

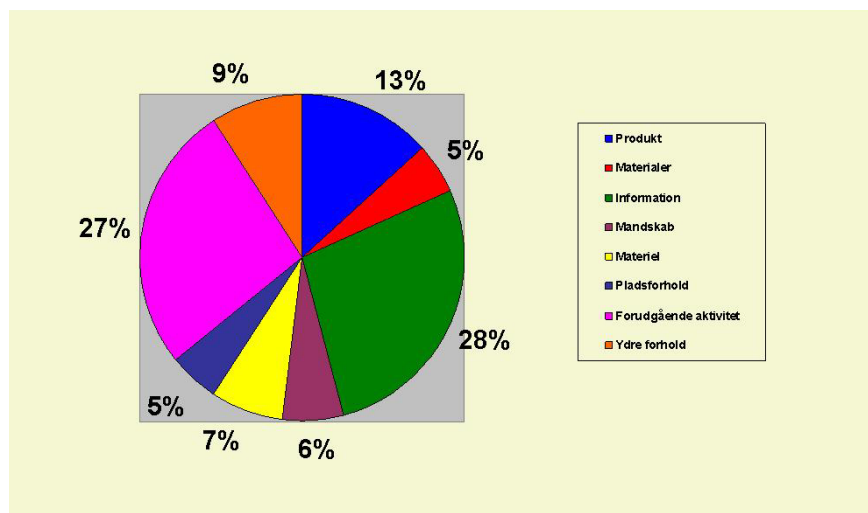
## PROJEKT VÆRKTØJSKASSEN

### ”PLANLÆGNING FOR UFORUDSETE HÆNDELSER”

#### Værktøjsudvikling, pilotafprøvning og beskrivelse af værktøjet

---

Juli 2001



---

Projekt Værktøjskassen er et udviklingsprogram støttet af Velfærdsministeriet i samarbejde med Kuben Byfornyelse Danmark



Rapporten er udarbejdet af:  
NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere AS

”Projekt Værktøjskassen” er et procesorienteret udviklingsprogram, hvor hovedformålet er at udvikle produktiviteten inden for byfornyelsesområdet. Ideen er at udvikle, afprøve, forædle og anvende værktøjer, der medvirker til at forbedre byggeriets samlede produktivitet og kvalitet.

Udviklingsprogrammet løber over en årrække, med det formål at skabe en kontinuerlig udvikling af værktøjerne samt at forankre denne udvikling hos Velfærdsministeriet og Kuben Byfornyelse, således at spredningen og implementeringen af programmets resultater og værktøjer sikres bredt indenfor byfornyelsen.

Deltagere i Projekt Værktøjskassen er:

- Velfærdsministeriet
- Erhvervs- og byggestyrelsen
- Kuben Byfornyelse Danmark
- SBI, Statens Byggeforsknings institut
- NIRAS A/S
- Sven Bertelsen, Strategisk Rådgivning

Forsøget, der beskrives i nærværende rapport, er ét af tre forsøgstemaer, der knytter sig til den konkrete ombygning af Qvades Silo i Sakskøbing. Forsøgstemaerne er som følger:

TEMA 1: Bypolitisk redskab i en udkantsregion – Attraktive boliger i et udkantsområde – Qvades siloen som lokalt ”landmark”, med Byfornyelse Danmark som projektleder.

TEMA 2: Ombygning af Qvades Silo – Dokumentation, med Byfornyelse Danmark som projektleder.

TEMA 3: Procesprojektet – Planlægning for uforudsete hændelser, med NIRAS som projektleder.

Nærværende rapport omhandler TEMA 3.

Rapporten er udarbejdet af:

Annette Moseholm, NIRAS

Anders Kirk Christoffersen, NIRAS, akc@niras.dk

1.	RESUMÉ .....	1
1.1	Idé og formål .....	1
1.2	Resultater .....	1
1.3	Anbefalinger .....	2
2.	INDLEDNING .....	4
2.1	Baggrund .....	4
2.2	Formål .....	4
2.3	Problemstilling .....	5
2.4	Afgrænsning .....	6
2.5	Disponering .....	7
3.	BYGGESAG .....	9
3.1	Ejendommen .....	9
3.2	Byggesagens omfang .....	10
3.3	Tid og økonomi .....	10
3.4	Byggesagens forløb .....	11
3.4.1	Planlagt forløb .....	11
3.4.2	Realiseret forløb .....	12
3.4.3	Opsummering af afvigelserne .....	13
3.4.4	Konsekvenser for tid og økonomi .....	13
4.	ORGANISERING .....	15
4.1	Byggesagens organisation .....	15
4.2	Forsøgsprojektets organisation .....	15
5.	METODE .....	17
5.1	Teori .....	17
5.1.1	Hovedprincipper .....	17
5.1.2	Byggeri som en produktion .....	17
5.1.3	Sunde aktiviteter .....	18
5.2	Definition på uforudsete hændelser .....	19
5.3	Beskrivelse af værktøjet .....	19
5.3.1	Identificering .....	20
5.3.2	Beredskab .....	20
5.3.3	Erfaringstilbageførsel .....	20
5.3.4	Systematik .....	21
5.4	Ejendoms kategorisering .....	21
6.	AKTIVITETER .....	23
6.1	Afprøvnings forløb .....	23
6.2	Konkrete tiltag .....	23
6.2.1	Identificering .....	23

6.2.2	Planlægning .....	24
6.3	Registreringer .....	24
7.	ERFARINGER OG RESULTATER.....	25
7.1	Planlægning for uforudsete hændelser .....	25
7.2	Registrerede hændelser .....	25
7.3	Identificering og beredskabsplaner .....	26
7.3.1	Fokuspunkter før byggestart.....	26
7.3.2	Beredskabsplan.....	27
7.4	Ejendoms kategorier.....	28
7.5	Erfaringsopsamling .....	29
7.5.1	Produkt.....	29
7.5.2	Proces.....	29
8.	ANBEFALINGER.....	31

## 1. RESUMÉ

### 1.1 Idé og formål

Rapporten beskriver udviklingen og afprøvningen af et værktøj til ”Planlægning for uforudsete hændelser” i forbindelse med ombygnings- og renoveringssager med det formål gennem en successiv registrering af disse at kunne reducere antallet af disse til gavn for fremtidige projekters kvalitet og budgetsikkerheden i forbindelse med planlægning og gennemførelse af disse. Fremgangsmåden ved anvendelsen af værktøjet fremgår af nedenstående punkter.

Fremgangsmåden ved anvendelse af værktøjet ”Planlægning for uforudsete hændelser”:

1. Planlægning, forundersøgelse og projektering af projekt 1 inden for en bestemt bygningskategori.
2. Forsøg på at forudsé uforudsete hændelser og udarbejd en beredskabsplan hvis de indtræffer.
3. Udfør projektet og registrér de uforudsete hændelser der optræder i relation til byggeriet (produktet).
4. Registrér de tiltag der løste problemet og indføj den i erfaringsdatabasen for denne bygningskategori, så de kan benyttes i næste projekt for denne type ejendomme.
5. Gennemgå erfaringsdatabasens registrering af hændelser og udtag hændelsernes beredskabsplaner til brug for næste projekts planlægning, forundersøgelser og projektering samt udførelse.
6. Gentag step 3 og 4 og fortsat således så bygningskategoriens erfaringsdatabase for uforudsete hændelser løbende udbygges og raffineres.

