

KØBENHAVNS KOMMUNE

# MBA16 CASEANALYSER - METODEBESKRIVELSE

AFGRÆNSNING OG BEREGNINGSMETODER TIL TOTALØKONOMISK  
ANALYSE AF MBA16 KRAV PÅ UDVALGTE CASESADRESSE COWI A/S  
Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

## INDHOLD

|     |                                       |   |
|-----|---------------------------------------|---|
| 1   | Baggrund og opdrag                    | 1 |
| 2   | Afgrænsning af analyserne             | 2 |
| 3   | Analysemetoder                        | 4 |
| 3.1 | Indledende og kvalitative vurderinger | 4 |
| 3.2 | Kvantitative analyser                 | 4 |

### 1 Baggrund og opdrag

I forbindelse med det kommende bygningsreglement BR2015 har Københavns Kommune besluttet af foretage en gennemgribende revision af MBA2010 – Miljø i Byggeri og Anlæg 2010.

På baggrund af et grundigt analysearbejde i kommunens berørte magistrater samt en økonomisk analyse af udvalgte krav har kommunens arbejdsgruppe udarbejdet en kortere liste af krav målrettet forskellige typer byggeri og anlæg.

KK har i forbindelse med bestemmelse af de endelige krav ønsket at få belyst, om der er merinvesteringer ved opfyldelse af MBA16 krav sammenlignet med BR2015 eller gængs praksis, hvor BR2015 ikke stiller krav svarende til MBA16. Tilsvarende om de samlede drift- og vedligeholdelsesomkostninger ved at følge MBA16 er større eller mindre end ved opfyldelse af BR2015/gængs praksis – i det følgende kaldet Baseline.

For at belyse ovenstående har COWI udarbejdet totaløkonomiske analyser af de krav, som retter sig mod tre typiske byggerier:

PROJEKTNR. A075666  
DOKUMENTNR. 02  
VERSION 01  
UDGIVELSESDATO 2015.12.04  
UDARBEJDET Marianne Fox  
KONTROLLERET Michael Jørgensen  
GODKENDT Michael Jørgensen

- 1 Almene boliger: Renovering af AAB Afdeling 111 Parkskellet
- 2 Kommunale byggerier: Renovering af Dyvekeskolen
- 3 Kommunale byggerier: Nybyggeri af Skolen i Sydhavnen

Dette notat beskriver de metoder, som er anvendt i analyserne. Undervejs er kommunens bruttoliste af krav reduceret fra 51 krav (case 1) til 38 krav (case 2 og 3) på baggrund af yderligere tilbagemeldinger, bl.a. fra casen Almene boliger.

## 2 Afgrænsning af analyserne

Københavns Kommune vil i den kommende MBA16 præcist definere hvilke projekttyper og modtagere/bygherrer, som omfattes af det enkelte krav. Begge kriterier skal være opfyldt for at kravet er gældende – se figur 1.

| Projekttype  | Modtager/bygherre  |
|--|--|
| Nybyggeri<br>Tilbygning<br>Ombygning<br>Renovering<br>Installationer<br>Nedrivning<br>Pavilloner | KK byggeri<br>KK anlæg<br>Almene<br>Byfornyelse<br>Håndværkerydelser under kr. 3 mio.<br>Andre/private |

Figur 1 Målgrupper for kommende MBA16 krav

I alle tre cases er de gældende krav fra bruttolisten først identificeret. Dernæst har COWI i samarbejde med kommunens arbejdsgruppe (herefter KK) udpeget de krav, som er ønsket analyseret. Krav, som åbenlyst har ingen eller begrænsede anlægsøkonomiske omkostninger og/eller drifts- eller vedligeholdelseskostninger, er ikke analyseret.

Følgende krav er analyseret i de tre cases:

| Case 1: Parkskellet  | Case 2: Dyvekeskolen   | Case 3: Skolen i Sydhavnen   |
|--|--|--|
|  |  | Nybyggeri er 2020-byggeri  |
| Energioptimering i større renoveringer   | Energioptimering i større renoveringer   |  |
|  | Måling og overvågning af energiforbrug i KK's egne bygninger i forbindelse med renovering og nybyggeri | Måling og overvågning af energiforbrug i KK's egne bygninger i forbindelse med renovering og nybyggeri |
| Energistyring adfærd i alment nybyggeri og i forbindelse med helhedsrenovering (K) |  |  |
| Effektiv belysning (K)   | Effektiv belysning (K)   | Effektiv belysning (K)   |

| Case 1: Parkskellet                    | Case 2: Dyvekeskolen                                      | Case 3: Skolen i Sydhavnen                                |
|--|---|---|
| Bygas i eksisterende byggeri (K)       |   |   |
|  | Udnyttelse af fjernvarme                                  | Udnyttelse af fjernvarme                                  |
|  | Uddannet driftspersonale (K)                              | Uddannet driftspersonale (K)                              |
| Optimerede driftsindstillinger (K)     | Optimerede driftsindstillinger (K)                        | Optimerede driftsindstillinger (K)                        |
| Livscyklusvurdering (LCA) (K)          | Livscyklusvurdering (LCA) (K)                             |   |
| Måling af koldt og varmt brugsvand (K) |   |   |
|  | Brug af skadelig kemi skal undgås i byggevarer (K)        | Brug af skadelig kemi skal undgås i byggevarer (K)        |
|  | Miljømærkning (K)   | Miljømærkning (K)   |
| Bæredygtigt træ                        | Bæredygtigt træ   | Bæredygtigt træ   |
| Håndtering af regnvand                 | Håndtering af regnvand                                    | Håndtering af regnvand                                    |
|  | Dokumenteret ren jord på øverste halve og hele meter (K)  | Dokumenteret ren jord på øverste halve og hele meter (K)  |
|  | Tilført jord (K)  | Tilført jord (K)  |
|  | Pladsforhold til kildesortering i kommunale institutioner | Pladsforhold til kildesortering i kommunale institutioner |
|  | Screening med henblik på genbrug (K)                      | Screening med henblik på genbrug (K)                      |
|  | Luftkvalitet  |   |
|  | Termisk indeklima   | Termisk indeklima   |
| Støj                                   |   |   |
|  | Genanvendelse af jord (K)                                 | Genanvendelse af jord (K)                                 |
|  | Jordforurening skal fjernes                               | Jordforurening skal fjernes                               |
|  | Materialenyttiggørelse for at undgå deponi                | Materialenyttiggørelse for at undgå deponi                |
|  | Partikelfilterkrav på arbejdsmaskiner                     | Partikelfilterkrav på arbejdsmaskiner                     |

Figur 2 Tabel over analyserede krav i de tre cases. Krav, som er analyseret kvalitativt, er markeret med (K).

### 3 Analysemetoder

Grundlaget for vurderinger og analyser har varieret i de tre cases.

*I case 1* Parkskellet har Energimærke, Tilstandsrapport samt beskrivelse af den omfattende helhedsrenovering (Byggesagsbeskrivelse, Arbejdsbeskrivelser på samtlige fag) samt tegninger været tilgængelige, herunder beregningsfiler for energimærkningen.

*I case 2* Dyvekeskolen har COWI selv haft alle ingeniørydelserne og dermed har de ingeniørmæssige beskrivelser og beregninger samt udfyldt tilbudslister fra entreprenøren været til rådighed. Desuden er Arkitektbeskrivelse til projektforslag og Energimærke (dog ikke beregningsfiler til energimærkning) udleveret.

*I case 3* er kun projektforslagsmappen samt et overordnet byggeregnskab udleveret. Da COWI har udført byggeledelse på opgaven, er en del oplysninger om projektets udvikling efter projektforslaget blevet verificeret undervejs.

I alle tre cases har COWI desuden søgt offentligt tilgængelige informationer, herunder om jordforurening, grundvandsstand og nedsivningsevne samt leverandør-oplysninger.

#### 3.1 Indledende og kvalitative vurderinger

På baggrund af tilgængelig information er hvert krav analyseret kvalitativt på baggrund af COWIs erfaringer, for at definere og afgrænse den konkrete udmøntning af kravet i casen.

I en række tilfælde har denne analyse været tilstrækkeligt grundlag for at konkludere på kravet. Det gælder, hvor resultatet er, at der ingen økonomiske konsekvenser er af kravet, eller hvor en kvantitativ analyse enten ikke er meningsfyldt eller ikke kan udføres. Dette drejer sig f.eks. om krav, hvor det viser sig, at de allerede er omfattet af gældende regler i kommunen eller gængs praksis. I nogle tilfælde har anlægsinvesteringer kunnet beregnes mens det kvalitativt er konkluderet, at der ikke er drifts- eller vedligeholdelseskostninger ved kravet.

Det skal understreges, at den indledende afgrænsning og definition af Baseline og opfyldelse af MBA16 er baseret på faglige skøn i de tilfælde, hvor projektmateriale ikke har givet et entydigt svar. Afgrænsning og forudsætninger for beregningerne er i hvert enkelt tilfælde angivet i resultatarket.

#### 3.2 Kvantitative analyser

I de kvantitative analyser er følgende beregnet, hvor det har været muligt:

- › Anlægsøkonomiske investeringer – difference mellem MBA16 og Baseline. Hvor der alene er tale om merinvesteringer, er omkostningerne ved Baseline ikke beregnet, mens begge investeringer er beregnet i tilfælde, hvor to helt forskellige scenarier skal sammenlignes, f.eks. ved sammenligning af at lede regnvand til kloak og lokal nedsivning i LAR-anlæg.

- › Driftsomkostninger – difference i årlige omkostninger mellem MBA16 og Baseline. Til driftsomkostninger regnes alene ressourceforbrug, typisk el, varme eller vand.
- › Vedligeholdelseskostninger – difference i årlige omkostninger mellem MBA16 og Baseline. Til vedligeholdelseskostninger regnes løbende vedligeholdelse samt eventuel udskiftning i løbet af 30 år.
- › Totaløkonomiske omkostninger – difference i samlede anlægs-, drifts- og vedligeholdelseskostninger over 30 år for bygherre og brugere af byggeriet. Diskontorente er sat til 4 %.
- › Tilbagebetalingstid

Anlægsinvesteringerne er hentet direkte fra projekternes økonomi, hvor det er muligt. Hvis arbejdsbeskrivelser giver grundlag for økonomisk overslag, er disse tal benyttet. Øvrige anlægsoverslag er beregnet ud fra gængs praksis og erfaringstal. Anlægsomkostninger er inklusiv moms, omkostninger til byggeplads og vinterforanstaltninger samt uforudsete udgifter.

Driftsomkostninger er beregnet ud fra besparelspotentialet i det enkelte krav, f.eks. med udgangspunkt i Energimærket og indhentede priser fra forsyningsselskaber (HOFOR og DONG) inkl. moms.

Vedligeholdelseskostninger er beregnet ud fra erfaringstal, inkl. moms.

Beregningsgrundlag er angivet i hver enkelt analyse.



| Tema            | Nr.  | Titel  | Krav   | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis  | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16  | Anlægsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Driftsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)       | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)   | Totaløkonomi (negativ totaløkonomi = tilbagebetalingstid < 30 år) | Tilbagebetalingstid   | Bemærkninger   |
|-----------------|------|--|--|--|--|---|--|--|---|---|--|
| Byggematerialer | 2.02 | Brug af skadelig kemi skal undgås i byggevarer | Der må ikke benyttes produkter og materialer, der indeholder stoffer opført på Miljøstyrelsens "Liste over uønskede stoffer". Kravet kan kun fraviges, hvis det ikke er muligt at finde egnede produkter. Kravet kan også overholdes ved efterlevelse af krav 2.03 Miljømærkning.  | Der vælges produkter som almindelig praksis samt overholdelse af arbejdsmiljøkrav. I praksis vurderes dette at opfylde kravet. Se bemærkninger.  | Kravet vurderes at være almen praksis i den udstrækning, at der findes tilgængelig information til at verificere at kravet overholdes. Øget fokus på kravet, dvs. efterspørgsel efter produkter med dokumentation for indholdsstoffer og/eller garanti for overholdelse, kan ske ved at rådgiver og entreprenør prioriterer emnet.<br><br>Der påregnes ekstra rådgiverhonorar samt byggeledelse, dog i begrænset omfang. Det er vigtigt, at kravet medtages i udbudsmateriale, og at entreprenør skal beskrive metodik til at overholde og dokumentere kravet.   | 0,-   | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,- | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr.0,-   | Er ikke relevant  | Er ikke relevant  | Tekst angivet i BR afsnit 6.3.2.1 omkring forureninger fra byggematerialer. I dette afsnit skrives det, at der "skal anvendes byggematerialer, der afgiver mindst mulig forurening til indeklimaet" i form af krav til formaldehyd, ureaformaldehyd, f.eks. pva-, fenol-, resorcinol- eller isocyanatlim, asbest, - men derudover er der ikke besludte krav til indhold af skadelig kemi i byggevarerne. Det vil sige, at dette krav et stykke hen ad vejen er en skærpselse i forhold til BR2015<br><br>I Niras-rapporten fra 2009 er der vurderet, at meromkostninger ligger mellem 0-15%. Udtag af rapporten (side 23):<br>"Det er meget få tilfælde, hvor der ikke kan findes egnede alternativer. Problemet ved gennemførelsen af dette krav er, at det kræver, at dem, der vælger eller bruger produkterne, ved, hvad produkterne indeholder, og hvilke stoffer, der er på listen. Dette kan evt. løses ved at lade det være op til leverandøren at stå inde for."     |
| Byggematerialer | 2.03 | Miljømærkning                                  | Byggevarer skal overholde krav svarende til miljømærkerne Svanen/ Blomsten eller Indeklimamærket. På grund af begrænset udbud gælder kravet kun for følgende byggevarer: Byggeplader og vægsystemer, gulve og gulvbelægninger og maling (samt lim, spartel, fugemasse). Hvis behovet indenfor disse produktgrupper ikke kan dækkes med byggevarer i henhold til kravet, skal det dokumenteres, at det valgte produkt ikke kan substitueres eller hvor en lav miljøpåvirkning kan dokumenteres på anden vis. Træbaserede byggevarer, som overholder dette krav, overholder samtidigt krav 2.04 Træ.   | ingen krav. Baseline produkter uden mærkning vælges for følgende produktgrupper: Akustikplader (lofter) Trægulve parket (ask) i klasserum + musikrum Gulvplak, mat hvid Vægmalning Gulvlim | Der kan vælges mærkede varer inden for følgende relevante produktgrupper, hvor mærkede produkter findes, jf. Ecolabel.dk: Akustikplader (lofter): Gips/mineraluld Trægulve - parket (ask) i klasserum + musikrum Gulvplak, mat hvid Vægmalning Gulvlim - ej fundet<br><br>Der vælges produkter i samme kvalitet som baseline, dvs. gode materialer egnede til formålet. I denne kvalitetskategori er produktpriser sammenlignelige for mærkede og ikke-mærkede produkter. Drift- og vedligeholdelsesudgifter anses ligeledes for sammenlignelige, hvis funktionalitet mv. indgår i valget af produkt. Det skal blot sikres, at prisbillige alternativer ikke vælges i den sidste ende.   | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | I alt, difference i driftsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-                                 | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr.0,-   | Er ikke relevant  | Er ikke relevant  |  |
| Byggematerialer | 2.04 | Bæredygtigt træ                                | Produkter til byggeri og anlæg samt møbler og legepladser, hvori træ og træbaseret materiale indgår herunder nagelfast inventar, skal være dokumenterbart bæredygtigt eller miljørigtigt. Kravet kan opfyldes på en af de to følgende måder:<br>Bæredygtigt træ: Ved at følge statens regler på området som fastsat i cirkulære om sikring af bæredygtigt træ i statens aftaler om vareindkøb, tjenesteydelser og bygge- og anlægsarbejder og den dertil knyttede vejledning.<br>Miljørigtigt træprodukt: Ved at eftergive gyldig licens til det nordiske miljømærke Svanen eller EU's miljømærke Blomsten eller tilsvarende, hvori der bl.a. stilles krav om bæredygtig skovdrift og kemikalieindhold i produktet. De betyder, at alle produkter, som overholder krav 2.03 for et produkt anses for samtidigt at overholde 2.04. Der henvises til Naturstyrelsens vejledning (2014). Der må ikke anvendes imprægneret træ som indeholder biocider eller andre kunstige kemiske stoffer som er skadelige for omgivelserne. | Baseline: Ingen krav til miljømærkning, certificering eller fravalg af imprægneret træ.  | Der vælges FSC- eller PEFC certificeret træ til gulve og træterrace samt miljømærkede produkter, hvor det er muligt, fx inventar. Der er indhentet priser på trykimprægneret træ og gran. Samlet set kan certificeret gran anvendes til de fleste formål uden væsentlige meromkostninger i forhold til ikke certificeret træ og trykimprægneret træ med korrekt valg af træart og udformning. Sydhavnsskolen har trædæk på terrasser i stueplan samt på tagterrasser. Disse kan med korrekt udformning opbygges i uimprægneret, certificeret træ, f.eks. gran. Se bemærkninger vedr. korrekt udformning af udendørs konstruktioner. Levetiden er dog generelt lidt kortere i fugtigt miljø, så lidt hyppigere partiel udskiftning af uimprægneret træ må påregnes, dvs. større vedligeholdelsesudgifter. Det antages, at KK ikke ønsker at vedligeholde træværket med imprægnering. Se bemærkninger. | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,- | Vedligeholdelsesomkostning for trækonstruktioner i terræn er begrænsede. Udskiftning af dele af konstruktionen, som nedbrydes pga. fugt og råd, må påregnes. Dertil kommer præventive foranstaltninger, f.eks. til friholdelse af konstruktionen fra beplantning, ryddelighed i og omkring skure. Meget af dette kan understøttes i planlægningsfasen. Skønsmæssigt kan udgiften sættes til 10 % af anlægsprisen over 30 år. Se i øvrigt Case 1 Renovering af alment boligbyggeri - Parkskellet.<br><br>Vedligeholdelsesudgifter er ikke beregnet. | Er ikke beregnet  | Er ikke beregnet  | Ved fravalg af trykimprægnering bliver valg af træart samt konstruktiv træbeskyttelse ekstra vigtigt, dvs. udformning af konstruktionen, så den er beskyttet mod fugt og samtidig sikret hurtig udtørring af den fugt, som alligevel kommer i træet. F.eks. ved at sørge for fri luft omkring konstruktioner som skure (minus beplantning på og lige omkring skuret) og beskytte mod opsprøjt. Ved yderligere valg af certificeret træ er nordisk eller nordeuropæisk træ ofte det bedste alternativ. Samtidig mindskes transport af træet. Levetiden for et korrekt udformet træbyggeri af ubehandlet gran angives af Teknologisk Institut til mere end 15-20 år for facadebeklædning "med risiko for lejlighedsvis, begrænset opfugning og relativ hurtig udtørring" (DS/EN 335) og ca. 10 år for stolper. Jo bedre udformning (mindst mulig opfugning, hurtig udtørring), desto længere levetid. Accoya® eller termotræ (ThermoWood) er begge certificerede alternativer. |
| Vand            | 3.02 | Håndtering af regnvand                         | Krav om håndtering af regnvand<br>Regnvand skal opsamles og anvendes lokalt som erstattning for drikkevand eller nedsvives efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR), i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt.<br><br><b>Prioriteringsstræppe for nybyggeri:</b><br>1. Opsamling og anvendelse af tagvand til toiletskyl, fællesvaskeri, vanding eller bilvask<br>2. Grønne tage og/eller vegetative LAR-løsninger, der samtidig bidrager til udbredelse af bynatur<br>3. LAR løsninger i form af f.eks. nedsvivningsanlæg, belagte forsinkelingsbassiner, afledning til vandområde eller skybrudsvej<br>5. Tilslutning til kloak<br><br>Bygninger skal skybrudssikres svarende til en vandstand på op til 10 cm over gadeniveau i udsatte områder.  | Regnvand fra tagflader ledes til kloak   | Ad. 1 Rådgiver foreslog, at regnvand fra bygningernes tage føres via UV system inde i bygningen til regnvandstanke i terræn. Fra tankene pumpes vandet til alle toiletområder. (Fra projektforslag). Forslag er bortfaldet.<br><br>Ad. 2 Bygningens tagflader anvendes til ophold og er derfor belagte.<br><br>Ad. 3 LAR-løsning med nedløb til underliggende faskine. Alt tagvand afkobles kloak. Grunden er forurenede ned til 1,5 m under terræn (se krav 4.01), hvorfor nedsvivning ikke er muligt uden afgrave af forurenede jord, hvilket ikke antages realistisk. Det er muligt, at tagvand kan uledes til kommende kanal. Tilslutning til kloak er dog nødvendigt indtil kanalen er anlagt. Casen betragtes som en baseline case. Se case 1 Renovering af almene boliger og case 2 Renovering af skole, hvor LAR-løsninger er gennemregnet.  | Uanset eventuel kommende udledning til kanal skal tilslutning til kloak etableres for den mellemliggende periode.<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,- | Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-  | Er ikke relevant for den pågældende case. Se i øvrigt case 1 og 2 | Er ikke relevant for den pågældende case. Se i øvrigt case 1 og 2 |  |

