten at når DDB's principper er implementeret i offentlige byggerier, vil principperne blive trukket med ud i den private sektor.

Er hvad der blev observeret ved byggepladsbesøget standard for entreprenørens udnyttelse af DDB's principper, vurderes det at der er langt igen inden man vil se at private byggesager lever op til byggeherrekravene der er pålagt offentlige byggerier.

Det konkluderes at produktionskortet kan blive et værdifuldt redskab for entreprenøren, til styring af produktionen. Men hvis konceptet skal leve op til sit fulde potentiale, som er at finde i den digitale version, vil det kræve en væsentlig omlægning af dokument formater og håndteringen anvendt i entreprenør branchen i dag.

16 Bibliografi

1. **ministerudvalget, Sekretariatet for.** *Danmark i den globale økonomi.* 2005.
2. **bips.** *Dansk Bygge Klassifikation.* s.l. : Det digitale byggeri, 2006.
3. —. *DBK 2006 vejledning.* s.l. : bips, 2006.
4. **Digital Konvergens.** *Afprøvning af Dansk Byggeklassifikation (DBK).* 2008.
5. **Ingeniøren.** [Online] 01. August 2008.
6. **bips.** *3d Arbejdsmetode 2006.* s.l. : Det digitale byggeri, 2006.
7. —. *Logistik og proces.* s.l. : Det digitale byggeri, 2006.
8. **Lean Construction -DK.** Lean Construction. [Online] www.leanconstruction.dk.
9. **bips.** Hvad er produktionskortet? *www.Produktionskort.dk.* [Online] bips. www.produktionskort.dk.
10. **bips, Logistik og proces.** Produktionskort. *Demo og afrapportering, Logistik og Proces.* [Online] bips. www.produktionskort.dk.
11. **Ringsted Bygningsentreprise.** Case: Produktionskort i brug. *www.danskbyggeri.dk.* [Online]
<http://www.danskbyggeri.dk/medlemsr%C3%A5dgivning/dig+og+virksomheden/det+digitale+byggeri/demo+og+cases/case+produktionskort+i+brug>.
12. **JAKON.** *Produktionskort, Anvendelse i praksis på byggepladsen.* 2009.
13. **Eastman, Chuck, et al.** *BIM Handbook.* 2008.
14. **Det Digitale Byggeri.** Det Digitale Byggeri. *Implementeringsnetværket for Det Digitale Byggeri.* [Online] www.detdigitalebyggeri.dk.
15. **Regeringen.** *Staten som bygherre.* 2003.
16. —. *Vækst med vilje.* 2002.

Bilag nr. 1 Akkordaftale om elementmontering på LMGE byggesag

Bilag nr. 2 Montageplan for uge 46/09 på LMGE byggesagen

Bilag nr. 3 MT Højgårds forespørgsel om elementrækkefølge

Bilag nr. 4 Læsseseddel for DS ElcoByg (vægelementer)

Bilag nr. 5 Læseseddel for Spæncom

Bilag nr. 6 Tegningsmateriale modtaget fra byggesag LMGE