Værktøjet fokuserer på de uforudsete hændelser der knytter sig til produktet (bygværket) frem for dem der knytter sig til processen (planlægningen, samarbejdet, kulturen, udførelsen).

### 1.2 Resultater

Værktøjet er udviklet og afprøvet i forbindelse med gennemførelsen af en ombygning af en eksisterende kornsilo i Sakskøbing til boliger.

Afprøvningen har vist:

1. at det har været muligt at forudse en række af de oplevede uforudsete hændelser
2. at en forbedret forundersøgelse med relativt få midler ville kunne have afdækket et antal af de uforudsete hændelser og have afbødet deres effekt på byggeprocessen til gavn for projektets kvalitet og ressourceforbrug
3. at langt hovedparten af de registrerede uforudsete hændelser vedrørte processen (87 %)
4. at kun ca. 10-13 % af hændelserne skyldtes uforudsete hændelser i forbindelse med produktet.
5. at de produktrelaterede hændelser til gengæld havde stor betydning i forhold til påvirkningen af de planlagte processer, og at de dermed påvirkede tidsplanen og ressourceforbruget væsentligt.

### 1.3 **Anbefalinger**

Værktøjet baserer sig på en relativt enkel og ligetil tænkning, og det vurderes derfor at være relevant at anvende i professionelle bygherreorganisationer eksempelvis boligselskaber, byfornyelsesselskaber m.fl. der forvalter et større antal ejendomme, hvor der jævnlige skal foretages ombygnings-/forbedringsarbejder.

Perspektivet i værktøjet er:

1. at forbedre kvaliteten i kommende projekters forundersøgelser, planlægning, projektering og dermed udførelsen
2. at skabe et læringsmiljø hos bygherren og dennes leverandør, hvor man løbende forbedrer og raffinerer sin erfaringsdatabase
3. at øge budgetsikkerheden med gennemførelsen af ombygnings- og renoveringssager.

Det anbefales at igangsætte denne løbende erfaringsopsamling og forbedringsproces hos et antal bygherrer, så der kan opnås flere erfaringer med værktøjet og om muligt få dokumenteret effekten af dette i en større sammenhæng.

Det anbefales ligeledes at igangsætte udviklingen og afprøvningen af et værktøj til "Forbedrede Forundersøgelser" der set i sammenhæng med værktøjet til

”Planlægning for Uforudsete Hændelser” vil kunne forbedre kvaliteten og budgetsikkerheden i projekterne yderligere.

## 2. INDLEDNING

### 2.1 Baggrund

Med det mål at udvikle byggeriets produktivitet er der i de senere år gennemført en del forsøg og udviklingsprogrammer, der hver for sig har beskæftiget sig med delelementer af den samlede produktivetsproblematik.

Et af de bærende elementer i udviklingen af produktiviteten er og har været at skabe en effektiv planlægning og styring af byggeriets processer. I forbindelse med "Værktøjskassen" er der gennemført en række projekter, der retter sig mod denne del af produktiviteten, deriblandt "Produktivetsindikatorer", "Materialelogistik i byfornyelsen", "Trimmet Planlægning" og "Planlægning for uforudsete hændelser", som denne rapport omhandler.

Set i større perspektiv skal de enkelte produktivetsværktøjer opfattes i sammenhæng. Filosofien og principperne bag produktivetsudviklingen af byggeriet i værktøjskassens regi læner sig op ad teoridannelsen "Lean Construction" (Trimmet byggeri) udsprunget af "Lean Production" (Trimmet produktion). Bag denne filosofi, som oprindeligt er opstået i fremstillingsindustrien, ligger opfattelsen af byggeriet som en produktion, der kan betragtes ud fra tre synsvinkler – **V**ærdiskabelse, **P**rocesser og **O**perationer – i daglig tale kaldet for **VPO-modellen** (jf. afsnit 5).

Teoridannelsen indeholder en generalitet om værdier og trimmet produktion, der "udspænder" produktivetsbegrebet. Teorien udgør bl.a. derfor det hidtil bedste bud på en forståelsesramme for byggeriets produktion.

### 2.2 Formål

Formålet med dette projekt er at udvikle et værktøj, der medvirker til at forbedre byggeriets produktivitet og kvalitet ved at søge at forudse og dermed undgå uforudsete hændelser, eller hvis de indtræffer at have et beredskab til at kunne reagere hurtigt og effektivt på dem.

Formålet er desuden at skabe et værktøj, der for typiske ejendoms-kategorier kan benyttes til reel og effektiv erfaringsoverførsel fra et projekt til det næste. Værktøjet bliver på denne måde hele tiden forfinet og forbedret samtidig med, at in-

formationerne overleveres fra det ene projekts udførelsesfase til det næste projekts forundersøgelse og projektfaser.

### 2.3 Problemstilling

Planlægning for uforudsete hændelser lyder umiddelbart som noget vrøvl. For hvis en hændelse er uforudset, er det vel ikke muligt at planlægge den? Og hvis man planlægger, at noget vil ske, er det vel heller ikke uforudset mere?

Der skal ikke lægges så meget i ordvalget, men mere reflekteres over den tankeproces, der opstår. Uforudsete hændelser behøver ikke være helt ukendte hændelser. I en byggeproces sker der som bekendt ting, som man ikke lige havde regnet med ville ske, men som man godt kunne have forudset ville ske – i det mindste med en vis sandsynlighed. Tænk bare på den strøm af uforudsete udgifter enhver byggesag kender til. Udgifter der som hovedregel bør være knyttet til en uforudset hændelse.

En uforudset hændelse er en mere eller mindre kendt eller erkendt begivenhed, der hændes uforudset og som der ikke er taget højde for i planlægningen.

Faktisk er det vel således, at de uforudsete hændelser som oftest består af kendte hændelser, der opleves gang på gang i byggeprojekt efter byggeprojekt. Og så er vi inde ved sagens kerne. Hvis vi i virkeligheden kender de hændelser, der kommer bag på os, hvorfor har vi så ikke et beredskab baseret på tidligere erfaringer, som hjælper os til at huske på dem, huske på årsagen til dem, huske på hvad vi gjorde ved dem, og hvad de betød for vores proces?

I udviklingsprojektet og pilotafprøvningen søger vi at give svar på disse spørgsmål ved at undersøge, hvordan det ser ud på et konkret byggeprojekt – ombygning af en tidligere kornsilo til boliger – og hvad vi kan lære af det. Derudover ser vi, om vi kan lave strukturen til et værktøj, der kan hjælpe os til at afmystificere de uforudsete hændelser og få os til på systematisk vis at tage hensyn til dem i vores helt indledende forundersøgelser og projektplanlægning, og dermed eliminere negative følger for byggeriets kvalitet og processer.

Ved på forhånd at tænke over de hændelser, der med en vis sandsynlighed vil opstå, vil man kunne etablere et beredskab, således at der på forhånd er taget hensyn til eventuelle konsekvenser – tid, økonomi, m.v. – af at hændelserne indtræffer, og derved opnå en højere produktivitet via procesplanlægning.

Som udgangspunkt skelner vi imellem hændelser der er **procesorienterede** og hændelser der er **produktorienterede**. De procesorienterede har sin årsag i planlægning og menneskelige relationer, erfaring m.v.