| Tema                      | Nr.  | Titel   | Krav   | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis   | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16  | Anlægsudgifter , difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Driftsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Vedligeholdsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Totaløkonomi (negativ totaløkonomi = tilbagebetalingstid < 30 år) | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger   |
|---------------------------|------|---|--|---|--|--|---|---|---|---------------------|--|
| Bymatur                   | 4.01 | Dokumenteret ren jord på øverste ½ og hele meter          | Hvor terræn berøres af et anlægs- og renoveringsprojekt, og hvor især børn efterfølgende kan komme i kontakt med jorden, skal det sikres, at den øverste halv meter består af dokumenteret rene materialer (jord og andre fyldmaterialer). Anlægges der legearealer med bakker og lignende med stort slid, skal de dækkes med 1 meter dokumenteret rene materialer.  | Grunden, hvor Skolen i Sydhavnen er bygget, er V2 klassificeret. Dette indebærer at al afgraved jord skal behandles i henhold til Københavns Kommunes krav til "Byggeri og gravearbejde på kortlagt grund". Endvidere stiller kommunen generelt følgende krav: "Når der skal bygges en ny bolig, børneinstitution, offentlig legeplads, kolonihave eller sommerhus på en grund, er det et krav, at de øverste 50 cm af jorden ikke er forurenede." ( <a href="http://www.kk.dk/artikel/bygge-og-gravearbejde-p%C3%A5-omr%C3%A5deklassificeret-grund">http://www.kk.dk/artikel/bygge-og-gravearbejde-p%C3%A5-omr%C3%A5deklassificeret-grund</a> ). Der er generelt konstateret forurening ned til 1,5 m under terræn på grunden. | Kravet vurderes i det store og hele at være almen praksis i Københavns Kommune grundet gældende regler. Det vil derfor være mere hensigtsmæssigt at henvise til disse. Eneste undtagelse er kravet om 1 meter dokumenteret rent materiale, hvor der anlægges legearealer med stort slid.<br><br>Casen: På ikke-befæstede arealer, dvs. legearealer og boldbane skal forurenede jord fjernes og erstattes med ren jord. Der er ikke regnet ekstraomkostninger på evt. områder, hvor der skal påfyldes 1 m jord pga. stort slid.   | I alt, anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdsudgifter ved kravet.<br><br>I alt, difference i vedligeholdsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-                          | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    | Kravet om 1 meter dokumenteret ren jord på legearealer med stort slid foreslås indarbejdet i de generelle regler frem for at være et enkeltstående krav i MBA16. I MBA16 foreslås det at henvise til generelle regler, evt. med link til relevant side på KK.dk.   |
| Bymatur                   | 4.02 | Tilført jord  | Tilført jord og andre fyldmaterialer skal være dokumenteret rene, når de skal udlægges på ubefæstede arealer.  | Baseline er følgende: "Når der skal bygges en ny bolig, børneinstitution, offentlig legeplads, kolonihave eller sommerhus på en grund, er det et krav, at de øverste 50 cm af jorden ikke er forurenede." ( <a href="http://www.kk.dk/artikel/bygge-og-gravearbejde-p%C3%A5-omr%C3%A5deklassificeret-grund">http://www.kk.dk/artikel/bygge-og-gravearbejde-p%C3%A5-omr%C3%A5deklassificeret-grund</a> )   | Kravet vurderes at være almen praksis i Københavns Kommune med henvisning til gældende regler. Se krav 4.01  | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdsudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdsudgifter: kr.0,-  | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    | I MBA16 foreslås det at henvise til generelle regler, evt. med link til relevant side på KK.dk.  |
| Resourceredskøb og affald | 5.05 | Pladsforhold til kildesortering i kommunale institutioner | Kommunens målsætning er øget kildesortering af affald i kommunale institutioner. Derfor skal affaldssortering i institutioner være overskueligt, nemt tilgængeligt og tilstrækkeligt dimensioneret, så alle bruger kan deltage i sorteringen. Der skal opstilles tilstrækkeligt materiel til udendørs opbevaring af affald således at det tillader en uproblematisk afhentning af affald. Der må ikke installeres skraldesug til restaffald i de kommunale institutioner.  | Kommunens krav til affaldssortering overholdes, men der tages ikke særlige hensyn til pladsforhold og tilgængelighed. Almen praksis mht. hygiejnekrav overholdes.   | Kildesortering i institutioner skal være muligt på en hygiejnisk måde og i børnehøjde. Antagelse: Organisk affald i lukket beholder med daglig tømming, øvrige beholdere (papir, pap, plast mv.) i beholdere af tilsvarende størrelse. Pladsforhold til udendørs opbevaring kan betyde, at andre aktiviteter har mindre plads. Udendørs beholdere leveres af kommunen.   | Indendørs beholdere er inventar med begrænset økonomi.<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdsudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdsudgifter: kr.0,-  | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    |  |
| Resourceredskøb og affald | 5.08 | Screening med henblik på genbrug                          | Inden en planlagt nedrivning eller renovering skal byggherren, i god tid inden denne, lave en kortlægning der viser, hvilke bygningsdele der, i givet fald, vil være egnede til genbrug. Dette gælder f.eks. mursten, døre og vinduer.<br><br>Kortlægningen skal sendes til Center for Miljøbeskyttelse sammen med kommunens Anmeldesskema for byggeaffald.  | Baseline er almen praksis i Københavns Kommune med hensyn til screening af byggeaffald og anmeldelse af byggeaffald efter gældende regler ( <a href="http://www.kk.dk/byggeaffald">http://www.kk.dk/byggeaffald</a> ). Screeningen sker i henhold til "Udvidet screening af bygninger ved nedrivning og renovering". For genanvendeligt affald er der et økonomisk incitament i at sortere affaldet til genanvendelse, da usorteret affald er langt dyrere at bortskaffe, men ikke nødvendigvis genbrug, som kræver mere omhyggelighed i nedrivningen.  | Screeningen med henblik på genbrug er mere detaljeret end gængs praksis, da potentiale for genbrug i stedet for genanvendelse kræver nærmere undersøgelser. Screeningen medfører rådgiverydelse. Et positivt resultat af screeningen (= materialer og komponenter er egnede til genbrug) vil yderligere kræve ekstraarbejde for entreprenøren. Se krav 7.06. Grunden er blevet fuldstændigt ryddet forud for byggeprojektet på nær diverse stikledninger og afløb, og der har derfor ikke været gennemført en screening.   | En screening medfører ekstra rådgiverhonorar i meget begrænset omfang. I casen er der ikke grundlag for screening og derfor ikke ekstra anlægsudgifter.<br><br>I alt, anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,- | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdsudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdsudgifter: kr.0,-  | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    |  |
| Indeklima                 | 6.02 | Termisk indeklima   | Følgende temperaturintervaller skal overholdes: Vinter 20 °C – 24 °C og Sommer 23 °C – 26 °C, svarende til Kategori B i EN 15251. Indetemperaturen må maksimalt overskride 100 timer > 26 °C og 25 timer > 27 °C pr. år, jf. DS 474. Omfang af kritiske rum, der skal indgå i simulering af det termiske indeklima på solrige dage, aftales nærmere med byggherre.   | Baseline i BR2015 er, at byggherren fastlægger det maksimale timeantal i timer/år over 26 °C og 27 °C. I casen stilles krav om max 100 timer/år over 26 °C og max 25 timer/år over 27 °C. Disse timeantal er helt gængs praksis i dag og bør derfor snarere være en vejledning til kommunens projektleder (som også er den, kravet retter sig imod). Omfang af beregninger anses ligeledes for almen praksis. Se i øvrigt bemærkninger. Baseline er desuden et CTS-anlæg med CO2-måling i alle klasserum og faglokaler. Disse indeholder som standard også temperaturfølere.  | Acceptabelt timeantal i casen, hvor temperaturen overskrider maksimalt tilladte, er som almen praksis. Vi vurderer, at det er muligt at overholde kravet uden brug af køling, under forudsætning af integreret energidesign med vægt på placering af funktioner i bygningen og facadeudformning, herunder placering og udformning af vinduer, valg af rudetype og effektiv solafskærmning. Dette menes tilgodeset i forbindelse med opfyldelse af BK2020 - se krav 1.01. Det er vigtigt at afveje krav til termisk indeklima med gode dagslysforskel, både med og uden solafskærmning. | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet ud over, hvad der er angivet i krav 1.01.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,- | Der er ingen ekstra vedligeholdsudgifter ved kravet ud over, hvad der er angivet i krav 1.01.<br><br>Årlig difference, vedligeholdsudgifter: kr.0,- | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    | I casen fraregnes 7 ugers sommerferie, og der indregnes begrænset brugstid i visse lokaler. Dette øger det relative antal timer med temperaturskridelse i brugstiden og påvirker det komforten i sommerferien, hvis man vælger at anvende skolen i denne periode. Overholdelse af kravet for hele året vil derfor medføre behov for yderligere virkemidler - f.eks. mere effektiv solafskærmning eller køling. Kommunen bør overveje, om det generelt tillades at fraregne sommerferien i dimensioneringen af indeklimaet. I givet fald bør det medføre reduktion i antal timer med temperaturoverskridelse. I øvrigt bør byggherre være med til at udpege de kritiske rum, som skal simuleres. Dette gælder for alle indeklimaberegninger, dermed også dagslysberegninger og akustiksimuleringer. |
| Byggeplads                | 7.01 | Genanvendelse af jord                                     | Håndteringen af overskudsjord i et projekt skal så vidt muligt ske i en helhedsorienteret og bæredygtig proces som indtænkes tidligt i et projektforbøb. Det vil som udgangspunkt sigte, at ren eller lettere forurenede overskudsjord fra et byggeprojekt skal betragtes som en ressource frem for et restprodukt. Overskudsjord fra et anlægsprojekt skal så vidt muligt håndteres lokalt, så kostbar og miljøbelastende flytning undgås enten i eget projekt eller i andre kommunale eller private projekter. | Ren eller lettere overskudsjord bortskaffes i det omfang, der ikke umiddelbart er anvendelsesmuligheder for den på stedet.<br><br>I casen er jord forurenede ned til 1½ m under terræn og al overskudsjord bortskaffes.   | Hvis overskudsjord skal håndteres lokalt, dvs. opbevares på byggepladsen eller transporteres direkte et egnede projekt, at der er plads til opbevaring eller transport kan ske i umiddelbar tilknytning til opgravningen. Det kræver dog, at de nødvendige jordanalyser kan foretages løbende uden at skabe forsinkelse for entreprenøren. I disse tilfælde vil omkostningerne være de samme som ved normal bortskaffelse. I casen er jord forurenede ned til 1½ m under terræn og al overskudsjord bortskaffes.   | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Kravet medfører ikke øgede driftsudgifter<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Kravet medfører ikke øgede vedligeholdsudgifter.<br><br>Årlig difference, vedligeholdsudgifter: kr.0,-  | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    |  |



| Tema       | Nr.  | Titel  | Krav  | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis  | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16   | Anlægsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Driftsudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus) | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og MBA16 (besparelse angives med minus)  | Totaløkonomi (negativ totaløkonomi = tilbagebetalingstid < 30 år) | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger   |
|------------|------|--|---|--|---|---|--|---|---|---------------------|--|
| Byggeplads | 7.02 | Jordforurening skal fjernes  | Hvis en jordforurening udgør et miljø- eller sundhedsmæssigt problem, skal forureningen fjernes.  | Se Bemærkninger. Det antages, at der findes en gammel olietank på grunden, som ikke generer udgravning, pilotering eller lignende og er direkte årsag til forurening. I baseline vil tanken blive liggende.  | Som kravet fortolkes af KK, skal tanken graves op, hvilket medfører ekstraomkostninger til jordentreprerør (formentlig uden for den egentlige byggeopgave).   | Opgravning af olietank anslås til kr. 25.000,- inkl. bundtømning af tank, opgravning og bortskaffelse. I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 2,- | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-  | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    | KK's begrundelse for kravet: "Dette står ikke i lovgivningen og er yderst vigtigt at få med. Det er ud fra dette at vi for eksempel får fjernet gamle olietanke på skoler osv. Vi har nemlig ikke lovhjemmel til at forlange at en olietank opgraves." Kravet er uklart formuleret: Gamle olietanke mv. er ikke nødvendigvis kilde til forurening og kan ligge således, at de ikke berører projektet. Det bør defineres, hvad der menes med "et miljø- eller sundhedsskadeligt problem", evt. med henvisning til MST retningslinjer og krav om risikovurdering.  |
| Byggeplads | 7.06 | Materialenyttiggørelse for at undgå deponi   | Ved bygge- eller anlægsarbejder, der omfatter nedrivning og/eller renovering, skal alle materialer, som egner sig til materialenyttiggørelse, kildesorteres og renses således at man sikrer, at materialerne kan genbruges eller genanvendes og ikke bliver deponeret.<br><br>Uforurenede stenmaterialer skal nedknuses og genanvendes på stedet med mindre Center for miljøbetyktelse vurderer, at det ikke er acceptabelt for omgivelserne. | Baseline er almen praksis i Københavns Kommune med hensyn til sortering af byggeaffald og anmeldelse af byggeaffald efter gældende regler ( <a href="http://www.kk.dk/byggeaffald">http://www.kk.dk/byggeaffald</a> ), herunder screening. For genanvendeligt affald er der et økonomisk incitament i at sortere affaldet til genanvendelse, da usorteret affald er langt dyrere at bortskaffe, men ikke nødvendigvis genbrug, som kræver mere omhyggelighed i nedrivningen. | Et positivt resultat af screeningen (= materialer og komponenter er egnede til genbrug) vil yderligere kræve ekstraarbejde for reprerøren og dermed udgift for bygherre. Indtægt ved salg af genbrugsmaterialer vil almindeligvis tilfalde reprerør og vil ofte lede til øget entrepriseudgift alligevel. Det skal foreskrives i udbuddet, at reprerør skal varetage særlige omstændigheder, som KK ønsker bevaret til genanvendelse. Se krav 5.08. Ønsker KK selv at beholde materialerne, skal de købes af reprerør. Merudgifter til vedligeholdelse må påregnes.<br>Case: Grunden er blevet fuldstændigt ryddet forud for byggeprojektet på nær diverse stikledninger og afløb, og der har derfor ikke været gennemført en screening og dermed er der ikke potentiale for genbrug. | Øgede anlægsomkostninger i forbindelse med selektiv nedrivning/nedtagning, opbevaring og istandsættelse. Kan ikke værdisættes                                   | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-  | Der må påregnes omkostninger i forbindelse med løbende vedligeholdelse. Kan ikke værdisættes. | Kan ikke beregnes   | Kan ikke beregnes   |  |
| Byggeplads | 7.07 | Partikelfilterkrav på arbejdsmaskiner  | Ikke-vejgående arbejdsmaskiner skal kunne overholde krav til stage III b eller nyere Europæiske stage krav. Ældre ikke-vejgående arbejdsmaskiner (Stage IIIa og derunder) > end 19 kW skal være forsynet med godkendt partikelfilter.   | Entreprerøren må anvende alt lovligt materiel på byggepladsen, dvs. også ældre materiel, som ikke er omfattet af EU-krav til emissioner, men som stadig må anvendes.   | Ældre materiel ældre skal forsynes med partikelfilter. Kravet er svært at definere som case til værdisætning og beregning. Større danske reprerører vil ikke mærke kravet, da de udskifter materiel løbende eller lejer af byggepladsreprerører. Mindre reprerører vil tvinges til at leje nyt materiel eller påmontere filter på eget ældre udstyr. I hovedparten af sagerne vurderer vi, at det ikke vil føre til ekstra anlægsudgifter pga. konkurrencevilkår. Se bemærkninger.  | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-  | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Er ikke relevant  | Er ikke relevant    | Kravet vurderes helt rimeligt af hensyn til såvel arbejdsmiljø som omgivende miljø, men det er uklart formuleret og kan muligvis opfattes som en teknisk handelshindring. En rundringning til større reprerører og byggeledere viser, at problemet først og fremmest er aktuelt i forhold til små og mellemstore reprerører samt udenlandske reprerører, som selv ejer deres material. Store danske reprerører lejer eller udskifter løbende materiel, som sjældent bliver mere end 10 år gammelt (=opfylder EU-krav). Det anbefales at tage kontakt til Miljøstyrelsen, som står for EU-kravet, og Arbejdstilsynet for præcisering af kravet. |
|            |      | Rågiverydelser og mindre anlægsudgifter, som ikke øger anlægsudgifter i det enkelte krav |   |  | Samlet vurderes en række af de mindre udgifter til opfyldelse af kravene til at udgøre 0,5 % af anlægssummen  | Samlede udgifter 0,5 % af kr. 257 mio. = kr. 1.285.000,-<br><br>I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 107,-                                      |  |   |   |                     |  |
|            |      | Samlede udgifter, difference mellem baseline og MBA16                                    |   |  |   | Samlede anlægsomkostninger, difference mellem MBA16 og baseline: kr. 238,-<br><br>Øgede anlægsomkostninger i % af anlægssum: 1,1 %                              | Samlede driftsomkostninger, difference mellem MBA16 og baseline: kr. - 24,-        | Samlede vedligeholdelsesomkostninger, difference mellem MBA16 og baseline: kr. - 5,-          |   |                     |  |

| Definition af kravene |      |   | Definition af case analysegrundlag   |   | Analyse - beregninger og bemærkninger   |  |   |   |                    |                     |  |
|-----------------------|------|---|--|---|---|--|---|---|--------------------|---------------------|--|
| Yema                  | Nr.  | Titel   | Krav   | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis   | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16   | Øgede anlægsudgifter fra baseline til MBA16  | Driftsbesparelse, difference mellem baseline og MBA16   | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og MBA16   | Totaløkonomi       | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger   |
|                       |      |   |  | Beskrivelse   | Beskrivelse   | Kr./ m² etageareal   | Kr./ m² etageareal  | Kr./ m² etageareal  | Kr./ m² etageareal | År                  |  |
| Energi                | 1.03 | Energoptimering i større renoveringer   | Ved større renoveringer skal: <ul style="list-style-type: none"> <li>bygninger med energimærke G forbedres mindst 3 trin</li> <li>bygninger med energimærke F og E forbedres mindst 2 trin</li> <li>øvrige bygninger forbedres mindst 1 trin</li> </ul>  | På baggrund af tilstandsvurdering og energimærkning vurderes baseline behov for renovering ud fra tilstand og forventet tilbageværende levetid, som også vil give udslag i energirenovering. Tiltagene betragtes samlet som en helhedsrenovering for at bringe byggeriet op til en acceptabel standard. Case: Projektet er gennemgribende renoveret og generer nedslidning, ringe funktionalitet og logistik og vridsvarende installationer. Energimærket angiver, at hulmursisolering (ikke mulig) og eftersisolering af varmtvandsrør til opfylde kravet. Vi vurderer, at mindre energirenovering end den udførte ikke ville gennemføres, da fokus har været at opfylde andre nødvendige behov. | Bygningen har Energimærke D og skal opnå Energimærke C. Renoveringen er blevet langt mere omfattende, da renoveringen havde et mere generelt og større sigte end energirenovering (se baseline). Alene som følge af tilstandsvurdering skal ske renovering af tag, facader, vinduer/låse og varme- og ventilationsanlæg. Ifølge spareenergi.dk har bygningen opnået Energimærke C efter renoveringen og kravet er dermed opfyldt.   | Kravet er opfyldt ved baseline.  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.   | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.  | Ikke relevant      |                     | For tilsvarende bygninger (skole eller institution, samme byggeperiode) vil tilsvarende renoveringsomfang finde sted og kravet vil sandsynligvis altid være opfyldt. Indeklimakrav, og indretning og nedslidning af installationer og konstruktioner, overflader mv. vil være medvirkende hertil.                                |
| Energi                | 1.04 | Måling og overvågning af energiforbrug i KKS egne bygninger i forbindelse med renovering og nybyggeri | 1. Der skal opsættes individuel måling af el, vand og varme hos hver enkelt lejer<br>2. Hovedmålere skal være målere med fjernafmåling fra forsyningselskabet, og data skal kunne eksporteres til KKS energistyringsystem<br>3. Omfanget af bimålere aftales med KEJ<br>4. Der skal etableres central overvågning, fjernstyring og logning af tekniske anlæg (varme- og ventilationsanlæg) iht. KEJ's specifikationer  | Nuværende antal målere fastholdes. Målerens standardtegnisninger er som leveret fra forsyningselskab, herunder fjernafmåling.   | CTS-anlægget skal udvides på en række punkter.<br>Ad. 1: Der antages at være en lejer/bruger (verificeret af KEJ).<br>Ad. 2: Fjernafmåling antages at være uden omkostninger, standard i nye målere. Dataeksport til KEJ estimeres at kunne indarbejdes i CTS-anlægget.<br>Ad. 3: Ønsket omfang af bimålere antages: 3 bimålere + separat bimåler til solceller = 3 bimålere pr. resource, i alt 10 bimålere à kr. 20.000,- inkl. montering.<br>Ad. 4: KEJ's specifikationer skal verificeres. Antages at blive integreret i CTS-anlæg. Kræver målepunkt og logning pr. bimåler, anslået kr. 5.000,-/stk. | Ad. 1: -<br>Ad. 2: -<br>Ad. 3: kr. 250.000,-<br>Ad. 4: kr. 62.500,-<br>I alt: kr. 312.500,-  | Kvalitativ vurdering: Driftsbesparelsen ses i sammenhæng med 1.12 Uddannet driftspersonale, 1.13 Optimerede driftsindstillinger.<br><br>Det skønnes, at de tre tiltag i alt kan spare 10-15% på varme og el. Der tages udgangspunkt i det teoretiske forbrug fra 8x10 beregningen, dvs. energibesparelse på 42 kWh/m2 for el hhv. varme, idet det antages at byggeriet ligger midt i Energiklasse C.<br><br>Samlet årlig besparelse, driftsudgift: kr. -185.808,- jf. totaløkonomisk besparelse.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. -13,- | Årlige vedligeholdelsesudgifter til CTS-anlæg, målere mv. er skønnet til 1 % af anlægsudgiften, svarende til ca. kr. 3.781,-<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,- | -207 kr./m²        | 3 år                |  |
| Energi                | 1.07 | Effektiv belysning  | Belysningsystemer - både indendørs og udendørs - skal være energieffektive og af høj belysningskvalitet. Ved fornyelse af gamle anlæg og etablering af nye følges Energistyrelsens vejledning for belysning. Vejledningen omfatter energimærke for enkelte lyskilder og anbefalede maksimale elforbrug til almenbelysning (Link: <a href="http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhvervsinddøb-og-solfaerd/inddobsanfaelger/belysning">http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhvervsinddøb-og-solfaerd/inddobsanfaelger/belysning</a> )<br>For at sikre kvaliteten af lyst stiles der krav til lyskildernes Ra-værdi og farvetemperatur.<br>Udendørs belysning: Ra-værdi: Generelt min. 70 dog min. 80 i områder med ophold, gågader, parker o.lign., Farvetemperatur på 3000-4000K (Københavns belysningsstrategi)<br>Indendørs belysning: Ra-værdi min 80, Farvetemperatur i indendørs belysning er 2700-3200. På arealer hvor lyskvalitet er særlig vigtig (fx spiseafdeling, ophold og toilet) anvendes lyskilder med Ra-værdi på 90. | Indendørs belysning i henhold til BR15, som refererer til den nye belysningsstandard DS/EN 12464-1.   | Som anført i case 1 Renovering af Parkskellet, er referencer til den nye belysningsstandard i forhold til BR15. Der er således ikke ekstraomkostninger forbundet med MBA16 kravet.<br><br>Kravet til udendørs belysning er en skærpsætte af de generelle krav til udendørs belysning mht. lyskvalitet. Vi vurderer, at det er muligt at leve op til kravet uden meromkostninger med armaturer i god kvalitet, blot det specificeres.  | Kvalitativ vurdering.<br>Difference i anlægsudgifter, pr. etage m2: kr. 0,-  | Der forventes ingen energibesparelse i opfyldelse af kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-   | Der forventes ingen ågede/mindske vedligeholdelsesudgifter ved opfyldelse af kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgift: kr. 0,-   | Er ikke relevant   | Er ikke relevant    |  |
| Energi                | 1.11 | Udnyttelse af fjernvarme  | Bygninger skal tilsluttes fjernvarme i fjernvarmedistrikt for at udnytte den effektive og miljøvenlige energi fra kraftvarmeproduktionen.  | Der er intet krav om eksisterende bygninger skal kobles på fjernvarmenettet. Offentligt tilslut kan modtages ved energirenoveringer. Ved større bygningsrenoveringer samt såfremt tilbageløstilsigten matcher bygningsgejeren kapital/strategi, prioriteres opkobling til fjernvarme. HOFOR forsyner hele Københavns Kommune med fjernvarme og dækker ca. 98 % af varmebehovet i kommunen. Det er altså kun en mindre procentdel af bygninger som ikke allerede er opkoblet fjernvarme nettet. Prisen for at få indlagt fjernvarme til en ejendom er afhængig af den tilslutningseffekt som HOFOR fastsætter ud fra ejendommens størrelse, anvendelse og isoleringsstandard.                      | Case Dyvekeskolen er tilsluttet fjernvarme. Se bemærkninger.  | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet  | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet   | Er ikke relevant   | Er ikke relevant    | Med en dækning på 98 % af energibehovet til opvarmning i Københavns Kommune forekommer det usandsynligt, at et eksisterende kommunalt byggeri ikke er tilsluttet. Ifølgende om fravalg af tilslutning er kun relevant for energioptimeret byggeri (BK2020 byggeri eller bedre) og derfor ikke relevant for eksisterende byggeri. |
| Energi                | 1.12 | Uddannet driftspersonale  | Driftspersonalet i fagforvaltningerne skal jf. snitfladen have kompetencer til at betjene og udføre kvalitetskontrol på de installerede tekniske anlæg. Der skal være en målrettet instruktion af driftspersonale til betjening af de konkrete anlæg ved aflevering af nye og renoverede bygninger.  | Driftspersonale overtager byggeri med traditionelle D&V vejledninger men uden særskilt instruktion eller efteruddannelse.   | Driftspersonale involveres undervejs i projektering med driftserfaringer fra det eksisterende byggeri og gennemgår grundig instruktion i drift af anlæggene af rådgiver. Rådgiver udarbejder målrettede D&V vejledninger.   | Ekstra rådgiverhonorar i projektering og i forbindelse med aflevering. Udgifterne anses for marginale i forhold til samlet anlægsbudget.<br><br>Difference i anlægsudgifter, pr. etage m2: kr. 0,- | Driftsbesparelsen ses i sammenhæng med 1.04 Måling og overvågning af energiforbrug og 1.13 Optimerede driftsindstillinger   | Vedligeholdelsesudgifter ses i sammenhæng med 1.04 Måling og overvågning af energiforbrug og 1.13 Optimerede driftsindstillinger  | Se krav 1.04       | Se krav 1.04        |  |
| Energi                | 1.13 | Optimerede driftsindstillinger  | Krav om systematisk opfølgning på indstillinger (tider, temperaturer, luftmængder mv.) af varme- og ventilationsanlæg og udstyr ved aflevering og 5-års gennemgang.  | Krav om systematisk opfølgning på indstillinger (tider, temperaturer, luftmængder mv.) af varme- og ventilationsanlæg og udstyr ved aflevering og 1-års gennemgang.   | Ud over almindelig praksis tilføjes ekstra opfølgning ved 5-års gennemgang.   | Ekstra rådgiverhonorar i forbindelse med aflevering og 5-års gennemgang (lignes sammen med driftspersonale iht. krav 1.12.<br><br>Difference i anlægsudgifter, pr. etage m2: kr. 0,-               | Driftsbesparelsen ses i sammenhæng med 1.04 Måling og overvågning af energiforbrug og 1.12 Uddannet driftspersonale   | Vedligeholdelsesudgifter ses i sammenhæng med 1.04 Måling og overvågning af energiforbrug og 1.12 Uddannet driftspersonale  | Se krav 1.04       | Se krav 1.04        |  |