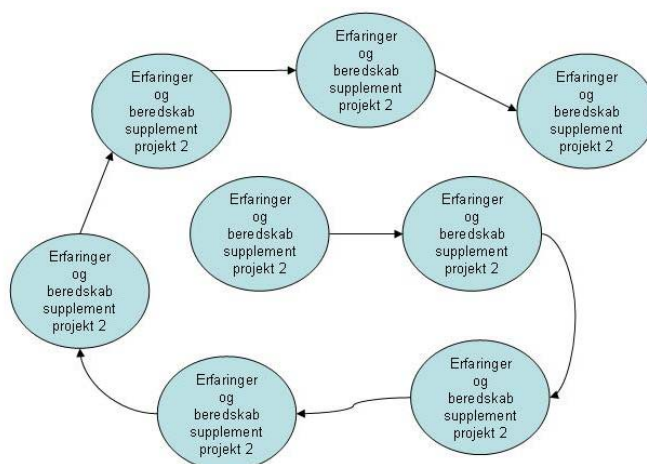
De produktorienterede knytter sig til bygningsobjektet, og det er dem værktøjet retter sig imod. Jo bedre vi bliver til at forudse dem og få dem indarbejdet i vo-

res projekter des færre uforudsete produkthændelser vil vi opleve og des sikrere vil vi blive på budgetteringen af byggerierne.

Værktøjet er relevant at anvende i forbindelse med ombygninger frem for nybyggeri, hvor der ikke optræder et bygværk i forvejen. I nybyggeri vil de uforudsete hændelser, når man ser bort fra grundforhold, som oftest alene knytte sig til processen, mens der ved ombygningsager tillige vil være produktrettede uforudsete hændelser.

Værktøjet hænger tæt sammen med værktøjet ”Forbedrede Forundersøgelser”, hvor systematikken og niveauet for gennemførelse af forundersøgelser som grundlag for projekteringen søges forbedret.

Værktøjet ”Planlægning for uforudsete hændelser” giver en erfaring som registreres i en database opdelt på bygningskategorier og som dermed danner erfaringsmæssigt udgangspunkt for at gennemføre næste projekts forundersøgelser og projektering samt udførelse. Princippet er vist i nedenstående figur.



## 2.4 Afgrænsning

Der kan i princippet forekomme uforudsete hændelser i alle byggeriets faser fra programmering til udførelse og drift. Men der er en afgørende forskel på de hændelser, der opstår i designfasen, og dem der opstår i udførelsesfasen.

Designhændelser vedrører en proces og et produkt – projekt materialet – der i sin endelige form bliver en mere eller mindre korrekt formgivningsinstruktion, og som sådan er en art virtuel beskrivelse af den nuværende og fremtidige virkelighed.

Udførelshændelser vedrører en proces og et virkeligt produkt – den eksisterende ejendom i ombygningssituationen eller den eksisterende grund i nybygningssituationen, og det der bygges naturligvis.

Proceshændelser, der ikke vedrører produktet, er principielt kun uforudsete i den udstrækning, vi selv gør dem uforudsete, fordi vi ikke kunne overskue kompleksiteten af processen, eller fordi vi begik fejl, eller fordi vi ikke fik hørt alle parter eller fordi byggekulturen i udførelsesfasen til en vis grad søger efter hændelser der kan udløse ekstrabetaling, osv., osv. Dette, at proceshændelser om man så må sige er selvskabte, gør proceshændelser, der ikke har rod i produktet til et spørgsmål om bedre planlægning og kultur, fordi vi kunne have planlagt og beskrevet os ud af dem.

Det fører til, at uforudsete proceshændelser der optræder i designfasen, og som sådan kun vedrører det virtuelle produkt, reelt ikke er uforudsete, men et resultat af den måde vi har valgt at gribe forundersøgelserne og designprocessen an på.

Og så er vi fremme ved, at uforudsete hændelser – i vores definition af begrebet – er knyttet til produktet og kun optræder i udførelsesfasen, og at de kun optræder, når den ”virtuelle” beskrivelse af virkeligheden (projektmaterialer) ikke ligner den ”virkelige” virkelighed.

Det vil sige, at en uforudset hændelse – når man ser bort fra ydre forhold som vejret m.v. – nødvendigvis må knytte sig til en uforudset transformation af produktet, enten som en konsekvens af at transformationen var overset – og den type falder ikke ind under uforudsete hændelser, men fejl – eller som en konsekvens af at det eksisterende objekt (ejendommen) viser sig at være konstrueret anderledes end projekt-designet tilsagde.

I vores opfattelse er en uforudset hændelse, en hændelse der optræder i udførelsesfasen som en konsekvens af, at designgrundlaget ikke passer til objektet, og som er knyttet til en uforudset transformation af produktet.

Og det er disse ”ægte” uforudsete hændelser ved produktet dette forsøg prøver at indkredse og afdække, ikke proceshændelser.

Forsøget tager udgangspunkt i ombygningen af Qvades Silo i Sakskøbing til boligformål. Ombygningsprojektet er i sin art utraditionelt, og vedrører en bygningskategori, der ikke normalt omdannes inden for byfornyelsen. Dette giver formentlig anledning til andre hændelser end de almindeligt forekommende inden for byfornyelsen, men planlægningsmæssigt og strukturmæssigt vil håndteringen af hændelserne ikke være anderledes.

## 2.5 Disponering

Rapportens afsnit 3 beskriver kort byggesagens fakta og afsnit 4 beskriver organiseringen af byggesagen og forsøget samt samspillet imellem disse to organisationer.

I afsnit 5 beskrives den teori, der er udviklet og de definitioner, der ligger til grund for forsøgets udvikling og afprøvning.

Afsnit 6 beskriver forsøgets forløb og de konkrete aktiviteter, der er foregået i forløbet.

I afsnit 7 beskrives resultaterne af forsøget.

I afsnit 8 perspektiveres de indvundne erfaringer og der gives anbefalinger til en fremtidig udvikling af værktøjer og procespraksis inden for området.

### 3. **BYGGESAG**

#### 3.1 **Ejendommen**

Forsøgsbygningen Qvades Silo i Sakskøbing er en 36 m høj betonsilo, der er opført i 1960 med glideforskalling støbt i én kontinuerlig proces og brugt som kornsilo. Siloen er opbygget af 27 kvadratiske silorør med et modul på 3,30 m, der er opført med 3 kamre i bredden og 6 i siloens længde. Under 3 af kamrene i den nordlige ende ud mod vandet er der etableret en dyb kælder.



### 3.2 Byggesagens omfang

Ombygningen er total og består i at etablere 28 almene boliger, depot, teknik- og fællesrum i 10 etager.

	Før ombygning	Efter ombygning
Bebygget areal:	290 m <sup>2</sup>	290 m <sup>2</sup>
Antal etager:	3 stk.	10 stk.
Samlet erhvervsareal:	870 m <sup>2</sup>	0
Samlet etageareal:	870 m <sup>2</sup>	2.760 m <sup>2</sup>
Samlet boligareal:	0	2.500 m <sup>2</sup>
Antal beboelseslejligheder:	0	28 stk.
Depot, teknik- og fællesrum:	0	260 m <sup>2</sup>

Siloen kan i sin oprindelige form betragtes som et råhus. Silorørene ”åbnes op” ved at skære huller i betonvæggene til etablering af døre og vinduer samt gennemgange i lejlighederne. Der etableres etageadskillelser i form af stål og gips.

Facaderne isoleres og pudses op udvendigt og der foretages en udskiftning af eksisterende tagbelægning og nedløbsrør.

Samtlige tekniske installationer udføres påny incl. etablering af installations-skakte og teknikgang og -rum.