| Tem             | Nr.  | Titel                                      | Krav   | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis  | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16  | Øgede anlægsudgifter fra baseline til MBA16   | Driftsbesparelse, difference mellem baseline og MBA16                                    | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og MBA16  | Totaløkonomi     | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger   |
|-----------------|------|--|--|--|--|---|--|--|------------------|---------------------|--|
| Byggematerialer | 2.01 | Levscyklusvurdering (LCA)                  | Der skal udføres levscyklusvurderinger af forskellige varianter af bygningsdele, som skal bruges til at kvalificere valg af konstruktionen ud fra ressourcernes miljøpåvirkning. Byggeren skal vælge mindst én af følgende bygningsdele og udføre mindst to varianter af søve. Valget af bygningsdel og varianter skal begrundes med henblik på minimeringen af materialesnes miljøpåvirkning i det samlede projekt.<br><b>Primær bygningsdel:</b><br>1. Bygningsbæsis,<br>2. Ydervægge,<br>3. Indervægge,<br>4. Dæk, trapper, ramper, altaner, lofter,<br>5. Tæpe eller 6. VVS.<br><b>LCA skal forholde sig til følgende indikatorer:</b><br>1.0 Miljøpåvirkninger:<br>1.1 Global opvarmning,<br>1.2 Ozonnedbrydning,<br>1.3 Fotokemisk ozonudtømmelse,<br>1.4 Forsuring,<br>1.5 Næringsstoftbelastning<br>2.0 Primærenergiforbrug:<br>2.1 Forbrug af ikke-vedvarende primærenergi,<br>2.2 Samlet forbrug af primærenergi,<br>2.3 Andel af vedvarende primærenergi  | Bygningsdele vælges uden LCA-vurderinger på baggrund af sædvanlige kriterier: Funktionalitet, æstetik, økonomi mv.   | Kravet kunne i casen opfyldes ved at udvælge gulve som bygningsdel. Ekstra rådgivnerhonorar i projektering. Udgifterne anses for marginale i forhold til samlet anlægsbudget.<br><br>Difference i anlægsudgifter, pr. etage m2: kr. 0.-  | Kvalitativ vurdering. Ekstra rådgivnerhonorar i projektering. Udgifterne anses for marginale i forhold til samlet anlægsbudget.<br><br>Difference i anlægsudgifter, pr. etage m2: kr. 0.- | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0.- | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0.-  | Er ikke relevant | Er ikke relevant    |  |
| Byggematerialer | 2.02 | Brug af skadelig kemi undgået i byggevarer | Der må ikke benyttes produkter og materialer, der indeholder stoffer opført på Miljøstyrelsens "Liste over uønskede stoffer". Kravet kan kun fraviges, hvis det ikke er muligt at finde egnede produkter. Kravet kan også overholdes ved efterlevelse af krav 2.03 Miljømærkning.  | Der vælges produkter som almindelig praksis samt overholdelse af arbejdsmiljøkrav. I praksis vurderes dette at opfylde kravet. Se bemærkninger.  | Kravet vurderes at være almen praksis i den udstrækning, at der findes tilgængelig information til at verificere at kravet overholdes. Øget fokus på kravet, dvs. efterspørgsel efter produkter med dokumentation for indholdstoffer og/eller garanti for overholdelse, kan ske ved at rådgiver og entreprenør prioriterer emnet.<br><br>Der påregnes ekstra rådgivnerhonorar samt byggeledelse, dog i begrænset omfang. Det er vigtigt, at kravet medtages i udbudsmateriale, og at entreprenør skal beskrive metoder til at overholde og dokumentere kravet.   | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0.-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0.- | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0.-  | Er ikke relevant | Er ikke relevant    | Tekst angivet i BR afsnit 6.3.2.1 omkring forurenninger fra byggematerialer. I dette afsnit skrives det, at der "skal anvendes byggematerialer, der afgiver mindst mulig forurening til indeklimaet" i form af krav til formaldehyd, ureaformaldehyd, f.eks. pva-, fenol-, resorcinol- eller isocyanatlim, asbest, - men derudover er der ikke besludt krav til indhold af skadelig kemi i byggevarer. Det vil sige, at dette krav et stykke hen ad vejen er en skærpet i forhold til BR2015<br><br>i Niras-rapporten fra 2009 er der vurderet, at meromkostninger ligger mellem 0-8%. Udrag af rapporten (side 23):<br>"Det er meget få tilfælde, hvor der ikke kan findes egnede alternativer. Problemet ved gennemførelsen af dette krav er, at det kræver, at dem, der vælger eller bruger produkterne, ved, hvad produkterne indeholder, og hvilke stoffer, der er på listen. Dette kan evt. løses ved at lade det være op til leverandøren at stå inde for." |
| Byggematerialer | 2.03 | Miljømærkning                              | Byggevarer skal overholde krav svarende til miljømærkerne Svanen, Blomsten eller Indeklimamærket. På grund af begrænset udbud gælder kravet kun for følgende byggevarer: Byggeplader og vægsystemer, gulve og gulvbelægninger og maling (samt lim, spartel, fugemasse). Hvis behovet indbefatter disse produktgrupper kan dækkes med byggevarer i henhold til kravet, skal det dokumenteres, at det valgte produkt ikke kan substitueres eller hvor en lav miljøpåvirkning kan dokumenteres på anden vis. Træbaserede byggevarer, som overholder dette krav, overholder samtidigt krav 2.04 Træ.   | ingen krav. Baseline produkter uden mærkning vælges for følgende produktgrupper: Akustikgipslofter Gulve, linoleum, vinyl og sportslinoleum Gulvlim Vinduer og døre Vægmalning Tagpap<br><br>Produkterne er valgt på baggrund af tilbudsstørrelse, betydende mængde og omkostning. Sammensatte konstruktioner som ovenlyst, som er tildannet af flere produkter, er ikke medtaget. | Der kan vælges mærkede varer inden for følgende relevante produktgrupper, hvor mærkede produkter findes, jf. Ecolabel.dk: Akustikgipslofter Gulvlim linoleum (OK), vinyl(ikke fundet) og sportslinoleum (OK) Gulvlim (ikke fundet) Vinduer og døre (ikke fundet) Tagpap Vægmalning (OK) Tagpap (ikke fundet)<br><br>Der vælges produkter i samme kvalitet som baseline når de findes, dvs. gode materialer egnede til formålet. I denne kvalitetskategori er produktpriser sammenlignelige for mærkede og ikke-mærkede produkter. Drift- og vedligeholdelsesudgifter anses ligeledes for sammenlignelige, hvis funktionalitet mv. indgår i valget af produkt. Det skal blot sikres, at prisbillige alternativer ikke vælges i den sidste ende. | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0.-  | I alt, difference i driftsudgifter pr. etage m2: kr. 0.-                                 | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0.-  | Er ikke relevant | Er ikke relevant    |  |
| Byggematerialer | 2.04 | Bæredygtigt træ                            | Produkter til byggeri og anlæg samt møbler og legeplader, hvori træ og træbaseret materiale indgår herunder nagefast inventar, skal være dokumenterbart bæredygtigt eller miljømærket. Kravet kan opfyldes på en af de to følgende måder:<br>Bæredygtigt træ:<br>Ved at følge statens regler på området som fastsat i cirkulæren om sikring af bæredygtigt træ i statens aftaler om varemåbuds, tjenesteydelser og bygge- og anlægsgarbejder og den dertil knyttede vejledning.<br>Miljømærket træprodukt:<br>Ved at eftervisse gyldig licens til det nordiske miljømærke Svanen eller EU's miljømærke Blomsten eller tilsvarende, hvori der bl.a. stilles krav om bæredygtig skovdrift og kemikalie indhold i produktet.<br>De betjeler, at alle produkter, som overholder krav 2.03 for et produkt anses for samtidigt at overholde 2.04.<br>Der henvises til Naturstyrelsens vejledning (2014).<br><br>Der må ikke anvendes imprægneret træ som indeholder biocider eller andre kunstige kemiske stoffer som er skadelige for omgivelserne. | Baseline: Ingen krav til miljømærkning, certificering eller fravalg af imprægneret træ.  | Der vælges FSC- eller PEFC certificeret træ samt miljømærkede produkter, hvor det er muligt, fx inventar.<br>Der er indhentet priser på trykprægneret træ og gran. Samlet set kan certificeret gran anvendes til de fleste formål uden væsentlige meromkostninger i forhold til ikke-certificeret træ og trykprægneret træ med korrekt valg af træart og udformning. I Dyvekeskolen er der ikke umiddelbart større arbejder med træ ud over tømmer, brædder, lister mv. i disse diverse reparationsarbejder. Det er ikke muligt at identificere nøjere, hvad og hvor meget. Der ses ikke at være stillet krav om miljømærket træ.<br>Se i øvrigt case 2 Skolen i Sydhavnen.  | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0.-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0.- | Vedligeholdelsesomkostning for trækonstruktioner i terræn er begrænset. Udskiftning af dele af konstruktionen, som nedbrydes gaa og råd, må påregnes. Dertil kommer præventive foranstaltninger, f.eks. til friholdelse af konstruktionen fra beplantning, ryddelighed i søg omkring skure. Meget af dette kan understøttes i planlægningstiden. Skønsmæssigt kan udgiften sættes til 10% af anlægsprisen over 30 år.<br>- Se i øvrigt Case 1 Renovering af alment boligbyggeri - Parkskellet.<br><br>Vedligeholdelsesudgifter er ikke beregnet. | Er ikke beregnet | Er ikke beregnet    | Ved fravalg af trykprægning bliver valg af træart samt konstruktiv træbeskyttelse ekstra vigtigt, dvs. udformning af konstruktionen, så den er beskyttet mod fugt og samtidig sikring af hurtig udtørring af den fugt, som alligevel kommer i træet. F.eks. sørg for fri luft omkring konstruktioner som skure (minus beplantning på og lige omkring skure!), beskyt mod opspræng. Ved yderligere valg af certificeret træ er nordisk/nordeuropaisk træ ofte det bedste alternativ. Samtidig mindkes transport af træet. Levetiden for et korrekt udført træbyggeri af ubehandlet gran angives af Tekno-logisk Institut til mere end 15-20 år for facadebeklædning "med risiko for lejlighedsvis, begrænset opfugning og relativ hurtig udtørring" (DIFEN 335) og ca. 10 år for stolper. Jo bedre udformning (mindst mulig opfugning, hurtig udtørring), desto længere levetid. Accoya® eller termotræ (ThermoWood) er begge certificerede alternativer.           |

| Thema                           | Nr.  | Titel   | Krav   | Baseline: Case som den vil være ift. BR15/almen praksis  | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16   | Øgede anlægsudgifter fra baseline til MBA16  | Driftsbesparelse, difference mellem baseline og ift. LAR  | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og ift. LAR  | Totaløkonomi          | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger  |
|---------------------------------|------|---|--|--|---|--|---|---|-----------------------|---------------------|---|
| Vand                            | 3.02 | Håndtering af regnvand                                    | Krav om håndtering af regnvand<br>Regnvand skal opsamlles og anvendes lokalt som erstatning for drikkevand eller nedvises efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR), i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt.<br><br><b>Prioriteringsstrappe for nybyggeri:</b><br>Slettet i dette skema - ikke relevant<br><br><b>Større helhedsrenovering:</b><br>Ved helhedsrenovering skal regnvand fra tage og befæstede opholdsarealer, i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt, genanvendes lokalt, nedvises efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR) eller om muligt afledes til et vandområde, en skybrudvej eller et forsikelsesbassin.<br><br>Prioriteringsstrappe for større renovering:<br>1. Opsamling og anvendelse af tagvand til fællesvaskeri, vanding eller bivaak<br>2. Grønne tage og/eller LAR løsninger<br>3. Tiltulning til kloak<br><br>Bygninger skal skybrudssikres svarende til en vandstand på op til 10 cm over gadeniveau i udsatte områder. | Alt regnvand uledes til kloak  | Ad. 1 Rådgiver foreslag, at regnvand fra bygningernes tage føres via UV system inde i bygningen til regnvandstanke i terræn. Fra tankene pumpes vandet til alle toiletområder samt vaskemaskiner. (Fra projektforslag). Forslaget<br><br>Ad. 2 Grant tag: Kun let sedumtag er muligt, anlægsudgift 5,9 mio. kr. - fravalgt, da totaløkonomi af rådgiver er vurderet meget ringe.<br><br>Ad. 3 LAR-løsning med kombineret regnvandsbed med membran i bunden samt overløb til underliggende faskine. Tagvand fra ca. 273 af tagarealer afkobles kloak men der er i casesanalysen regnet på fuld afledning til kloak, dvs.11.700 m2. Totalt opptvuningsvolumen i faskiner: 275 m3, dimensioneres til 5-års hændelse med klimafaktor 1,2 ved hjælp fra Spildevandskomiteens LAR dimensioneringsværktøj. | Der er ikke anlægsomkostninger ved baseline. Samlede udgifter for etablering af vandafledning (faskine) ifm. renovering af Dyvekeskolen 3.043.150,-<br><br>Difference, anlægsudgifter: 217kr/m <sup>2</sup>  | Deltvis tilbagebetaling af tilslutningsbidrag, hvis regnvand kobles fra kloakken. Tilslutningsbidraget udgår i 2014 kr. 59.630,81 inkl. moms jf. HOFOR.<br>Den delvise tilbagebetaling er estimeret til 30.000 kr. for nærværende sag.<br>Der er ikke driftsbesparelse ved LAR-anlægget (sparet energi eller vandforbrug) | LAR-anlæg: Renholdelse af tagrender og sandfang, fejning og renholdelse af befæstede arealer, som ligger hen til faskinerne, tilsyn med brænde, sandfang og nådoverløb: Kr. 40.000,-/år.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 3,- | 230 kr/m <sup>2</sup> | > 3r 30             |   |
| Bynatur                         | 4.01 | Dokumenteret ren jord på øverste ½ og hele meter          | Hvor terræn berøres af et anlægs- og renoveringsprojekt, og hvor især børn efterfølgende kan komme i kontakt med jorden, skal det sikres, at den øverste halve meter består af dokumenteret rene materialer (jord og andre fyldmaterialer). Anlægges der legearealer med bakker og liggende med stort slid, skal de dækkes med 1 meter dokumenteret rene materialer.   | Grunden, hvor Dyvekeskolen er bygget, er områdeklassificeret. Dette indebærer at al afgrævet jord skal behandles i henhold til Københavns Kommunes krav til "Byggeri og gravearbejde på kortlagt grund".<br>Endvidere stiller kommunen generelt følgende krav: "Når der skal bygges en ny bolig, børneinstitution, offentlig legeplads, kolonihave eller sommerhus på en grund, er det et krav, at de øverste 50 cm af jorden ikke er forurenede."<br>(http://www.kk.dk/artikel/bygge-og-gravearbejde-95C3%A5-om%9C3%A5deklassificeret-grund). | Kravet vurderes i det store og hele at være almen praksis i Københavns Kommune grundet gældende regler. Det vil derfor være mere hensigtsmæssigt at henvisne til disse.<br>Eneste undtagelse er kravet om 1 meter dokumenteret rent materiale, hvor der anlægges legearealer med stort slid.<br><br>Casen: På ikke-befæstede arealer, dvs. legearealer og boldbane skal forurenet jord fjernes og erstattes med ren jord. Krævet er opfyldt via gældende regler.  | I alt, anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>I alt, difference i vedligeholdelsesudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Ikke relevant         |                     | Kravet om 1 meter dokumenteret ren jord på legearealer med stort slid foreslås indarbejdet i de generelle regler frem for at være et enkeltstående krav i MBA16. MBA16 foreslås det at henvisne til generelle regler, evt. med link til relevant side på KK.dk. |
| Bynatur                         | 5.02 | Tilført jord  | Tilført jord og andre fyldmaterialer skal være dokumenteret rene, når de skal udlægges på ubefæstede arealer.  | Kravet vurderes at være almen praksis i Københavns Kommune med henvisning til gældende regler. Se krav 4.01  | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-   | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Ikke relevant   |                       |                     | MBA16 foreslås det at henvisne til generelle regler, evt. med link til relevant side på KK.dk.  |
| Resourceneffektivitet og affald | 5.05 | Pladsforhold til kildesortering i kommunale institutioner | Kommunens målbæring er åget kildesortering af affald i kommunale institutioner. Derfor skal affaldssortering i institutioner være overskueligt, nemt tilgængeligt og tilstrækkeligt dimensioneret, så alle bruger kan deltage i sorteringen. Der skal opstilles tilstrækkeligt materiale til udendørs opbevaring af affald således at det tillader en uproblematisk afhentning af affald. Der må ikke installeres skraldesug til restaffald i de kommunale institutioner.  | Kommunens krav til affaldssortering overholdes, men der tages ikke særlig hensyn til pladsforhold og tilgængelighed. Almen praksis mht. hygiejnekrav overholdes.   | kildesortering i institutioner skal være muligt på en hygiejnisk måde og i børnehøjde.<br>Antagelse: Organisk affald i lukket beholder med daglig tømming, øvrige beholdere (papir, pap, plast mv.) i beholdere af tilsvarende størrelse.<br>Pladsforhold til udendørs opbevaring kan betyde, at andre aktiviteter har mindre plads. Udendørs beholdere leveres af kommunen.  | I alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Ikke relevant         |                     |   |
| Resourceneffektivitet og affald | 5.08 | Screening med henblik på genbrug                          | Inden en planlagt nedrivning eller renovering skal bygherren, i god tid inden denne, lave en kortlægning der viser, hvilke bygningsdele der, i givet fald, vil være egnede til genbrug.<br>Dette gælder f.eks. mursten, døre og vinduer.<br><br>Kortlægningen skal sendes til Center for Miljøbeskyttelse sammen med kommunens Anmeldelseesskema for byggeaffald.  | Der er intet krav herom. Medmindre andet er beskrevet i projektmaterialet er det kun "løsnings"/"tilfældige" materialer som genbruges efter bygherres eller entreprenørens ønsker.   | I casen er der gjort forsøg på at genbruge shingels fra taget i LAR-anlægget (faskiner). Dette kunne ikke teknisk lade sig gøre. Øvrige bygningsdele var ikke egnede til genbrug og der derfor nedrevet og adskilt efter gældende regler til genanvendelse. Der er et klart økonomisk incitament for nedrivningsentreprenøren til at sikre genanvendelse af materialerne.   | En screening medfører ekstra rådgiverhonorar i meget begrænset omfang.<br><br>I alt, anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Ikke relevant         |                     |   |
| Resourceneffektivitet og affald | 5.09 | Screening for miljøfremmede stoffer                       | Ved nedrivning eller renovering af bygninger skal bygherren foretage en screening for miljøfremmede stoffer. Hvis screeningen viser miljøfremmede stoffer, skal der udarbejdes en detaljeret kortlægningsrapport af ejendommen.  | Baseline er almen praksis i Københavns Kommune med hensyn til screening og sortering af byggeaffald og arnsiddelse af byggeaffald efter gældende regler (http://www.kk.dk/byggeaffald), herunder screening. Der er konstateret PCB omkring vinduerne.  | Baseline opfylder kravet.   | En screening medfører ekstra rådgiverhonorar til analyse og planlægning af sanering, begrænset omfang og omfattet af baseline.<br><br>I alt, anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-                            | Der er ingen driftsbesparelse ved kravet.<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. 0,-  | Der er ingen ekstra vedligeholdelsesudgifter ved kravet.<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Ikke relevant         |                     |   |
| Indeklima                       | 6.01 | Luftkvalitet  | I daginstitutioner, skoler og kontorer må CO2 koncentrationen ikke længere perioder overstige 1000 ppm.  | Intet krav.<br>I casen installeres mekanisk ventilation m/ genvinding og samt nyt CTS-anlæg da eksisterende anlæg var udfjernet og styringen heraf uhensigtsmæssig.  | Mekanisk ventilation m/ genvinding og samt nyt CTS-anlæg er baseline. Der skal installeres PIR- og CO2-følere i hvert klasserum til regulering af luftmængde for at kunne opfylde kravet, skønt til 40 rum. CO2 indhold skal kunne overstyre luftmængde i forhold til temperatur. Samlet luftmængde antages ikke at berøres pga. optimal styring.   | Installation af nyt CTS anlæg kr. 1.915.000,-<br>Renovering af ventilationsanlæg kr. 4.043.750,-<br>I alt, inkl. byggeplads og uforudsete udgifter kr. 7.078.995,-<br>Anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 506,- | Kvalitativ vurdering: Driftsbesparelsen ses i sammenhæng 6.02 termisk indeklima. I besparelsen indgår sparet driftspersonale, optimering pga. CTS-styring og sparet et og varme)<br>Årlig besparelse driftsudgift: kr. - 651.516,-<br><br>Årlig difference, driftsudgift: kr. - 47,-                                      | Skiftning af filtre mv. er en lille udgift, men generelt er nye anlæg stort set vedligeholdsfri. Årlig vedligeholdelsesudgifter: kr.56.000,-<br><br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-   | Kr. - 259,-           | 15 år               | Kravene 6.01 og 6.02 har ikke til formål at sikre energibesparelse men fremme sundhed og trivsel - og i dette tilfælde indlæring.   |

| Temu         | Nr.  | Titel   | Krav  | Baseline: Case som den vil være iht. BR15/almen praksis  | MBA16: Case som den vil være iht. MBA16  | Øgede anlægsudgifter fra baseline til MBA16   | Driftsbesparelse, difference mellem baseline og M16   | Vedligeholdelsesudgifter, difference mellem baseline og M16  | Totaløkonomi  | Tilbagebetalingstid | Bemærkninger  |
|--------------|------|---|---|--|--|---|---|--|---------------|---------------------|---|
| Indeklima    | 6.02 | Termisk indeklima   | Følgende temperaturintervaller skal overholdes: Vinter 20 °C – 24 °C og Sommer 23 °C – 26 °C, svarende til Kategori B i EN 15251. Indtemperaturen må maksimalt overskride 100 timer > 26 °C og 25 timer > 27 °C pr. år, jf. DS 474. Omlægning af kritiske rum, der skal indgå i simulering af det termiske indeklima på solrige dage, uftales nærmere med bygherre.   | Nyt ventilationsaggregat med varmegenvinding på ventilationsanlæg 4, 5 og 9 er foreslået i Energimærke, men anlæggene er generelt vurderet til at være udtjente og skiftes til nye anlæg genvinding samt nyt CTS-anlæg.  | Installation af nyt mekanisk ventilation - nyt/genvinding, cts-anlæg   | Ekstrakostninger er omfattet af ovenstående.  | Kvalitetsvurdering: Driftsbesparelsen tilskrives 6.01 luftkvalitet. Der er ingen driftsbesparelse ved kravet. | Skiftning af filtre mv. er en lille udgift, men generelt er nye anlæg stort set vedligeholdsfri. Årlig vedligeholdelsesudgift er tilkrevet krav 6.01 | Se 6.01       | se 6.01             |   |
| Byggeforhold | 7.01 | Genanvendelse af jord   | Håndteringen af overskudsjord i et projekt skal så vidt muligt ske i en helhedsorienteret og bæredygtig proces som indtænkes tidligt i et projektforslag. Det vil som udgangspunkt sige, at ren eller lettere forurenede overskudsjord fra et byggeprojekt skal betragtes som en ressource frem for et restprodukt. Overskudsjord fra et anlægsprojekt skal så vidt muligt håndteres lokalt, så kombar og miljøbelastende flytning undgås enten i eget projekt eller i andre kommunale eller private projekter. | Ren eller lettere overskudsjord bortskaffes i det omfang, der ikke umiddelbart er anvendelsesmuligheder for den på stedet. I casen er grunden områdeklassificeret men erklæret egnet til LAR-anlæg. Der er sket meget begrænset udgravning i projektet, da det ikke omfatter udvidelse af byggeriet.   | Hvis overskudsjord skal håndteres lokalt, dvs. opbevares på byggepladsen eller transporteres direkte et egnet projekt, at der er plads til opbevaring eller transport kan ske i umiddelbar tilknytning til udgravningen. Det kræver dog, at de nødvendige jordanalyser kan foretages løbende uden at skabe forsinkelse for entreprenøren. I disse tilfælde vil omkostningerne være de samme som ved normal bortskaffelse. I casen er jord kun flyttet i meget begrænset omfang i forbindelse med landskabsprojektet. | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter<br>i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Kravet medfører ikke øgede driftsudgifter<br>Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-                        | Kravet medfører ikke øgede vedligeholdelsesudgifter.<br>Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-  | Ikke relevant | ikke relevant       |   |
| Byggeforhold | 7.02 | Jordforurening skal fjernes   | Hvis en jordforurening udgør et miljø- eller sundhedsmæssigt problem, skal forureningen fjernes.  | Se Bemærkninger. Det antages, at der findes en gammel oiletank på grunden, som ikke generer udgravning, pilotering eller lignende og er direkte årsag til forurening. I baseline vil tanken blive liggende.  | Som kravet fortløses af KK, skal tanken graves op, hvilket medfører ekstrakostninger til jordentreprenør (formentlig udgifter for den egentlige byggeopgave).  | Opgravning af oiletank ansås til kr. 25.000,- inkl. bundtætning af tank, opgravning og bortskaffelse.<br>i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 2,- | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-   | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-  |               |                     | KK's begrundelse for kravet: "Dette står ikke i lovgivningen og er yderst vigtigt at få med. Det er ud fra dette at vi for eksempel får fjernet gamle oiletanke på skoler osv. Vi har nemlig ikke lovhjemmel til at forlange at en oiletank opgraves."<br>Kravet er uklart formuleret: Gamle oiletanke mv. er ikke nødvendigvis kilde til forurening og kan ligge således, at de ikke berører projektet. Det bør defineres, hvad der menes med "et miljø- eller sundhedsskadeligt problem".   |
| Byggeforhold | 7.06 | Materialenyttiggørelse for at undgå deponi  | Ved bygge- eller anlægsarbejde, der omfatter nedrivning og/eller renovering, skal alle materialer, som egner sig til materialenyttiggørelse, siksesorteres og renses således at man sikrer, at materialerne kan genbruges eller genanvendes og ikke bliver deponeret. Uforurenede stenmaterialer skal nedkasseres og genanvendes på stedet med mindre Center for miljøbelysning vurderer, at det ikke er acceptabelt for omgivelserne.  | Baseline er almen praksis i Københavns Kommune med hensyn til sortering af byggeaffald og anmeldelse af byggeaffald efter gældende regler ( <a href="http://www.kk.dk/byggeaffald">http://www.kk.dk/byggeaffald</a> ), herunder screening. For genanvendeligt affald er der et økonomisk incitament i at sortere affaldet til genanvendelse, da usorteret affald er langt dyrere at bortskaffe, men ikke nødvendigvis genbrug, som kræver mere omhyggelighed i nedrivningen. | Et positivt resultat af screeningen (= materialer og komponenter er egnede til genbrug) vil yderligere kræve ekstraarbejde for entreprenøren. Se krav 5.08. Tagpaptaget på bygningen var dækket af shingels, som blev sagt genbrugt på stedet i forbindelse med etablering af faskiner til LAR. De var ikke egnede hertil og andre anvendelsesmuligheder blev heller ikke fundet. Øvrige materialer var uegnede til genbrug, sorteret til genanvendelse som i baseline.  | i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-  | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-   | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-  |               |                     | Kravet kan ikke prissættes i casen (andret end kr. 0,- fordi der ikke indgår nedrivning) og er svært at prissætte generelt, da  |
| Byggeforhold | 7.07 | Partikelfilterkrav på arbejdsmaskiner   | Ikke-vejløende arbejdsmaskiner skal kunne overholde krav til etage III B eller nyere Europæiske stage krav. Ældre ikke-vejløende arbejdsmaskiner (Stage IIIa og derunder) > end 19 kW skal være forsynet med godkendte partikelfilter.  | Entreprenøren må anvende alt lovligt materiale på byggepladsen, dvs. også ældre materiale, som ikke er omfattet af EU-krav til emissioner, men som stadig må anvendes.   | Ældre materiale ældre skal forsynes med partikelfilter. Kravet er svært at definere som case til værdisætning og beregning. Større danske entreprenører vil ikke mærke kravet, da de udskifter materiale løbende eller lejer af byggepladsentreprenører. Mindre entreprenører vil tvinges til at leje nyt materiale eller påmontere filter på eget ældre udstyr. I hovedparten af sagerne vurderer vi, at det ikke vil føre til ekstra anlægsudgifter pga. konkurrencevilkår. Se bemærkninger.                       | Kravet medfører ikke øgede anlægsudgifter<br>i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 0,-   | Årlig difference, driftsudgifter: kr. 0,-   | Årlig difference, vedligeholdelsesudgifter: kr. 0,-  |               |                     | Kravet vurderes helt rimeligt af hensyn til såvel arbejdsområde som omgivende miljø, men det er uklart formuleret og kan muligvis opfattes som en teknisk handelshindring. En rundringning til større entreprenører og byggeledere viser, at problemet først og fremmest er aktuelt i forhold til små og mellemstore entreprenører samt udenlandske entreprenører, som selv ejer deres materialer. Store danske entreprenører lejer eller udskifter løbende materialer, som sjældent bliver mere end 10 år gammelt (=opfylder EU-krav). Det anbefales at tage kontakt til Miljøstyrelsen, som står for EU-kravet, og Arbejdstilsynet for præcisering af kravet. |
|              |      | Rågevrydelser og mindre anlægsudgifter, som ikke øger anlægsudgifter i det enkelte krav |   |  | Samlert vurderes en række af de mindre udgifter til opfyldelse af kravene til at udgøre 0,5 % af anlægssummen  | Samlerte udgifter 0,5 % af kr. 80,5 mio. = kr. 403.000,-<br>i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 29,-   |   |  |               |                     |   |
|              |      | Samlerte udgifter, difference mellem baseline og MBA16                                  |   |  |  | i alt, difference i anlægsudgifter pr. etage m2: kr. 633,-<br>Den samlede anlægsudgift for at efterleve MBA 16 udgør 11 % af anlægssummen.                        | i alt, difference i driftsudgifter pr. etage m2: kr. -56,-  | i alt, difference i vedligeholdelsesudgifter pr. etage m2: kr. + 21,-  |               |                     |   |

NOVEMBER 2015  
KØBENHAVNS KOMMUNE

# VURDERING AF MBA16 KRAV I RELATION TIL ALMENE BOLIGER

CASESTUDIE: TOTALØKONOMISK ANALYSE AF MBA16 KRAV TIL RENOVERING  
AF ALMENE BOLIGER



AAB AFD. 111 PARKSKELLET



NOVEMBER 2015  
KØBENHAVNS KOMMUNE

# VURDERING AF MBA16 KRAV I RELATION TIL ALMENE BOLIGER

CASESTUDIE: TOTALØKONOMISK ANALYSE AF MBA16 KRAV TIL RENOVERING  
AF ALMENE BOLIGER

PROJEKTNR. A075666  
DOKUMENTNR.  
VERSION B  
UDGIVELSESDATO 15.11.2015 (version B)  
18.10.2015 (version A)  
UDARBEJDET Michael Jørgensen  
Marianne Fox  
Karsten Ingerslev Jensen  
Cong Trung Vu m.fl.  
KONTROLLERET Per Stabell Monby  
GODKENDT Michael Nielsen





# INDHOLD

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Formål og baggrund</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1      | Bruttoliste af kommende MBA16 krav   | 6         |
| 1.2      | Case-analysens fokus og metode   | 8         |
| 1.3      | Identifikation af relevante krav for casen   | 8         |
| <b>2</b> | <b>Case: AAB Afd. 111 Parkskellet</b>  | <b>12</b> |
| <b>3</b> | <b>Analyse af MBA16 krav på case Parkskellet</b>   | <b>15</b> |
| 3.1      | Krav 1.03 Energoptimering i større renoveringer  | 15        |
| 3.2      | Krav 1.06 Energistyring og adfærd i alment<br>nybyggeri og i forbindelse med helhedsrenovering | 19        |
| 3.3      | Krav 1.07 Effektiv belysning   | 20        |
| 3.4      | Krav 1.10 Bygas i eksisterende byggeri   | 22        |
| 3.5      | Krav 1.13 Optimerede driftsindstillinger   | 23        |
| 3.6      | Krav 2.01 Livscyklusvurdering (LCA)  | 23        |
| 3.7      | Krav 2.04 Bæredygtigt træ  | 24        |
| 3.8      | Krav 3.01 Måling af koldt og varmt brugsvand   | 27        |
| 3.9      | Krav 3.02 Håndtering af regnvand   | 28        |
| 3.10     | Krav 6.04 Støj   | 30        |
| <b>4</b> | <b>Konklusion og anbefalinger</b>  | <b>32</b> |
| 4.1      | Resultatskema  | 32        |
| 4.2      | Generelle bemærkninger til de enkelte krav   | 35        |

# 1 Formål og baggrund

I forbindelse med det kommende bygningsreglement BR2015 har Københavns Kommune besluttet at foretage en gennemgribende revision af MBA 2010. I løbet af de fem år MBA 2010 har eksisteret, er der dels sket finjusteringer af kravene, dels indhentet en del erfaringer med implementering af kravene og dermed deres effekt i praksis.

Disse erfaringer er sammen med et grundigt analysearbejde i kommunens berørte magistrater samt en økonomisk analyse af udvalgte krav<sup>1</sup> baggrunden for oplægget til den kommende Miljø i Byggeri og Anlæg (MBA16). Titlen MBA16 tydeliggør, at de udvalgte krav har fokus på miljø men er kritisk afvejet i forhold til deres sociale og økonomiske konsekvenser.

København skal fortsat være på forkant inden for bæredygtigt byggeri og anlæg. MBA16 er et led i implementeringen af relevante kommunale planer på miljøområdet. Københavns Kommune ønsker at påvirke byggeri og anlægsprojekter i en tid, hvor der bygges og anlægges meget i København. Det er fortsat intentionen her ved at skærpe Københavns internationale grønne profil og generere grøn vækst.

Formålet med denne caseanalyse er at belyse eventuelle ekstra anlægsomkostninger og totaløkonomi ved at efterleve MBA16 set i forhold til at leve op til gældende lovkrav samt at følge almindelig praksis for et konkret større renoveringsprojekt af almene boliger.

## 1.1 Bruttoliste af kommende MBA16 krav

Den økonomiske analyse af udvalgte krav i "Analyse af potentielle krav i byggeri og anlægsprojekter" (COWI, sept. 2015) omhandlede en anlægs- og totaløkonomisk analyse samt en samfundsmæssig analyse af en række krav fra MBA 2010 og forslag til kommende krav i MBA16 på baggrund af cases og scenarier. Hertil blev der lavet en miljømæssig analyse af en del af kravene samt en række kvalitative overvejelser og anbefalinger.

---

<sup>1</sup> Analyse af potentielle krav i byggeri og anlægsprojekter (revision af Miljø i Byggeri og Anlæg), COWI september 2015

På baggrund af dette arbejde har KK arbejdsgruppen udarbejdet en bruttoliste på 51 krav til den kommende MBA16. Kravene fordeler sig i følgende temaer:

- › Energi og CO<sub>2</sub>, 13 krav
- › Materialer og kemikalier, 7 krav
- › Vand og afløb, 3 krav
- › Byens rum, liv og natur, 7 krav
- › Affald, 10 krav
- › Indeklima, 4 krav
- › Byggepladsen, 7 krav

For den enkelte projekttype og modtager/bygherre vil en række af de 51 krav være gældende. I modsætning til tidligere sættes der derfor tydeligt målgruppe på de enkelte krav, såvel på projekttype som modtager (bygherre). Ud for hvert krav er markeret med overstregning, hvis kravet ikke er relevant for hhv. projekttypen og modtager/bygherre. Kravet er kun relevant, når såvel projekttype som modtager/bygherre for projektet er nævnt.

| Projekttype    | Modtager/bygherre                  |
|----------------|------------------------------------|
| Nybyggeri      | KK byggeri                         |
| Tilbygning     | KK anlæg                           |
| Ombygning      | Almene                             |
| Renovering     | Byfornyelse                        |
| Installationer | Håndværkerydelser under kr. 3 mio. |
| Nedrivning     | Andre/private                      |
| Pavilloner     |                                    |

Figur 1 Målgrupper for kommende MBA16 krav

Den begrundede bruttoliste er sendt i høring til en række interessenter i og uden for kommunen. Sideløbende med dette ønsker kommunen en analyse af de nye kravs påvirkning af økonomien i de typiske byggesager, som berøres af kravene.

Der er i disse år meget stort fokus på renovering af den eksisterende bygningsmasse i København, da det er her, at de store bæredygtighedsgevinster kan høstes. Det har derfor været overvejet at analysere en eller flere af følgende typer af byggesager:

- › Et renoveringsprojekt af almene boliger
- › Et renoveringsprojekt af et kommunalt byggeri – en skole eller institution
- › Et nybyggeri – en skole

Denne rapport omhandler analysen af et større renoveringsprojekt af almene boliger.

## 1.2 Case-analysens fokus og metode

I den konkrete case, AAB Afdeling 111 Parkskellet, tages der udgangspunkt i det foreliggende renoveringsprojekt, som omfatter en helhedsrenovering.

Anlægs- og totaløkonomien skønnes/beregnes af de ni udvalgte krav ud fra projekt materialet og generelle erfaringer og sammenlignes med høringsudgaven af BR2015 og almindelig praksis på området. På nogle områder er renoveringen af Parkskellet så omfattende, at de fremtidige MBA16 krav faktisk allerede er opfyldt med renoveringsprojektet, og det har derfor været nødvendigt i nogle få tilfælde at "regne baglæns" for at finde niveauet for almindelig praksis. Projektet er udført efter gældende MBA2010.

Ud over de økonomiske beregninger er kravene vurderet kvalitativt på miljømæssig og social bæredygtighed, hvor det er relevant. Resultater og vurderinger fra "Analyse af potentielle krav i byggeri og anlægsprojekter" (COWI, sept. 2015) indgår desuden som baggrundsmateriale i vurdering af den aktuelle case.

På denne baggrund konkluderes på et mere generelt niveau, om kravet er relevant og fordyrende i anlægs- og totaløkonomisk henseende.

## 1.3 Identifikation af relevante krav for casen

COWIs fageksperter har i samarbejde med KK arbejdsgruppen gennemgået og vurderet relevansen af MBA16 Bruttolistens krav i forhold til større renoveringer af almene boliger. Samtidig er det vurderet, om kravet adskiller sig fra eller er en skærpelse i forhold til BR2015 eller almindelig praksis, og om kravet forventes at have mærkbare økonomiske konsekvenser for byggesagen.

Ni krav er på den baggrund identificeret, som skal indgå i analysen på den konkrete igangværende renoveringssag.