Der etableres en elevatorskakt og elevator samt en indvendig trappe fra stueetage til etage 9. Derudover etableres en trappe inde i lejligheden mellem etage 9 og 10 og udvendig som flugtvej mellem etage 9 og 10.

Der udføres nye døre og vinduer overalt og samtlige lejligheder udstyres med nye badeværelser og køkkener.

### 3.3 Tid og økonomi

Byggeriet er opført på 10 måneder fra 17. april 2000 til 28. februar 2001.

Den samlede byggeudgift androg ca. 31 mio. kr., hvilket svarer til godt 11.000,00 kr. pr. m<sup>2</sup>. Dertil kom en udgift på ca. 1 mio. kr. til forbedringer af friarealer.

### 3.4 Byggesagens forløb

Byggeriet blev udbudt og udført i fagentreprise og gennemgik en traditionel projekterings- og udførelsesfase.

Nedenfor er byggesagens forløb kort skitseret:

Forløb	Planlagt	Aktuelt
Udbud og licitation	Februar/marts 2000	Februar/marts 2000
Byggestart	17. april 2000	17. april 2000
Prøvelejlighed færdig	5. november 2000	5. november 2000
Aflevering til Søtoftegård	16. januar 2001	1. februar 2001
Mangelafhjælpning 1.	16.-31. januar 2001	Hele februar 2001
Aflevering til bygherre etage 1-8	1. februar 2001	1. februar 2001
Mangelafhjælpning 2.	1.-10. februar 2001	Hele februar 2001
Aflevering til bygherre etage 9-10 samt stue og kælder	16. februar 2001	1. marts 2001
Indflytning	1. marts 2001	1. marts 2001

#### 3.4.1 Planlagt forløb

Aktiviteterne skulle efter planen starte op midt i april 2000 med nedrivning, betonskæring og betonedbrydning som de første arbejder. Betonskæringen skulle efter udbudstidsplanen forløbe frem til sidst i august. Nedrivning og betonedbrydning skulle være afsluttet inden sommerferien.

For at adskille betonskæringen fra opbygningsprocesserne blev bygningen delt op i 3 områder i adskilte silorør.

Opbygningsprocesserne skulle starte op lige før sommerferien med etablering af gipsetagedækkene i område 1 (incl. el-installationer) samt betonarbejder i stueetagen som det første.

Efter sommerferien var planen at etablere gipsetagedækkene i område 2 og 3 samtidig med påbegyndelse af indvendige arbejder i område 1 (lette skillevægge, pudsreparationer, el, VVS og ventilation). Derudover skulle stålkonstruktioner i bl.a. elevatorskakt påbegyndes samtidig med opsætning af ny spindeltrappe.

Senere i forløbet kom malerarbejde, opsætning af lofter, væg- og gulvfliser, lægning af gulve, snedkerarbejde, opsætning af inventar, m.v. Opsætning af elevator skulle efter planen påbegyndes ultimo august.

Planen for de indvendige arbejdsprocesser i lejlighederne var, at hver entreprise skulle have én uge pr. etage. De indvendige processer er at betragte som ethvert andet etageboligbyggeri.

Udvendige arbejder så som facadepuds og tømrerarbejde på tag skulle ligeledes påbegyndes i starten af august.

#### 3.4.2 *Realiseret forløb*

Af forskellige årsager holdt udbudstidsplanen ikke.

Bl.a. blev nedrivningsentreprisen en del forsinket. Både nedbrydningsarbejderne og betonskæringen kunne ikke holde tidsplanen. For betonskæringens vedkommende skyldtes det bl.a., at de kom sent i gang pga. manglende platform. Dertil kom, at de eksisterende vægge var tykkere end antaget. Det lykkedes dog betonskærerne at arbejde en del forsinkelse ind. Nedrivning af inventar og betonnedbrydning blev forsinket, fordi forholdene i bygningen ikke var som antaget. Desuden var bemanningen i denne entreprise til tider i underkanten.

Opdelingen af siloen i 3 områder blev skåret ned til 2 områder.

Opbygningsprocesserne startede op lige før sommerferien, men med 2 ugers forsinkelse i forhold til den oprindelige tidsplan. Først blev gipsetagedækkene etableret i område 1. Opbygningen foregik nedefra og der blev i samme arbejds-gang etableret elinstallationer i etageadskillelserne.

Betonarbejdet i kælder- og stueplan samt montering af stålkonstruktionerne i bl.a. elevatorskakten blev udført nogenlunde efter tidsplanen om end, der blev møbleret en del rundt på rækkefølgen.

De udvendige arbejder blev meget forsinkede, da det viste sig, at siloen skulle sandblæses udvendigt, hvilket ikke var planlagt. Det betød, at facadepudsentreprisen ikke kunne starte op som planlagt, hvilket forsinkede vinduesmonteringen og dermed også de indvendige arbejder – der kunne ikke sættes varme på, så bl.a. gulvlægning og snedkerarbejderne måtte udsættes.

Samtidig med denne kædereaktion af forsinkelser kom der yderligere en forsinkelse, idet sandblæsning gav en del miljø- og arbejdsmæssige problemer og derfor blev stoppet af myndighederne. Det blev løst ved at vælge ”vådsandblæsning” i stedet for ”tørsandblæsning”.

Efter sandblæsningen blev etablering af facadepuds og montering af døre og vinduer samt altaner og værn udført lige efter hinanden.

De omtalte forsinkelser medførte, at det planlagte flow i arbejdsprocesserne i lejlighederne ikke kunne foregå som planlagt. Der var til tider mange fag på hver etage og i perioden hvor overlappet var størst, var der en del problemer både med sikkerhed og fremkommelighed for de fleste entrepriser.

Derudover var der en del problemer med at etablere skaktene. Der var ikke plads nok til installationerne og de forsøg, der blev gjort for at skabe plads lykkedes ikke hver gang. Så skaktene var årsag til en del forsinkelse imellem de aktuelle entrepriser, hvorfor der blev udarbejdet mange revisioner på tidsplanen.

De arbejder der foregik på taget blev udført uden forsinkelser.

Elevatorentreprisen blev efter udbudstidsplanen en del forsinket, men da den først startede op, forløb den fint.

#### 3.4.3 *Opsummering af afvigelserne*

De helt fremtrædende afvigelser i produktet i forhold til det planlagte kunne opgøres i:

- Sandblæsning af bygningen
- Forsinkelser i nedrivningsentreprisen (incl. betonskæring) grundet bl.a. tykkere vægge end forudset
- Skaktproblemer

#### 3.4.4 *Konsekvenser for tid og økonomi*

De uforudsete hændelser, der opstod i processen medførte, at afleveringen, der var planlagt til den 1. februar 2001, ikke kom til at holde. Kun en del af bygningen (etage 1-8) blev afleveret til tiden. Resten blev afleveret ca. 14 dage senere.

Økonomisk har sandblæsningen og de tykkere betonvægge naturligvis været en belastning.

## 4. ORGANISERING

### 4.1 Byggesagens organisation

Bygherre: Saksøbing Boligselskab

Totalrådgiver: Søtoftegård A/S

Projekt- og byggeledelse: Søtoftegård A/S

Arkitekt: PLH arkitekter

Ingeniør: Henry Jensen A/S

### 4.2 Forsøgsprojektets organisation

NIRAS var projektleder og projektansvarlig for forsøgets gennemførelse.

Forsøget finansieredes af det daværende By- og Boligministerium.

Organisatorisk ledes projektet af en *styregruppe* med repræsentanter fra følgende virksomheder:

- By- og Boligministeriet ved Pia Søberg
- Byfornyelse Danmark og København nu Kuben Byfornyelse ved Maj Britt Søballe
- Saksøbing Kommune ved Bent Løfqvist
- Saksøbing Boligselskab ved Henning Tønning
- Søtoftegård A/S ved Henrik Wolfhagen
- NIRAS ved Anders Kirk Christoffersen

I *arbejdsgruppen* var følgende virksomheder repræsenteret:

- Byfornyelse København nu Kuben Byfornyelse ved Tenna Tychsen

- Søtoftegård A/S ved Per Kongsbak og Per Vilstrup
- NIRAS ved Annette Moseholm

Styregruppens funktion var at sikre, at afprøvningen forløb efter hensigten på et overordnet og teoretisk niveau, mens arbejdsgruppens funktion var at udvikle teorier og sikre afprøvningens forløb på det praktiske plan.

## 5. METODE

Det værktøj der er fremkommet i forbindelse med udvikling og afprøvning af nærværende projekt hænger sammen med teoridannelsen indenfor ”Trimmet Byggeri”. For at kunne forklare sammenhængen beskrives denne teoridannelse kortfattet i første afsnit.

### 5.1 Teori

Grundlaget for meget af værktøjskassens tænkning er teoridannelsen inden for ”Lean Construction” eller på dansk ”Trimmet Byggeri”. Trimmet byggeri er en implementering i byggesektoren af den moderne fremstillingsindustri’s tænkning og metoder.

#### 5.1.1 *Hovedprincipper*

*Trimmet Byggeri* baserer sig på fem hovedprincipper:

- Bygherrens og brugerens værdiopfattelse skal sættes i centrum.
- Aktiviteter der skaber denne værdi skal identificeres.
- Arbejdsprocesserne skal planlægges, så de er logiske, klart afgrænsede, foregår på det rigtige tidspunkt og gerne er uafhængige af hinanden.
- Materialer, materiel, mandskab og information skal først leveres til byggepladsen, når de skal bruges (logistik), ligesom leverancen skal udføres efter brugerens behov og ikke efter afsenderens behov.
- Processerne skal gøres gennemsigtige med krav til kvaliteten, ligesom ansvar og beslutningskompetence skal decentraliseres.

#### 5.1.2 *Byggeri som en produktion*

*Trimmet Byggeri* opfatter byggeprocessen som en produktion, der kan fortolkes ud fra tre synsvinkler:

- Som en serie Operationer, hvor materialerne skifter form og deres værdi øges og hvor der trækkes på ressourcer (materialer, materiel, mandskab

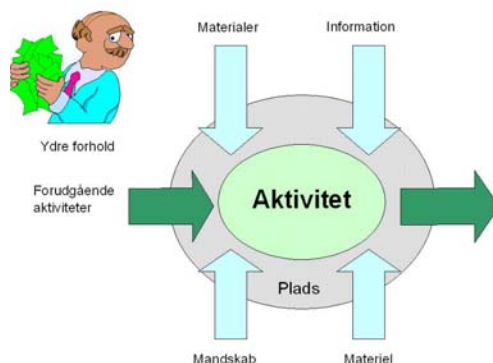
m.v.). Dette er den normale forståelse af byggeprocessen og repræsenterer udviklingsniveauet for byggeriets sædvanlige tænkning.

- Som en **P**roces der beskriver hvad der skal ske og som beskriver operationernes tidsmæssige udførelse og afhængighed.
- Som en **V**ærdiskabelse, hvor bygherrens og brugernes forventninger manifesterer sig i fysiske løsninger og dermed indfries. Værdibegrebet er nyt i forhold til den traditionelle tænkning, hvor værdi oftest tænkes som sikring af kvalitet. Men hvilken kvalitet og hvilket indhold defineres som værdi for bygherren, brugerne med flere, - og af hvem ?

### 5.1.3 *Sunde aktiviteter*

Processen beskriver hvad der skal foregå. For at en aktivitet kan udføres, skal den være sund. Det grundlæggende i tankegangen for planlægningen er at gøre aktiviteter sunde ved at sikre, at forudsætningerne er opfyldte samt kun at planlægge sunde aktiviteter i nærmeste fremtid. Nedenfor er vist de syv forudsætninger eller ”strømme” som er nødvendige for, at en aktivitet er sund:

- De foregående arbejder skal være afsluttede
- Der skal være plads
- Mandskabet skal være til stede
- Materiellet skal være til stede
- Tegninger og øvrig information skal foreligge
- Materialerne skal være til stede
- De ydre forhold, fx godkendelser, skal være i orden



Flowstyringen i *Trimmet Byggeri* har til formål at sikre, at kun sunde aktiviteter sættes ind i den ugentlige arbejdsplan, der styrer arbejdets faktiske udførelse.

## 5.2 Definition på uforudsete hændelser

En uforudset hændelse er en hændelse, der optræder i udførelsesfasen som en konsekvens af, at designgrundlaget ikke passer til objektet, og som er knyttet til en uforudset transformation af produktet.

Konsekvensen af, at der opstår en uforudset hændelse, kan betragtes ud fra de syv strømme, idet en uforudset hændelse eller transformation medfører, at der opstår nye aktiviteter, hvilket har indflydelse på processen – dvs. planlægningen og de 7 strømme og dermed påvirker ressourceforbruget. Hver gang der optræder en uforudset produkt-hændelse vil den ændre/påvirke procesplanen og – som oftest – give anledning til et merforbrug.

En uforudset hændelse er en ikke planlagt transformation, som indfører nye aktiviteter og dermed griber ind i flowet.
---

## 5.3 Beskrivelse af værktøjet

Værktøjet kan beskrives som:

1. **Identificering**, for at undgå at der optræder uforudsete hændelser
2. **Beredskab**, for at kunne reagere hurtigt og effektivt i en given situation
3. **Registrering og erfaringstilbageførsel**, for at blive bedre næste gang

Noget af det vigtigste for at undgå spild i byggeprocessen må være at søge at undgå, at der opstår uforudsete hændelser, hvilket er et urealistisk mål, da det økonomisk er urentabelt at undersøge hele bygningen for skjulte problemer. Men med nærværende værktøj i hånden burde det være muligt at afklare en større del, end der generelt bliver afklaret i dagens byggerier.

Når de kritiske parametre først er identificeret, er der god basis for at planlægge eller udarbejde et beredskab til hurtig og effektiv håndtering af de uforudsete hændelser.

Og sidst men ikke mindst er den viden man får, og de beredskabsplaner der udføres et godt udgangspunkt for at kunne udføre det næste projekt med færre uforudsete hændelser.

Værktøjet får derved en selvregulerende effekt, idet de hændelser der var uforudsete i ét projekt kan blive indarbejdet i designgrundlaget i det næste projekt, og således ikke vil være uforudsete mere.

### 5.3.1 *Identificering*

Det gælder om at være på forkant med så meget som muligt – derved undgår man kritiske situationer. Jo flere mulige uforudsete hændelser eller kritiske parametre der identificeres i tide, des bedre bliver håndteringen af byggeprocessen.

Det kræver både erfaring og kreativitet at kunne identificere. Men ved at tage udgangspunkt i en liste over uforudsete hændelser fra et tidligere projekt, bliver det væsentlig lettere at identificere. Det er dog vigtigt at holde sig for øje, at der vil kunne forekomme andre uforudsete hændelser end dem, der er beskrevet i listen. Samtidig er det vigtigt at registrere de nye hændelser, således at *listen/erfaringsbasen* til det næste projekt er mere fuldkommen.