Desuden er krav 6.04 Støj medtaget i analysen, selvom den konkrete bebyggelse ikke er støjbelastet over grænseværdien.

| Nr.           | Titel                                  | Krav  |
|---------------|--|---|
| <b>ENERGI</b> |  |   |
| 1.03          | Energioptimering i større renoveringer | Ved større renoveringer skal: <ul style="list-style-type: none"><li>- bygninger med energimærke G forbedres mindst 3 trin</li><li>- bygninger med energimærke F og E forbedres mindst 2 trin</li><li>- øvrige bygninger forbedres mindst 1 trin</li></ul> |

| Nr.                                    | Titel   | Krav   |
|--|---|--|
| 1.06                                   | Energistyring og adfærd i alment nybyggeri og i forbindelse med helhedsrenovering | <p>I forbindelse med større renoveringer og i nybyggeriet skal der etableres fjernvarme-bimålere på bygningsniveau i de almene afdelinger.</p> <p>Ved fakturering af varmeforbrug skal forbruger kunne sammenligne varmeforbrug med gennemsnittet for afdelingen og med tidligere år.</p>  |
| 1.07                                   | Effektiv belysning  | <p>Belysningsystemer - både indendørs og udendørs - skal være energieffektive og af høj belysningskvalitet.</p> <p>Ved fornyelse af gamle anlæg og etablering af nye følges Energistyrelsens vejledning for belysning. Vejledningen omfatter energimærke for enkelte lyskilder og anbefalede maksimale elforbrug til almenbelysning. <a href="http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhverv/indkoeb-og-adfaerd/indkoebsanbefalinger/belysning">http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhverv/indkoeb-og-adfaerd/indkoebsanbefalinger/belysning</a> (<a href="http://spareenergi.dk/forbruger/el/belysning">http://spareenergi.dk/forbruger/el/belysning</a>).</p> <p>For at sikre kvaliteten af lyset stilles der krav til lyskildernes Ra-værdi og farvetemperatur.</p> <p>Udendørs belysning: Ra-værdi: Generelt min. 70 dog min. 80 i områder med ophold, gågader, parker o.lign., Farvetemperatur på 3000-4000K (Københavns belysningsstrategi).</p> <p>Indendørs belysning: Ra-værdi min 80, Farvetemperatur i indendørs belysning er 2700-3200. På arealer hvor lyskvalitet er særlig vigtig (fx spiseafdeling, ophold og toilet) anvendes lyskilder med Ra-værdi på 90.</p> |
| 1.10                                   | Bygas i eksisterende byggeri  | <p>I gasforsynet eksisterende byggeri skal gasinstallationen renoveres og reetableres. Ved etablering af nye boliger i eksisterende gasforsynet byggeri skal der anvendes gas i de nye boliger (fx nye tagboliger og sammenlagte lejligheder). En aktiv måler skal være tilsluttet i alle gasforsynede boliger, - eller ejendommen skal tilmeldes under "flat rate ordningen".</p>   |
| 1.13                                   | Optimerede driftsindstillinger  | <p>Krav om systematisk opfølgning på drift og indstillinger (tider, temperaturer, luftmængder mv.) af varme- og ventilationsanlæg og udstyr ved aflevering og 5-årgennemgang.</p>  |
| <p><b>MATERIALER OG KEMIKALIER</b></p> |   |  |

| Nr.                  | Titel                              | Krav  |
|----------------------|------------------------------------|---|
| 2.01                 | Livscyklusvurdering (LCA)          | <p>Der skal udføres livscyklusvurderinger af forskellige varianter af bygningsdele, som skal bruges til at kvalificere valg af konstruktionen ud fra ressourcernes miljøpåvirkning.</p> <p>Bygherren skal vælge mindst én af følgende bygningsdele og udføre mindst to varianter af selve. Valget af bygningsdel og varianter skal begrundes med henblik på minimeringen af materialernes miljøpåvirkning i det samlede projekt.</p> <p>Primær bygningsdel: 1. Bygningsbasis, 2. Ydervægge, 3. Indervægge, 4. Dæk, trapper, ramper, altaner, lofter, 5. Tage eller 6. VVS.</p> <p>LCA skal forholde sig til følgende indikatorer: 1.0 Miljøpåvirkninger: 1.1 Global opvarmning, 1.2 Ozonnedbrydning, 1.3 Fotokemisk ozondannelse, 1.4 Forsuring, 1.5 Næringssaltbelastning 2.0 Primærenergiforbrug: 2.1 Forbrug af ikke-vedvarende primærenergi, 2.2 Samlet forbrug af primærenergi, 2.3 Andel af vedvarende primærenergi</p> |
| 2.04                 | Bæredygtigt træ                    | <p>Træ og træbaserede byggevarer skal overholde statens cirkulære om sikring af bæredygtigt træ (2014) eller opfylde de officielle miljømærkninger kriterier.</p> <p>Bæredygtigt træ er træ fra bæredygtig forvaltede skove eller genbrugstræ, som dokumenteres ved certificeringerne FSC og PEFC. De officielle miljømærker Svanen eller Blomsten indeholder ligeledes krav om bæredygtigt træ og anses derfor som anden mulighed til at opfylde både dette krav og krav 3.3.</p> <p>Der må ikke anvendes imprægneret træ.</p>   |
| <b>VAND OG AFLØB</b> |                                    |   |
| 3.01                 | Måling af koldt og varmt brugsvand | <p>Ved nybyggeri skal der installeres individuelle koldt- og varmtvandsmålere, hvis antallet af målere kan begrænses til 4 pr. boligenhed.</p> <p>Ved renovering af eksisterende vandinstallationer skal der installeres individuelle koldtvandsmålere, hvis antallet af målere kan begrænses til 2 pr. boligenhed. Såfremt der for en ejendom kan dokumenteres et stabilt eller faldende vandforbrug på under 100 LPD over en 3-årig periode, kan vandmålere udelades dersom der udføres tilgængelige passtykker for senere måleretablering. Kravet er gældende ved køkken og badeværelsesmoderniseringer.</p>   |

| Nr.              | Titel   | Krav  |
|------------------|---|---|
| 3.02             | Håndtering af regnvand  | <p>Ved nybyggeri skal regnvand fra tage og befæstede opholdsarealer, i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt, genanvendes lokalt, nedsives efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR) eller om muligt afledes til et vandområde, en skybrudsvej eller et forsinkelsesbassin.</p> <p>Prioriteringstrappe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Genanvendelse af tagvand til toiletskyl eller vanding</li> <li>2. Grønne tage og/eller vegetative LAR-løsninger</li> <li>3. LAR løsninger i form af nedslivningsanlæg og belagte forsinkelsesbassiner</li> <li>4. Udledning til kloak</li> </ol> <p>Ved helhedsrenovering skal regnvand fra tage og befæstede opholdsarealer, i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt, genanvendes lokalt, nedsives efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR) eller om muligt afledes til et vandområde, en skybrudsvej eller et forsinkelsesbassin. Bygningerne skal skybrudssikres svarende til en vandstand på op til 10 cm over gadeniveau i udsatte områder.</p> <p>Prioriteringstrappe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skybrudssikring af eksisterende bygninger</li> <li>2. Genanvendelse af tagvand til toiletskyl eller vanding</li> <li>3. Grønne tage og/eller LAR løsninger</li> <li>4. Udledning til kloak</li> </ol> |
| <b>INDEKLIMA</b> |   |   |
| 6.04             | <p>Støj</p> <p>(Den konkrete case er ikke støjbelastet, men et scenarium er konstrueret til at belyse kravet)</p> | <p>For at nedsætte støjgenerne væsentligt for flest mulige beboere i ejendomme beliggende ud til støjbelastede veje (&gt;58 dB), giver Byfornyelsen til disse ejendomme kun støtte til vinduesrenovering/udskiftning af vinduer, som minimum overholder kravene til klasse D i Dansk Standard 490 (Lydklassifikation af boliger). Dette betyder at vinduesudskiftningen skal medføre et indendørs støjniveau fra trafik som bliver mindre end <math>L_{den}</math> 38 dB.</p>   |



## 2 Case: AAB Afd. 111 Parkskellet

AAB Afd. 111 Parkskellet er en tidstypisk og veldisponeret parkbebyggelse med store haverum fra start 1940'erne, som rummer en række kvaliteter, såvel funktionelt som arkitektonisk.

Fællesarealer fremtræder velplejede, og vedligeholdelsesindsatsen i hele bebyggelsen er høj. Beplantninger og belægninger er i orden. Kontakten til udearealerne fra boligerne er visuelt til stede, men fysisk meget besværlig. Bag blokkene ved Ulvefodvej 6-8 er anlagt en legeplads. Til bebyggelsen er tilknyttet P-pladser langs adgangsvejene.

Parkskellet rummer 239 boliger, fordelt på 20 boligblokke i tre etager (høj stueetage samt 1. og 2. sal). Alle tre etager har ens etageplaner, med fire små 3-værelses lejligheder på ca. 59-61 m<sup>2</sup> centreret omkring et trapperum pr blok. Hver blok er 744 m<sup>2</sup>. Der er ikke fælles beboerlokaler for afdelingen.



Figur 2 Bebyggelsen AAB Afd. 111 Parkskellet, luftfoto (Google map)

Blokkene er murede bygninger, opført i gule sten med næsten ingen mellemrum med faste bindere. Tagene er sadeltag med belægning af tagpap og lav hældning (ca. 14°).

Stueetagen er typisk hævet en smule, så kældre er høje og med dagslys. I to af blokkene er placeret fælles vaskerier (hhv. på Ulvefodvej 1 og Bjørneklovej 8). Kældrene i alle blokke har desuden pulterrum, cykelrum mv.

Bygningerne er velproportionerede og grundlæggende i god byggeteknisk stand, dog fremtræder vindueshullerne små. Materialeholdningen er robust og enkel. De oprindelige åbne altaner er blevet skiftet ud med større og glasinddækkede altaner

i 1990'erne. Vinduer af pvc er udskiftet i slut 1970'erne og udført uden udeluftsventiler. Ligeledes er tekniske installationer nedslidte og utidssvarende.

Indgangspartier er simple uden baldakin. Tilgængeligheden til boligerne besværliggøres af trin, både fra gaden og ved en hævet stueetage.

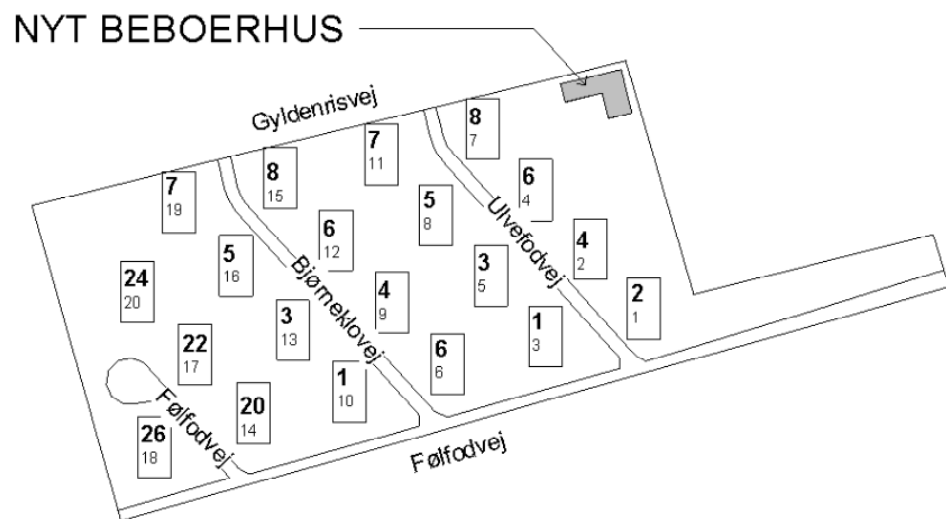
Lejlighederne er tidstypiske, men såvel lejlighedsindretninger som lejlighedssammensætning lever ikke op til dagens standard som et attraktivt boligtilbud. Især køkkener og badeværelser fremtræder trange og med en utidssvarende indretning og teknisk standard, og værelserne er små og vanskelige at møblere. Stuerne/opholdsstuerne får dagslys som "lånt lys" gennem de glasinddækkede altaner. Beboersammensætningen er i dag præget af ældre voksne, enten enlige under eller over pensionistalderen eller par uden børn, som har boet på afdelingen i mange år. Kvarteret må forventes at få svært ved at tiltrække mere ressourcestærke beboere, heriblandt børnefamilier, hvis ikke bygningernes tekniske standard, herunder lejlighedssammensætning og først og fremmest lejlighedsindretningen ændres radikalt.

Renoveringen tager udgangspunkt i følgende:

- › Ovenstående ønske om at fremtidssikre bebyggelsen og tiltrække nye beboere til en mere varieret beboersammensætning, først og fremmest børnefamilier gennem sammenlægning af lejligheder i seks af blokkene, hvoraf der i de tre desuden sikres tilgængelighed, samt generel modernisering af lejlighederne (køkken og bad)
- › En nødvendig skimmelrenovering kombineret med fokus på ressourcebesparende og energioptimerede løsninger, hvor de primære virkemidler er udskiftning af vinduer, installering af mekanisk ventilation med varmegenvinding, efterisolering af loft samt opbygning af en ny skalmur uden på den eksisterende med isolering imellem.

Renoveringen som følge af skimmelsvampangrebene er finansieret af Landsbyggefonden.

Ud over renovering af bygningerne skal de omkringliggende grønne arealer renoveres og beplantes, herunder med et LAR-anlæg. I det nordøstlige hjørne af grunden opføres et nyt beboerhus med kontor for afdelingens driftspersonale samt diverse fællesfunktioner for afdelingens beboere. Beboerhuset indgår ikke i analysen, da der er tale om nybyggeri, som vil være dækket af andre krav end renoveringssagen.



Figur 3 Beliggenhedsplan med angivelse af nyt beboerhus på ubebygget areal. I kældrene under Ulvefødsvej 1 og Bjørneklovsvej 8 er der fællesvaskerier.

## 3 Analyse af MBA16 krav på case Parkskellet

### 3.1 Krav 1.03 Energoptimering i større renoveringer

Ved større renoveringer skal:

- > Bygninger med energimærke G forbedres mindst 3 trin
- > Bygninger med energimærke F og E forbedres mindst 2 trin
- > Øvrige bygninger forbedres mindst 1 trin

For at vurdere de økonomiske konsekvenser ved krav 1.03, har COWI på baggrund af fremsendte projektmateriale vurderet, at bebyggelsen har energimærke E. MBA16 kravet medfører, at energimærket derfor skal forbedres mindst 2 trin i forbindelse med den større renovering.

De økonomiske konsekvenser vurderes med udgangspunkt i en boligblok med 4 lejligheder pr. etage, da det er den hyppigste. Blokken har 12 boligenheder med et samlet boligareal på 744 m<sup>2</sup> ekskl. kælder. Der opstilles fire renoveringsscenarier hvor enkelttiltagne tilføjes løbende for at undersøge hvor mange tiltag der er nødvendige for at løfte energimærket to trin.

**Trin 1** omhandler efterisolering af loft med 150 mm isolering, således at U-værdien forbedres fra 0,38 W/m<sup>2</sup> til 0,15 W/m<sup>2</sup>K. Det er forudsat at loftsrummet er udnyttet, hvilket foreliggende materiale tyder på.

Besparselsen ved loftsisolering er ikke så stor, da loftsarealet kun udgør en lille del af det samlede transmissionsareal. Det årlige, nominelle forbrug beregnes til 164 kWh/m<sup>2</sup>/år, hvilket fortsat giver EMO-karakteren E.

**Trin 2** omhandler udskiftning af eksisterende nedslidte vinduer med gamle termoruder fra til nye vinduer med energiruder med energimærke C svarende til en U-værdi på 1,3 W/m<sup>2</sup>K inkl. karm. Ved dette tiltag reduceres til årlige, nominelle forbrug til 153,2 kWh/m<sup>2</sup>. Byggeriet er kendetegnet ved små vinduer. I forbindelse med renoveringen udvides vinduesstørrelserne. Dog er vinduesarealet i forhold til ydervægsarealet stadig væsentligt mindre end nutidig standard.

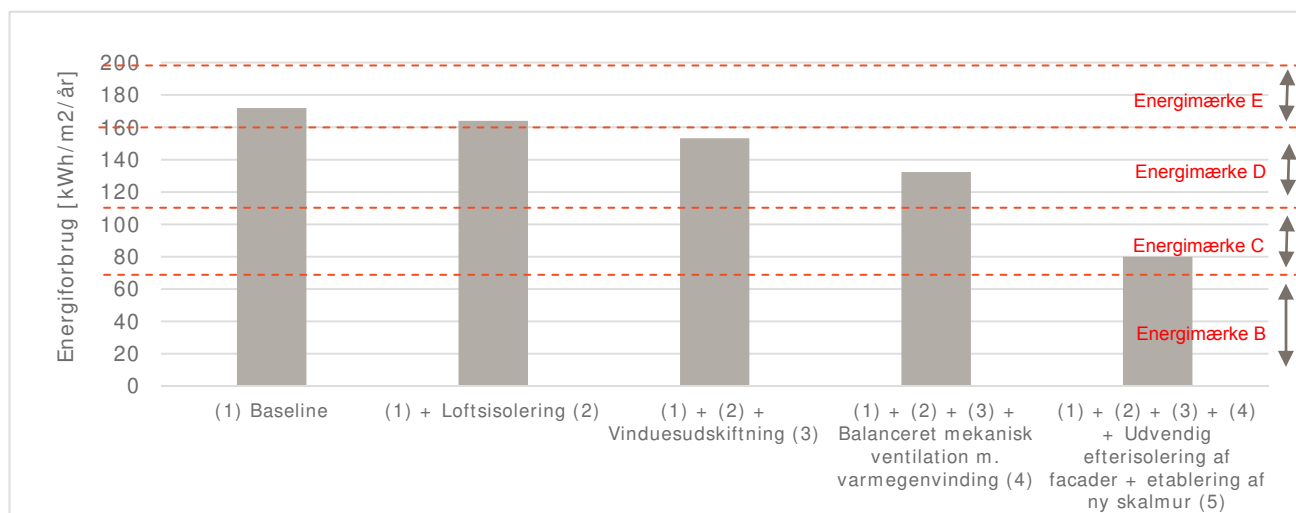
Vinduesudskiftning i kombination med loftsisolering forbedrer bygningens energimærke med et trin til energimærke D.