En boreprøve i ydervæggene på siloen kan give en idé, om, hvorvidt tegningerne med vægtykkelser over de eksisterende forhold er i overensstemmelse med virke-

### 5.3.2 *Beredskab*

Når der opstår en uforudset hændelse griber det som nævnt ovenfor ind i byggesagens proces. Den uforudsete operation, der jo ikke var planlagt genererer nye aktiviteter, der skal gøres sunde. Dvs. håndteringen af uforudsete hændelser kan betragtes ud fra de syv strømme, idet beredskabet bliver en form for en tjekliste. I forbindelse med planlægningen af de nye aktiviteter, der knytter sig til hændelsen, skal det tjekkes om alle syv strømme er opfyldte.

Beredskabsplanen kan - udover at indeholde en forklaring til, hvordan man takler de syv strømme - suppleres med en mere detaljeret beredskabsplan. Der kan være behov for at beskrive løsningerne i detaljer. Den detaljerede beredskabsplan vil fremkomme i forbindelse med gennemgangen af informationsstrømmen i tjeklisten.

### 5.3.3 *Erfaringstilbageførsel*

Ideen er at kunne videregive erfaringer ved hele tiden at sørge for at registrere de uforudsete hændelser, der typisk opstår, samt at beskrive beredskabet til dem.

Dvs. når der opstår en uforudset hændelse er det blot et spørgsmål om at gå ind i erfaringskataloget, og se hvordan den blev håndteret sidste gang.

Såfremt den uforudsete hændelse ikke er registreret på forhånd, skal det gøres og der skal i samme forbindelse udarbejdes en beredskabsplan efter ovennævnte princip.

Værktøjet forbedrer sig derfor hele tiden, fordi der tilføres nye erfaringer hver gang der udføres et projekt.

#### 5.3.4 *Systematik*

Fremgangsmåden og systematikken med værktøjet kan illustreres i nedenstående kagebogsopskrift.

Fremgangsmåden ved anvendelse af værktøjet ”Planlægning for uforudsete hændelser”:

1. Planlægning, forundersøgelse og projektering af projekt 1 inden for en bestemt bygningskategori.
2. Forsøg på at forudsé uforudsete hændelser og udarbejd en beredskabsplan hvis de indtræffer.
3. Udfør projektet og registrér de uforudsete hændelser der optræder i relation til byggeriet (produktet).
4. Registrér de tiltag der løste problemet og indføj den i erfaringsdatabasen for denne bygningskategori, så de kan benyttes i næste projekt for denne type ejendomme.
5. Gennemgå erfaringsdatabasens registrering af hændelser og udtag hændelsernes beredskabsplaner til brug for næste projekts planlægning, forundersøgelser og projektering samt udførelse.
6. Gentag step 3 og 4 og fortsat således så bygningskategoriens erfaringsdatabase for uforudsete hændelser løbende udbygges og raffineres.

#### 5.4 **Ejendoms kategorisering**

Forsøgsbygningen Qvades Silo i Sakskøbing er som tidligere beskrevet en 36 m høj betonsilo, der er opført i 1960 og brugt som kornsilo. Siloen er et eksempel på omdannelse af en industribygning til boligformål. Bygningen er utraditionel i forbindelse med ”normal” byfornyelse, men er alligevel repræsenteret i flere danske provinsbyer.

En del af de uforudsete hændelser der optræder her, er derfor ikke gengangere i enhver anden renovering eller byfornyelse. De fleste af hændelserne er naturligt nok forbundet med det, at bygningen er af beton og af en bestemt form. Men alligevel er der uforudsete hændelser her, som skønnes også at ville optræde i andre sammenhænge.

Set i et bredere perspektiv vil det være oplagt, at inddele bygninger i kategorier efter opførelsesår, ejendomstype, byggemetode, m.m., idet typen af de uforudsete hændelser vil være forskellige afhængig af bygningskategorien. I etageejendomme fra århundredeskiftet vil der typisk optræde svampeskader, medens der i etageejendomme fra 1960’erne vil være fokus på betonskader.

Ved at dele ejendommene op i kategorier koble listen af typiske uforudsete hændelser til kategorien opstår der et system (bibliotek), der virker overskueligt

og vil være simpelt at bygge videre på. Hvis det hele tiden bliver holdt ajour med de sidste begivenheder inden for ejendoms kategorien, vil det være muligt at bringe erfaringer videre og måske efterhånden få indarbejdet de mest oplagte uforudsete hændelser i projekterne.

## 6. **AKTIVITETER**

### 6.1 **Afprøvningsforløb**

Idet hovedformålet med forsøget har været at udvikle et værktøj har det ikke været muligt at foretage en fuld afprøvning af et færdig udviklet værktøj. Så forsøget er forløbet med at udvikle og foretage en form for pilotafprøvning af værktøjet.

Udviklingen og afprøvningsforløbet har taget udgangspunkt i ideen om det at være på forkant med de hændelser, der i byggeriet betegnes som uforudsete, for at få en bedre byggeproces og dermed en bedre økonomi. Udviklingen og afprøvningsforløbet er foretaget på ombygningen af Qvades Silo i Sakskøbing.

Forløbet startede med at prøve at identificere de uforudsete hændelser, der ville opstå. Derefter blev der udarbejdet forslag til beredskabsplaner og samtidig forsøgte arbejdsgruppen at opstille arbejdsoperationerne med henblik på at koble hver enkelt uforudsete hændelse på en arbejdsoperation.

I hele forløbet blev de uforudsete hændelser registreret og i enkelte tilfælde er konsekvenser samt tids- og økonomiforbrug fastlagt.

Til slut i forløbet er resultaterne blevet analyseret og i den forbindelse blev der justeret på opfattelsen af den teoretiske baggrund for håndteringen af uforudsete hændelser.

### 6.2 **Konkrete tiltag**

#### 6.2.1 *Identificering*

I forsøgets opstartsfasen blev der foretaget en koordinering mellem projektdel og forsøgsdel. De projekterende og de medvirkende i forsøgsprojektet foretog en gennemgang af projektet for bl.a. at opspore kritiske punkter i bygningen og processen.

Derudover var der en erfaringsopsamling fra tidligere silobyggerier. I samarbejde med erfarne ”silobyggere” fra Søtoftegård A/S blev kritiske punkter i siloen udpeget – eksempler fra ”Carlsbergsiloen” blev diskuteret og der blev udpeget steder, hvor det kunne blive kritisk i forbindelse med siloen i Sakskøbing.

I forbindelse med projektgennemgangsmøderne blev forsøget præsenteret for de udførende og de blev i samme forbindelse spurgt, om de kunne pege på eventuelle uforudsete hændelser.

#### 6.2.2 *Planlægning*

Der var i forsøgets forløb udarbejdet beredskabsplaner efter det princip, der var lagt op til i forsøgsbeskrivelsen og enkelte af dem var afprøvet under udførelsen af byggeriet.

Planlægning af arbejdsoperationer blev udført af byggeledelsen i form af en tidsplan. Selve udarbejdelsen af hovedtidsplanen var ikke specifikt relateret til, at der kunne opstå uforudsete hændelser, men de erfaringer byggeledelsen havde fra tidligere silobyggerier var naturligvis indarbejdet. Hovedtidsplanen blev revideret en del gange i forløbet.

#### 6.3 **Registreringer**

I hele byggeperioden blev der foretaget registrering af de uforudsete hændelser, der opstod undervejs. Registreringslisten med de uforudsete hændelser indeholder en beskrivelse af foregribelsen på hver hændelse samt bemærkninger eller beredskab dertil.

Nogle af (de uforudsete hændelser) blev analyseret mht. de økonomiske og tidsmæssige konsekvenser.

## 7. ERFARINGER OG RESULTATER

### 7.1 Planlægning for uforudsete hændelser

Der blev gennemført indledende møderunder med erfarne silobyggere, og forsøgt forudset hvilke uforudsete hændelser der ville kunne opstå i projektet.

Resultatet af denne analyse er dokumenteret i mødereferat vedlagt som bilag 1.

De uforudsete hændelser optrådte primært i relation til følgende to hovedområder:

- Byggeprocessen
- Bygværket (støbefejl, chloridindhold i betonen, tolerancer i forhold til eksisterende konstruktioner)

Det var forholdsvis begrænset hvor mange hændelser de erfarne silobyggere kunne komme på i relation til bygværket.

På baggrund af denne erkendelse blev der udarbejdet et antal beredskabsplaner indledende og undervejs i byggeriet efterhånden som de opstod. Alle uforudsete hændelser blev registreret og dokumenteret.

### 7.2 Registrerede hændelser

Alle uforudsete hændelser ved byggeriet blev registreret og kategoriseret efter:

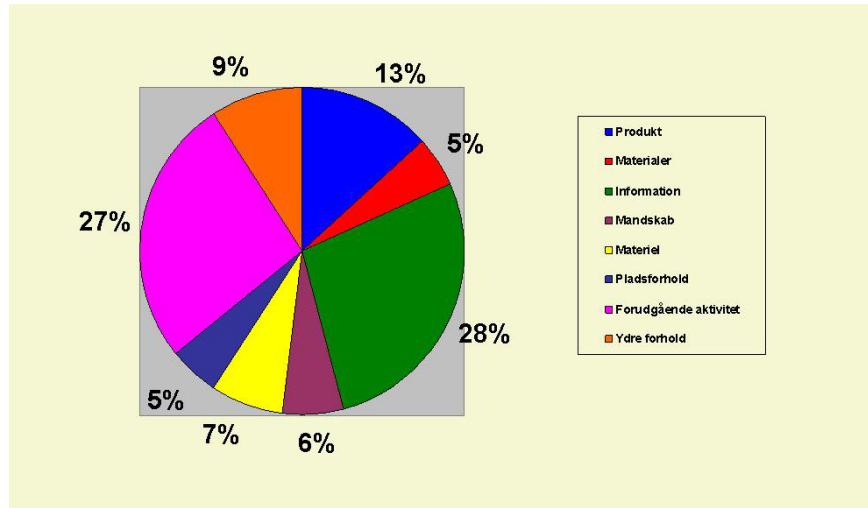
- Procesrelaterede hændelser
- Produktrelaterede hændelser

Der blev registreret i alt 120 hændelser hvoraf de 15 relaterede sig til produktet og i den forstand var dem projektet reelt forsøgte at afdække og udarbejde beredskabsplaner for – de ”ægte” uforudsete hændelser.

Alle øvrige hændelser – 105 i alt (87%) – relaterede sig til procesforhold som kunne henføres til manglende forudseenhed i planlægningen eller deciderede fejl. Forbedringen i forhold til at reducere de ”uforudsete” hændelser i processen

sker via en forbedret procesplanlægning ved hjælp af værktøjet ”Trimmet udførelse” som ligeledes ligger i værktøjskassen.

De registrerede hændelser er vist i nedenstående figur, hvor de procesrelaterede hændelser er sat ind i forhold til de 7 strømme.



Alle registrerede hændelser er dokumenteret i bilag 2, heraf fremgår hændelse, aktion og beredskab.

I bilag 3 er de ”ægte uforudsete hændelser” der knytter sig til produktet trukket ud, og analyseret med hensyn til årsag, aktion, konsekvenser og erfaringer.

### 7.3 Identificering og beredskabsplaner

#### 7.3.1 Fokuspunkter før byggestart

På de to møder, der blev afholdt i opstartsfasen (jf. afsnit 6.2.1.) blev følgende fokuspunkter nævnt:

- Der er ikke foretaget en grundig registrering eller opmåling af siloen.
- Der bør være opmærksomhed omkring bygningsafsætningen – huller og etagehøjder – da siloen ikke kan optage store tolerancer. Rørene er kun lige store nok til at indrette lejligheder i og etagehøjden er gjort så lille som mulig.
- Betonskæringen bør følges nøje for at undgå forkert skæring.
- Man skal være opmærksom på, at betonen skal være fri for støbefejl og chlorider.
- Hulrummene nederst i silorørene fyldes med betonstykker fra skæringen.

- Bygningen er piloteret på træpæle.
- Dyb kælder med pumpesump skal bevares, så evt. indstrømmende havvand kan pumpes bort.
- Tolerancer på vægge skal undersøges på forhånd, idet det i forbindelse med udformning og opsætning af bl.a. fodpaneler og vindueskarme kan være nødvendigt at lave specielle løsninger.
- Succesen i betonskæringsprocessen er yderst vigtig for resten af byggeprocessen.

Fokuspunkterne viser, at der var en viden omkring nogle af de uforudsete hændelser, der rent faktisk opstod. Man var godt klar over, at den manglende registrering kunne give nogle problemer. Grunden til, at der ikke blev taget vare om disse forhold, var nok, at byggeledelsen blev udskiftet op til flere gange og i kommunikationen derimellem forsvandt en del oplysninger. Bl.a. viste det sig, at det var problematisk at sætte fodpaneler op på grund af tolerancer i betonvæggene – det tog længere tid end beregnet.

Den manglende registrering betød, at der opstod situationer, hvor det ville have været rart at have gjort noget. Bl.a. havde man kunne afklare, at væggene i siloen var 2-3 cm tykkere end angivet på oprindelige tegninger, hvilket fordyrede projektet en hel del.

### 7.3.2 *Beredskabsplan*

Selvom identificeringen er den vigtigste øvelse for at komme de uforudsete hændelser til livs, kan det i nogle tilfælde også godt betale sig at tænke over, hvad der skal gøres i en evt. situation. På den måde angribes problemet med det samme uden unødigt involvering af parter, der først skal sætte sig ind i problemet og håndtere det, og som ofte alligevel ender med at konsultere andre. Kommunikationen bliver direkte og der spares tid.

En beredskabsplan er en metode til at løse en opstået ”konflikt” på. Ved udarbejdelse af en beredskabsplan kan man med fordel stille spørgsmålene hvem, hvad, hvor, hvordan og hvorfor. Hvem skal kontaktes og informeres? Hvad og hvor er problemet? Hvordan gør vi? Og hvorfor gør vi det – konsekvenser (tid og økonomi)?

Beredskabsplanen skal beskrive den identificerede uforudsete hændelse og henviser til løsninger i form af beskrivelser eller detailtegninger, således at den udførende håndværker ved, hvad der skal gøres i den givne situation. Endvidere kan planen indeholde procedurer for aktioner, herunder telefonnumre og navne på

kompetente personer samt procedure for afklaring af flere uforudsete hændelser af samme art.

I bilag 4 ses flere eksempler på den type beredskabsplan

Afprøvningen af den type beredskabsplan viste dog, at den var mere eller mindre overflødig. Håndværkeren gjorde nemlig bare som han plejede at gøre!