**Trin 3** omhandler etablering af nyt balanceret mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Det mekaniske ventilationsanlæg er indregnet med en ventilationsrate på 0,56 l/s/m<sup>2</sup>, SEL-værdi på 1,4 kJ/m<sup>3</sup> og en varmegenvindingsgrad på 80%. Der forudsættes en temperaturreguleret varmegenvindinger og varmeplade i aggregatet. Ventilationsanlæggets kapacitet pr. boligbolig er beregnet til ca. 1.550 m<sup>3</sup>/h.

For renoveringscasen etableres det mekaniske ventilationsanlæg af hensyn til at sikre en tilstrækkelig udluftning af boligerne og for at modvirke fremtidig skimmelvækst. Etablering af mekaniske ventilation i almene boliger er et omfattende arbejder, som forudsætter at der er plads til føringsveje og anlæg, hvilket har været tilfældet i den konkrete case. Dette vil dog ikke altid være tilfældet.

Mekanisk ventilation i kombination med vinduesudskiftning og loftsisolering giver fortsat byggeriet energimærke D. Dette tiltag reducerer det årlige, nominelle forbrug til 132 kWh/m<sup>2</sup>/år.

**Trin 4** omhandler etablering af udvendig efterisolering af facader samt etablering af ny muret skalmur. Dette tiltag er meget omfattende og er normalt ikke almindelig praksis. For den konkrete case efterisoleres facaden af hensyn til at reduceres risikoen for skimmelforekomster. Den udvendige efterisolering forbedrer u-værdien fra 1,24 W/m<sup>2</sup>K til 0,18 W/m<sup>2</sup>K. Dette tiltag reducerer det årlige, nominelle forbrug til 80 kWh/m<sup>2</sup>/år, svarende til energimærke C.



Figur 4 Energirenovering. Analyse af fire forskellige renoveringstrin.

For at kunne opfylde MBA16 kravet for den konkrete case er det nødvendigt at etablere alle forslåede renoveringstrin (tiltag 1-4). Beregnet for en enkelt blok og pr. etage m<sup>2</sup>, over en periode på 30 år med en diskontorente på 4 %, ser regnskabet således ud for opfyldelse af MBA16 kravet om at løfte byggeriet to trin i energimærket.

|   | NPV, 30 år<br>Pr. boligblok, kr. | NPV, 30 år<br>Kr./etage m <sup>2</sup> | % af byggesum |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| Anlægsomkostninger, MBA krav (tiltag 1-4) | 2.334.287                        | 3.137                                  | 17            |
| Vedligeholdelseskostninger (tiltag 1-4)   | 204.040                          | 274                                    | -             |
| Energibesparelser (tiltag 1-4)            | -1.025.395                       | -1378                                  | -             |

Figur 5 *Oversigt over samlede økonomiske konsekvenser ved at opfylde MBA16 krav om at løfte en boligblok med Energimærke E til Energimærke C, eksemplificeret ved AAB Afd. 111 Parkskellet. Beregning over 30 år.*

Den årlige energibesparelse ved at gennemføre alle fire renoveringstrin er beregnet til 40.204 kr./år. Energibesparelserne er ikke tilstrækkelige til at dække de høje etableringsomkostninger. Derfor er tilbagebetalingstiden uendelig. Udgifterne til hver af de gennemførte energitiltag pr. boligblok er beregnet som anført i figur 6.

| Energirenoveringstiltag   | Anlægssum pr. boligblok, kr. | Anlægssum pr. etage m <sup>2</sup> , kr./etage m <sup>2</sup> | Energibesparelse, kWh/m <sup>2</sup> /år | Energibesparelse, kr./m <sup>2</sup> /år |
|---|------------------------------|---|--|--|
| <b>Isolering af loft</b>  | 73.730                       | 85  | - 8                                      | - 5                                      |
| <b>Udskiftning af vinduer + isolering af loft</b>                                   | 563.561                      | 646   | - 11                                     | - 9                                      |
| <b>Mekanisk ventilation + nye vinduer + isolering af loft</b>                       | 202.165                      | 232   | - 21                                     | - 14                                     |
| <b>Isolering af facade + nye vinduer + isolering af loft + mekanisk ventilation</b> | 1.292.192                    | 1.482   | - 52                                     | - 35                                     |
| <b>Samlet, opfyldelse af MBA16 krav</b>   | <b>2.131.648</b>             | <b>2.445</b>  | <b>- -92</b>                             | <b>- 63</b>                              |

Figur 6 *Anlægsinvesteringer for enkelttiltag og samlet energirenovering af Parkskellet, som opfylder MBA16 krav.*

### Almen praksis sammenlignet med MBA16

Da casen ikke er repræsentativ grundet den omfattende skimmelrenovering, op-sættes en ny baseline som svarer til almen praksis. Vi har vurderet at en helhedsrenovering af almene boliger, typisk omfatter energirenoveringstiltagene 1 – 3, dvs. loftsisolering (af hensyn til lejere i de øverste lejligheder samt energibesparelse), vinduesudskiftning og mekanisk ventilation.

Merudgiften til opfyldelse af MBA16 er således facadeisoleringen. Beregnet for en enkelt blok og pr. etage m<sup>2</sup>, over en periode på 30 år med en diskontorente på 4 %, ser regnskabet således ud for opfyldelse af MBA16 kravet sammenlignet med den nye baseline.

|  | NPV, 30 år<br>Pr. boligblok, kr. | NPV, 30 år<br>Kr./etage m <sup>2</sup> |
|--|----------------------------------|--|
| Anlægsomkostninger, difference mellem MBA krav og almen praksis (kun tiltag 4) | 1.293.042                        | 1738                                   |
| Vedligeholdelseskostninger for facadeisolering                                 | 0                                | 0                                      |
| Driftsenergisparelser for facadeisolering (kun tiltag 4)                       | - 416.117                        | - 559                                  |
| <b>Totaløkonomi</b>  |                                  | <b>1178</b>                            |

*Figur 7 Oversigt over økonomiske konsekvenser ved at opfylde MBA16 krav om at løfte en boligblok med Energimærke E til Energimærke C sammenlignet med en traditionel helhedsrenovering, eksemplificeret ved AAB Afd. 111 Parkskellet. Beregning over 30 år, diskontorente 4 %..*

Til sammenligning vil "Almen praksis", dvs. tiltag 1 – 3 give resultat som angivet i figur 8.

|   | NPV, 30 år<br>Pr. boligblok, kr. | NPV, 30 år<br>Kr./etage m <sup>2</sup> |
|---|----------------------------------|--|
| Anlægsomkostninger, almen praksis (tiltag 1-3)            | 838.609                          | 1127                                   |
| Vedligeholdelsomkostninger for almen praksis (tiltag 1-3) | 146.336                          | 197                                    |
| Driftsenergiebesparelser for almen praksis (tiltag 1-3)   | - 316.889                        | - 426                                  |
| Totaløkonomi  |                                  | 897,9                                  |

*Figur 8 Oversigt over økonomiske konsekvenser ved en realistisk helhedsrenovering af en boligblok med Energimærke E, hvorved den løftes til Energimærke D, eksemplificeret ved AAB Afd. 111 Parkskellet. Beregning over 30 år, diskontorente 4 %..*

Ved en isoleret energimæssig betragtning er der således stadig ikke god økonomi i renoveringen. Det forventes, at den også foretages af andre årsager – bevaring af byggeriet som alternativ til nedrivning og nyt byggeri, sikring af sundt indeklima og fremtidssikring af klimaskærm og installationer mv. Vi vurderer, at det i den sammenhæng er ikke meningsfuldt alene at fokusere på den økonomiske gevinst ved energirelaterede tiltag.

Skulle renoveringen opfylde BR15's komponentkrav og ikke den valgfri renoveringsklasse, vil anlægsomkostningerne afhænge af, hvilke tiltag, der er nødvendige for at bringe byggeriet op til den standard, boligselskabet og afdelingen bliver enige om og er i stand til at finansiere. Investeringerne afhænger ofte af afdelingens økonomi og prioritering.

De fleste afdelinger har en langsigtet investeringsplan, hvori indgår nødvendige udskiftninger som følge af nedslidning mv. samt moderniseringer for at gøre boligerne attraktive og tidssvarende. En vinduesudskiftning foretages derfor typisk, når størstedelen af vinduerne er udtjente. Er rammerne i god stand, kan det overvejes at udskifte selve ruderne, hvis dette er muligt. Tilsvarende vil isolering af loftet typisk ske i forbindelse med udskiftning af taget, da isoleringsarbejdet bliver betragteligt lettere, når taget er fjernet.

### Generelle bemærkninger

Casens udgangspunkt er repræsentativt for ganske mange almene boliger med ingen eller meget ringe isolering af klimaskærmen. I den konkrete sag har Landsbyggefonden som nævnt finansieret en væsentlig del af renoveringen, da den på grund af skimmelsvampangrebene er betydeligt mere omfattende. Med den opdelte analyse af de enkelte energitiltag er det alligevel muligt at konkludere mere generelt.

Beregningerne på de enkelte tiltag viser, at det generelt vil være vanskeligt at hæve et energimærke E to trin med de tiltag, som det oftest er muligt at gennemføre med de midler, som en boligafdeling har til rådighed. De tiltag på klimaskærmen, som oftest gennemføres, er udskiftning af vinduer, tætning, evt. isolering af vinduesbrystninger samt isolering mod loft. Disse tiltag har samtidig stor komfortmæssig betydning. Hvis pladsforholdene tillader det, er mekanisk ventilation også et hyppigt anvendt tiltag sammen med de "lavthængende frugter" som udskiftning af pumper i varmecentral, teknisk isolering af varmeanlæg og ny belysning i fællesområder.

Isolering af klimaskærmen som i Parkskellet kan sjældent lade sig gøre af økonomiske og/eller bevaringsmæssige årsager. I casen har man valgt at fastholde den murede facade. Dette ønske om at bevare facadeudtrykket er dog ofte et krav, hvorfor casen i dette tilfælde vil være repræsentativ for mange tilsvarende renoveringer af byggerier fra efterkrigstiden. Tidligere byggerier vil være mere komplicerede at isolere udvendigt, da facaden ofte er mere forfinet og dermed sværere at gentage.

Særlige årsager, såsom skimmelangreb, fører til større renoveringer, men det er ikke sandsynligt, at en boligafdeling under normale omstændigheder vil have økonomisk råderum til at gennemføre tiltag 1 – 3 (loftsisolering, vinduesudskiftning og mekanisk ventilation) på én gang.

Umiddelbart vurderes kravet om at løfte et byggeri med energimærke E eller F med mindst to trin ikke at være realistisk.

### 3.2 Krav 1.06 Energistyring og adfærd i alment nybyggeri og i forbindelse med helhedsrenovering

*I forbindelse med større renoveringer og i nybyggeriet skal der etableres fjernvarmebimålere på bygningsniveau i de almene afdelinger.*

*Ved fakturering af varmeforbrug skal forbruger kunne sammenligne varmeforbrug med gennemsnittet for afdelingen og med tidligere år.*

Ved gennemgang af projekt materialet er der identificeret hovedvarmecentraler 3 steder hhv. Ulvefodvej 8, Bjørneklovej 6 og Følfovej 22. Hovedvarmecentralerne er forsynet med fjernvarme fra Amager. Fjernvarme/VEKS. Via veksleranlæg opvarmes centralvarmevandet, der fordeles i jord og kældre til de øvrige blokke og varmecentraler. I undercentralerne er der blandesløjfer for radiatoranlæggene, således at fremløbstemperaturen til radiatorerne reguleres efter udetemperaturen. Reguleringen sker med lokale automatikpaneler (klimastater). Det fremgår af tilstandsrapporten, at der ikke CTS-anlæg.

I den økonomiske analyse er det antaget, at der skal etableres et mindre CTS anlæg til at opsamle værdierne fra de forskellige bimålere. Etablering af nye målere



inkl. montage koster ca. kr. 20.000,- stykket. Udgift til etablering af mindre CTS anlæg koster ca. kr. 50.000,-.

Det er vores opfattelse, at MBA16 kravet kan opfyldes på to forskellige niveauer. Enten kan der etableres fjernvarmemålere i hovedvarmecentralerne. Alternativt skal der etableres fjernvarme bimåler i hver blok.

Udgift for etablering af fjernvarme bimålere, AAB afd. 111.

Ved 3 målere til de 3 fjernvarme tilgange,  $3 \times 20.000 \text{ kr.} + 50.000 \text{ kr.} = 110.000 \text{ kr}$   
Anlægsomkostning = 7,4 kr./ etage m<sup>2</sup>

Ved 20 målere en til hver blok,  $20 \times 20.000 \text{ kr.} + 50.000,- = 450.000 \text{ kr.}$   
Anlægsomkostning = 30,2 kr./ etage m<sup>2</sup>

Etablering af bimålere i hver blok vil give driftspersonalet mulighed for at opfølgning og fejlfinding samt synliggørelse af varmekonsumet over for beboerne i de enkelte blokke. Merudgiften for opfyldelse af kravet er dog meget afhængig af bebyggelsens omfang og antallet af blokke.

Det forudsættes, at varmebehovet er blevet væsentligt reduceret på baggrund af energirenoveringen. Beboerne vil ikke have adgang til måleresultaterne men får en årlig afregning via målerne på hver radiator i lejligheden. For AAB afd. 111 er det COWIs vurdering at det ikke vil være en god investering at etablere fjernvarme bimålere i hvor boligblok, selvom etableringsomkostningen pr. m<sup>2</sup> er lav. Etableringsomkostningen på 450.000 kr. vil sandsynligvis aldrig kunne betale sig hjem i varmebesparelser. Dog hvis det viser sig at anlæggene kører meget uhenigtsmæssigt, kan der være mulige besparelser ved en sådan opfølgning.

Parkskellet er en lidt atypisk punkthusbebyggelse med kun én opgang i hver blok. Det anbefales derfor generelt at stille krav om målere på hver hovedvarmecentral i en bebyggelse af hensyn til driftspersonalets overblik over forbruget og eventuelle fejl i systemet, men ikke på opgangsniveau.

### 3.3 Krav 1.07 Effektiv belysning

*Belysningssystemer - både indendørs og udendørs - skal være energieffektive og af høj belysningskvalitet.*

*Ved fornyelse af gamle anlæg og etablering af nye følges Energistyrelsens vejledning for belysning. Vejledningen omfatter energimærke for enkelte lyskilder og anbefalede maksimale elforbrug til almenbelysning. <http://spareenergi.dk/offentlig-og-erhverv/indkoeb-og-adfaerd/indkoeb-sanbefalinger/belysning> (<http://spareenergi.dk/forbruger/el/belysning>).*

*For at sikre kvaliteten af lyset stilles der krav til lyskildernes Ra-værdi og farve-temperatur.*

*Udendørs belysning: Ra-værdi: Generelt min. 70 dog min. 80 i områder med ophold, gågader, parker o.lign., Farvetemperatur på 3000-4000K (Københavns belysningsstrategi).*

*Indendørs belysning: Ra-værdi min 80, Farvetemperatur i indendørs belysning er 2700-*

*3200. På arealer hvor lyskvalitet er særlig vigtig (fx spiseafdeling, ophold og toilet) anvendes lyskilder med Ra-værdi på 90.*

Renovering af den indendørs belysning i fællesområder i Parkskellet udføres efter DS700 og BR10. Ud fra de krav, der stilles til belysning i casen, vil der ikke være forbundet nogen merudgift for at overholde MBA16 krav, da der anvendes lysstofrør med energiklasse A. Denne type lysstofrør vil ligeledes opfylde gældende krav i BR2015. Der er således ikke forbundet ekstra anlægsudgifter til indendørs belysning med MBA16-kravene.

Renovering af den udendørs belysning er fortsat en skærpelse af de generelle krav til udendørs belysning. Skærpelsen går på en bedre lyskvalitet. COWI har ikke haft landskabsprojektet til rådighed og har derfor ikke været i stand til at regne på en eventuel merudgift.

### **Generelle bemærkninger**

MBA16-kravene til indendørs belysning er ikke en skærpelse i forhold til de krav, der indskrives i BR15, som refererer til den nye belysningsstandard DS/EN 12464-1, som vil være relevant i kommunens institutioner og andre arbejdspladser.

Derimod vil et krav om lysstyring, både dagslysstyring og andre typer styring f.eks. PIR, være en relevant skærpelse i forhold til BR2015. Dagslysstyring giver både en forbedret lyskvalitet, som især er relevant på arbejdspladser og i skoler og institutioner, og en energibesparelse.

I renoveringsprojekter vil dette kunne betyde en merudgift, hvis eksisterende belysningsanlæg ikke allerede har lysstyring. For nye projekter vil det være af mindre betydning, da alle føringsveje alligevel skal installeres.

En anden skærpelse af krav til fremtidig belysning vil være at stille krav til kvaliteten af LED f.eks. L80B20@50.000 timer. Dette krav til armaturerne sikrer, at lyskvaliteten opretholdes over tid.

Det kan også stilles krav til belysningsarmaturer om at de skal levere f.eks. min.100lm/Watt for givne områder.

Disse krav skal vejes op mod pris på belysningsarmaturer og den ønskede lyskvalitet og krav til energiforbrug.