Konklusionen må være, at det i hver enkel situation bør overvejes, om det er nødvendigt at udarbejde en beredskabsplan. Med erfaringslisten i hånden udvælges de mest kritiske uforudsete hændelser, der eventuelt vil optræde og de nødvendige tiltag foretages.

#### 7.4 **Ejendoms kategorier**

De i projektprogrammet nævnte ejendoms kategorier er som udgangspunkt en udmærket opdeling. Det er kategorier, der hver især repræsenterer forskelligheder i byggeskik og anvendelse:

- Etageboligbyggeri opført før 1900 og frem til 1930'erne
- Etageboligbyggeri opført i 1930'erne til 1950'erne
- Etageboligbyggeri opført i 1960'erne og frem
- Villaer og typehuse
- Kontorejendomme
- Industrijendomme

Hver ejendoms kategori beskrives med byggeskik og stamdata, hvormed der bl.a. menes materialevalg (mere eller mindre specifikt), konstruktionsmetoder (samlingsdetaljer i kritiske punkter) og i det hele taget den fysiske fremtoning af bygningen. Stamdataene kunne evt. udformes efter SfB-systemet, men der bør i den forbindelse foretages en grundigere undersøgelse af karakteristika inden for hver type.

Listen over uforudsete hændelser og deres beredskabsplaner kobles til hver kategori, hvorved der opstår et register/bibliotek. Det betyder, at der for hver ejendoms kategori bør foretages et registreringsforløb som i nærværende forsøgsprojekt. Dette indføres i erfaringsbiblioteket og kan således benyttes til næste projekt i samme kategori både til forundersøgelser og til projekteringen og udførelsen. I bilag 5 er vist et forslag til overordnet struktur for erfa-biblioteket.

## 7.5 **Erfaringsopsamling**

Den registrering, der er foregået i forløbet har naturligt medvirket til, at der er gjort nogle erfaringer. Erfaringerne kan deles op i dem, der omhandler bygningsmæssige forhold i siloen – **produktet** – og dem, der omhandler forløbet i byggeperioden – **processen**.

### 7.5.1 *Produkt*

De erfaringer der er gjort med hensyn til produktet er indeholdt i den liste, der omhandler de ægte uforudsete hændelser (bilag 3). Erfaringsopsamling er et vigtigt resultat af forsøgsprojektet, idet den gør det lettere at identificere de uforudsete hændelser i kommende og lignende projekter. Derudover vil erfaringsopsamlingen sandsynligvis resultere i, at der opstår en situation, hvor nogle af de uforudsete hændelser efterhånden naturligt bliver indarbejdet i projekterne og derved ikke betragtes som uforudsete hændelser længere.

### 7.5.2 *Proces*

Efter at have oplevet forløbet, er der nogle forhold, der kunne være fornuftig at gøre anderledes næste gang:

- Det kunne være en god idé at foretage al nedbrydning incl. sandblæsning inden øvrige entrepriser kommer på banen. Udgangspunktet var at dele bygningen op i faser – altså adskille den, hvor det var naturligt – og derved lade nedrivningsentreprisen (betonskæring, sprængning, rengøring, m.m.) være for sig selv. Men i og med entreprise blev forsinket, gav den en del gener for de øvrige entrepriser, både sikkerhedsmæssige og mere komfortmæssige gener.
- Det havde været en fordel, at indsætte større kapacitet i betonskæringsprocessen for at forkorte den.
- Betonskæringen bør følges nøje. Der bør foretages kontrolmålinger af samtlige huller og hele processen bør planlægges meget detaljeret fra start. Det er utrolig vigtigt, at betonskæringsprocessen glider, da alle andre entrepriser er afhængige af, at den bliver færdig til tiden. Det samme gælder nedrivningsentreprisen. Et tredje punkt var montering af fodpaneler. Erfaringen fra Carlsbergsiloen fortalte, at det er mere tidskrævende end normalt at montere fodpaneler i en silo, da væggene er skæve. Den ekstra tid, det tager, bør indlægges i tidsplanen.
- I forbindelse med nedrivningsfasen, kunne det være en god idé at tilpasse projektet, idet det her er muligt at identificere nogle af de ”usynlige forhold”, der ikke kunne ses før. Bl.a. ville det være muligt at afklare revnedannelser i beton, når silorørene var blevet spulet. Det kunne være, at en del

af den eksisterende beton var så dårlig, at det skulle erstattes med stål, hvilket er godt at få med i starten.

- Flugtveje og tilgange skal overvejes grundigt og planlægges nøje i forhold til de processer, der skal foregå.
- Toiletmuligheder oppe i etagerne er vigtigt, så der spares tid for håndværkerne.
- Materialeleverancer i forhold til etagebyggeri skal indtænkes.
- Opbygning af skakte viste sig at være problematisk. Da de er en binding i forhold til andre processer, ville det måske kunne afhjælpe nogle af problemerne at bygge en mock up 1:1.

## 8. ANBEFALINGER

Værktøjet ”Planlægning for Uforudsete Hændelser” er et værktøj der baseres på en relativt enkel og ligetil tækning om:

1. at forsøge at forudse uforudsete hændelser for derigennem at eliminere dem i fremtidige projekter
2. at registrere hændelser og udarbejde beredskabsplaner for dem og lade dem indgå i et erfaringsbibliotek for relevante ejendoms kategorier
3. at forankre erfaringerne med de ejendomsspecifikke hændelser hos den/de bygherrer der er ansvarlige for ejendommene
4. at benytte erfaringerne fra projekt til projekt og lade listen over uforudsete hændelser og beredskabet overfor dem successivt blive udbedret og raffineret for derved at kunne forbedre kommende projekters forundersøgelser, planlægning og udførelse til gavn for en mere forudsigelig og retvisende budgetlægning.

Planlagte ”uforudsete hændelser” vil alt andet lige trække på færre ressourcer end når de uforudsete hændelser opstår netop uforudset.

Erfaringerne med at udvikle værktøjet på Quades Silo og registrere og analysere hændelserne har vist:

1. at en del af hændelserne kunne forudses og kunne have været afklaret ved at gennemføre en forbedret forundersøgelse af bygningen – med relativt enkle og ikke omkostningskrævende midler.
2. at langt hovedparten af hændelserne (87 %) knyttede sig til processen og ikke til produktet
3. at de relativt få uforudsete hændelser der knyttede sig til produktet til gengæld gav anledning til kraftige påvirkninger af den planlagte proces, og dermed var årsag til væsentlige ændringer og procesudvidelser – med tilknyttet spild i processen

4. at ideen med at udarbejde detaljerede beredskabsplaner viste sig ikke at være operationel og/eller for ressourcekrævende, da håndværkerne alligevel gjorde som de plejede.

Ideen med at registrere hændelserne på ejendommen og oprette et erfabibliotek så næste projekt kan få glæde af dette vurderes som god og effektiv, forudsat at det foreslåede bibliotek og arbejdet med at oprette, vedligeholde og udtrække data fra det er operationelt og enkelt.

Værktøjet vil primært være rettet mod den professionelle bygherre med en relativt betydende ejendomsmasse som eksempelvis boligforeninger, hvor registreringer kan knyttes til den enkelte ejendom som en art huskeliste/erfaringsbase for fremtidige projekter som medvirker til at forbedre deres forundersøgelser og planlægning til gavn for kvaliteten af projektet og dermed budgetsikkerheden ved gennemførelsen.

Vurderingen er, at implementeringen af værktøjet vil være forholdsvis enkel, og at gevinsten vil være tilsvarende stor.