MBA16-kravene til udendørs belysning er fortsat en skærpelse af de generelle krav til udendørs belysning og bør derfor fastholdes. Publikationen "Håndbog for kommunernes vej-og byrumsbelysning, 2009" bør opdateres i forhold til valg af lyskilde og styring. Spareenergi.dk's henvisning til valg af lyskilde bør ligeledes opdateres for udendørs belysning.

### 3.4 Krav 1.10 Bygas i eksisterende byggeri

*I gasforsynet eksisterende byggeri skal gasinstallationen renoveres og reetableres. Ved etablering af nye boliger i eksisterende gasforsynet byggeri skal der anvendes gas i de nye boliger (f.eks. nye tagboliger og sammenlagte lejligheder). En aktiv måler skal være tilsluttet i alle gasforsynede boliger, - eller ejendommen skal tilmeldes under "flat-rate ordningen".*

Renovering af bygas i Parkskellet omfatter etablering af ny af bygasinstallationen, rørsystem inkl. bæringer og bøsninger samt montering af afspærringsventil, som leveres af HOFOR.

Renoveringen omfatter ikke opsætning af måler, tilslutning til eller opsætning af komfur. Måler kan fravælges, hvis ejendommen tilsluttes flat-rate ordningen, hvor lejer betaler en fast årlig pris for gassen, i 2015 kr. 800,-.

Energiforbruget til madlavning for to voksne sættes til 50 m<sup>3</sup> gas årligt svarende til 275 kWh el. Det samlede elforbrug i en 50 m<sup>2</sup> lejlighed er i gennemsnit 2.200 kWh, i en 80 m<sup>2</sup> lejlighed 2.600 kWh. Energiforbruget til madlavning udgør dermed 10 - 13 % af det samlede energiforbrug.

Hvis lejer ønsker gaskomfur opsat, afholdes udgift hertil af lejer, herunder opsætning af eventuel måler og køb af gaskomfur.

Anlægsøkonomi:

Skønsmæssigt 1500 m 15 mm stålør à 218 kr. = 327.000 kr.

219 afspærringsventiler à 514 kr. = 112.566 kr.

Samlede anlægsudgifter inkl. levering og montering: 440.000 kr. eller 30 kr./m<sup>2</sup>

Totaløkonomi: Gasleverandøren HOFOR oplyser på deres hjemmeside, at prisen for at lave mad på el og gas er nogenlunde ens. Hvis der ikke er nogen økonomisk fordel ved at bruge gas i forhold til el, er etablering af gasinstallationen en ren investering, som ikke betales tilbage. Dertil kommer lejers eventuelle investering i gaskomfur. I tilfældet Parkskellet vil dette dreje sig om ca. 75 % af boligerne, hvis man antager, at de 57 lejligheder, som p.t. har gaskomfur genudlejes til de samme lejere. I tilstandsrapporten<sup>2</sup> udarbejdet forud for renoveringen fremgår det, at der i 2013 var 57 lejligheder forsynet med gasinstallation, og at de øvrige 162 lejemål har skiftet til elkomfur. I renovering af Parkskellet indgår renovering af elinstallationer. Havde dette ikke været tilfældet, f.eks. i tilfælde af en mindre renovering, ville gasinstallationen komme oven i den øvrige renovering, mens der tilsyneladende ikke har været særskilt behov for renovering af elinstallationer af hensyn til den store andel af komfurer, som formodes at være kommet til gradvist. Baseline for kravet antages derfor at være en elinstallation, som er tilstrækkelig for elkomfur.

<sup>2</sup> 637-010 Tilstandsvurdering AAB / Afd. 111 – Parkskellet, JJW Arkitekter og Lemming & Eriksson, august 2013

Komfur er normalt ikke med i lejemålet, hvorfor det må forventes at lejerne skal investere i nyt komfur medmindre de vælger ikke at benytte den nye gasinstallation. Hvis en beboer flytter tilbage i samme lejlighed, tillades det fortsat at anvende elkøkkenet. Gasinstallationen sikrer, at nye beboere kan vælge gas.

Det bør overvejes, om investeringen i gasinstallationen er fornuftig i en eksisterende bebyggelse, hvor beboerne allerede har truffet et valg af komfurtype, og hvor nye beboere ikke kan pålægges at vælge gasløsningen. Dette skal særligt ses i lyset af, at langt de fleste gaskøkkener har elovn og at gasforbruget derfor er begrænset.

### 3.5 Krav 1.13 Optimerede driftsindstillinger

*Krav om systematisk opfølgning på drift og indstillinger (tider, temperaturer, luftmængder mv.) af varme- og ventilationsanlæg og udstyr ved aflevering og 5-årsgennemgang.*

Et krav om en systematisk opfølgning på drift og indstillinger er et fornuftigt krav, hvor det dog er svært at vurdere de totaløkonomiske konsekvenser. Det skyldes at hvis det viser sig at, alt er som det skal være og at anlæggene kører fornuftigt, vil der ikke være noget at spare. Hvor det i modsatfald viser sig at anlæggene ikke kører som de skal, kan der være store besparelser at hente ved en systematisk opfølgning.

MBA16 kravet stiller yderligere krav til entreprenøren og rådgiver i forbindelse med 5-års gennemgangen. COWI har vurderet at en systematisk gennemgang af vandmængder, luftmængder og indstillinger i alle 20 blokke for den konkrete case vil tage ca. 20 mandedage svarende til ca. 30.000 – 50.000 kr. svarende til 2,7 kr./etage m<sup>2</sup>. MBA16 kravet vil således ikke være fordyrende i forhold til almindelig praksis. Det anbefales at fastholde dette krav.

### 3.6 Krav 2.01 Livscyklusvurdering (LCA)

*Der skal udføres livscyklusvurderinger af forskellige varianter af bygningsdele, som skal bruges til at kvalificere valg af konstruktionen ud fra ressourcernes miljøpåvirkning.*

*Bygherren skal vælge mindst én af følgende bygningsdele og udføre mindst to varianter af selve. Valget af bygningsdel og varianter skal begrundes med henblik på minimeringen af materialernes miljøpåvirkning i det samlede projekt.*

*Primær bygningsdel: 1. Bygningsbasis, 2. Ydervægge, 3. Indervægge, 4. Dæk, trapper, ramper, altaner, lofter, 5. Tage eller 6. VVS.*

*LCA skal forholde sig til følgende indikatorer:*

*1.0 Miljøpåvirkninger: 1.1 Global opvarmning, 1.2 Ozonnedbrydning, 1.3 Fotokemisk ozon dannelse, 1.4 Forsuring, 1.5 Næringssaltbelastning*

*2.0 Primærenergiforbrug: 2.1 Forbrug af ikke-vedvarende primærenergi, 2.2 Samlet forbrug af primærenergi, 2.3 Andel af vedvarende primærenergi*

Kravet medfører i første omgang øgede projekteringsomkostninger til udførelse af LCA-vurderingerne. I casen (og generelt) vurderes dette at være forsvindende lidt i det samlede budget men dog mærkbart i rådgiverhonoraret, og der bør derfor afsættes midler hertil så længe at LCA-vurderinger ikke er almindelig praksis og EPD'er (Environmental Product Declarations) ikke forefindes generelt for byggevarer.

LCA-vurderingen bør foretages, hvor den kan bidrage til et reelt valg mellem alternative konstruktioner og varianter af byggematerialer. I tilfældet Parkskellet er mulighederne for at vælge en relevant primær bygningsdel begrænset. Ydervægge skal renoveres, men det er givet af bevaringshensyn, at der skal opsættes en ny skalmur svarende til den eksisterende.

Indervægge og VVS installationer er primære bygningsdele, hvor det kan give mening af inddrage LCA i beslutningsprocessen. Betragter man indvendige skillevægge inden for lejlighedsskel, er mulige alternativer, en gipsskillevæg og en væg af letbeton. De forventes at fremstå med samme overflade, have samme levetid og vedligeholdelseskostninger, således at driftsomkostningerne er de samme for de to alternativer.

MBA16 stiller ikke krav til, at konstruktion eller materiale med den bedste LCA-profil skal vælges. Det endelige valg af konstruktion og materialevalg vil under alle omstændigheder afhænge af andre parametre end kun resultatet af LCA'erne. Eksemplet med den nye yderfacade er et eksempel herpå, men funktionalitet og – især – økonomi vil også spille ind. Det er derfor ikke muligt at benytte en prissætning af alternativerne i den konkrete case til en vurdering af, om kravet har økonomisk betydning for anlægsøkonomien. Det er derfor alene rådgiverudgifterne, som øges med kravet og denne øgning udgør en meget lille del af de samlede byggeomkostninger.

Samlet set vurderes kravet om at der skal udarbejdes LCA af udvalgte primære bygningsdele at være udgiftsneutral. Eventuelle økonomiske konsekvenser vil først kunne vurderes og komme til udtryk i et konkret valg af konstruktion og materialevalg til bygningsdelen.

### 3.7 Krav 2.04 Bæredygtigt træ

*Træ og træbaserede byggevarer skal overholde statens cirkulære om sikring af bæredygtigt træ (2014) eller opfylde de officielle miljømærkningers kriterier.*

*Bæredygtigt træ er træ fra bæredygtigt forvaltede skove eller genbrugstræ, som dokumenteres ved certificeringerne FSC og PEFC. De officielle miljømærker Svanen eller Blomsten indeholder ligeledes krav om bæredygtigt træ og anses derfor som anden mulighed til at opfylde både dette krav og krav 3.3.*

*Der må ikke anvendes imprægneret træ.*

I renoveringsprojektet indgår nedrivning af eksisterende renovations-skure og op-sætning af nye i forbindelse med nye halvoffentlige lommepladser mellem bolig-blokkenes gavle.

Landskabsprojektet er ikke stillet til rådighed for analysen, men med udgangspunkt i nybyggeriet antages det, at skurene beklædes med sibirisk lærk ligesom fælles-huset. Sibirisk lærk er en træart med god holdbarhed og kan derfor benyttes i udemiljø uden imprægnering. Træarten kan anvendes til både facadebeklædning og som konstruktionstræ. Der er ikke stillet krav til certificeret træ i udbudsmateria-let.

Sibirisk lærk stammer – som navnet siger – fra russiske skove. Ifølge Dansk Skov-forening er en meget lille del af det russiske træ certificeret, og det er svært at skaf-fe. Det må derfor også forventes, at prisen for certificeret sibirisk lærk er markant højere end for ikke certificeret træ.

Et alternativ til sibirisk lærk som facadebeklædning og konstruktioner i udemiljø er gran, som primært importeres fra de nordiske lande (Finland, Norge og Sverige) og Tyskland. Næsten alt nåletræ fra disse lande er certificeret – det betragtes nær-mest som et markedsvilkår – og der er derfor ingen prisforskel på certificeret og ikke certificeret træ.

Uanset om man anvender lærk eller gran, er konstruktiv træbeskyttelse i opbyg-ningen af konstruktionerne helt afgørende for træets levetid. Det betyder bl.a., at regn og opsprøjt, som rammer træet, skal kunne ledes væk hurtigt så træet kan tørre igen. Konstruktionerne skal friholdes fra jord, f.eks. ved at fæstnes i et stålbe-slag ned i et punktfundament af beton. Facadebeklædningen skal holdes fri af jor-den, tagudhæng skal beskytte beklædningen og der skal være luft omkring bygge-riet. Se i øvrigt figur 5.



*Figur 9 Eksisterende affaldsskur i Parkskellet. Skuret (formentlig af trykimprægneret træ) er placeret på fliser og med stort udhæng. Et tilsvarende skur kan laves af gran funderet på punktfundamenter af beton. Skuret skal holdes fri af beplantning, både buske og klatreplanter.*

Levetiden for et korrekt udformet træbyggeri af ubehandlet gran angives af Teknologisk Institut til mere end 15-20 år for facadebeklædning "med risiko for lejlighedsvis, begrænset opfugtning og relativ hurtig udtørring" (DS/EN 335) og ca. 10 år for stolper. Jo bedre udformning (mindst mulig opfugtning, hurtig udtørring), desto længere levetid. Der er eksempler på skure af ubehandlet gran med en registreret levetid på mere end 100 år. En mulig ekstraforanstaltning er at bruge egetræ til stolperne.

| Beskrivelse af konstruktionsdele  | Holdbarhed og træart (kerneved)   |  |                                   |  |   |
|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
|   | < 5 år                            | 5 – 10 år                                  | 10 – 15 år                        | 15 – 20 år                                 | > 25 år   |
| <b>Brugsklasse 4*</b><br>Stolper og skørtbrædder med jordkontakt og vedvarende opfugtning. Stolper, uden jordkontakt, med risiko for hyppig opfugtning og langsom udtørring. Udvendig beklædning (max. tykkelse 25 mm) uden ventileret bagside. | Ask<br>Bøg<br>El<br>Elm<br>Poppel | Douglas<br>Rødgran<br>Skovfyr<br>Sitkagran | Lærk<br>Thuja                     | WRC<br>Redwood                             | Eg<br><i>Imprægneret træ i NTR klasse A</i>   |
| <b>Brugsklasse 3*</b><br>Løsholter med risiko for lejlighedsvis, begrænset opfugtning og relativ hurtig udtørring. Udvendig beklædning (max. tykkelse 25 mm) med ventileret bagside.  |                                   | Ask<br>Bøg<br>El<br>Elm<br>Poppel          |                                   | Douglas<br>Rødgran<br>Skovfyr<br>Sitkagran | Eg<br>Western<br>Red Cedar<br>Redwood<br>Lærk<br>Thuja<br><i>Imprægneret træ i NTR klasse A og AB</i>   |
| <b>Brugsklasse 2*</b><br>Afdækket overligger med risiko for lejlighedsvis, begrænset opfugtning og relativ hurtig udtørring   |                                   |  | Ask<br>Bøg<br>El<br>Elm<br>Poppel |  | Eg<br>Western<br>Red Cedar<br>Redwood<br>Douglas<br>Lærk<br>Thuja<br>Rødgran<br>Skovfyr<br>Sitkagran<br><i>Imprægneret træ i NTR klasse A og AB</i> |

Figur 10 Tabel over træes levetid i forskelligt miljø.

Der er indhentet priser på trykimprægneret træ og gran. Samlet set kan certificeret gran anvendes til formålet uden væsentlige meromkostninger i forhold til ikke certificeret træ og trykimprægneret træ. Dog bør det overvejes at anvende trykimprægneret træ til stolper, som kan være vanskelige at udskifte, da dette vil forlænge levetiden af den samlede konstruktion. Der må forventes let øgede vedligeholdelseskostninger ved kravet, op til 10 % af anlægssummen over 30 år. Der gøres opmærksom på, at de almene boligselskaber undgår at anvende trykimprægneret træ som led i deres miljøpolitik.

### 3.8 Krav 3.01 Måling af koldt og varmt brugsvand

*Ved nybyggeri skal der installeres individuelle koldt- og varmtvandsmålere, hvis antallet af målere kan begrænses til 4 pr. boligenhed.*

*Ved renovering af eksisterende vandinstallationer skal der installeres individuelle koldt vandsmålere, hvis antallet af målere kan begrænses til 2 pr. boligenhed. Såfremt der for en ejendom kan dokumenteres et stabilt eller faldende vandforbrug på under 100 LPD over en 3-årig periode, kan vandmålere udelades dersom der udføres tilgængelige passtykker for senere måleretablering. Kravet er gældende ved køkken og badeværelsesmoderniseringer.*

Kravet giver mulighed for detaljeret aflæsning af forbrug og mulighed for individuel afregning. Udgiften til måler er meget afhængig af installationerne og deres adgangsforskel.

Københavns Energi har siden 2002 givet tilskud op til 1000 kr. til individuelle vandmålere i boligforeninger i København<sup>3</sup>. Ifølge HOFOR er effekten af individuelle vandmålere tydelig. Boligforeninger, der får monteret individuelle vandmålere, sænker deres årlige vandforbrug med 20-25 % i gennemsnit. Jo højere vandforbruget er før målerne sættes op, jo større er effekten. Storforbrugende boligforeninger sænker vandforbruget med 30-40 %, foreninger med et 'normalt' forbrug sparer noget mindre, omkring 10 %. Det største fald sker året efter, at målerne sættes op, altså når beboerne får den første vandregning baseret på deres egne målere. Derefter falder forbruget i yderligere et par år, hvorefter det stagnerer på et lavere niveau.

Individuelle vandmålere kan som regel tjene sig hjem, trods udskiftninger og udgifter til aflæsning, i ejendomme hvor døgnforbruget pr. beboer er større end 120 LPD (Liter/Person/Døgn). Det kan stort set altid betale sig at installere vandmålere, hvis man kan nøjes med 2- 4 målere pr. lejlighed<sup>3</sup>, dvs. hvor vandet fordeles fra stigestrange på bagtrappen. Det kan altid betale sig at montere vandmålere, når man alligevel skifter stigestrange, og da er det i øvrigt lovkrav at der som minimum forberedes til målere.

Pris pr. måler inkl. forskruninger (475 kr.) og montage (500 kr.)

Efter renovering er antallet af boliger reduceret til 219 boliger. Det forudsættes at der installeres 4 måler pr. bolig. Ved 219 boliger er anlægsprisen 109.500 kr.

Anlægsomkostning pr. etage m<sup>2</sup> = 7,4 kr./m<sup>2</sup>

For den konkrete case, er totaløkonomi og tilbagebetalingstiden ikke vurderet, da COWI ikke har kendskab til det aktuelle vandforbrug i boligforeningen. Med udgangspunkt i den forventede reduktion af vandforbrug på 20-25 % er det dog vores

<sup>3</sup> [www.HOFOR.dk](http://www.HOFOR.dk)



vurdering af kravet vil være totaløkonomisk positivt, da anlægsomkostningen er relativ lille. Med renoveringen forventer man en ændret beboersammensætning, først og fremmest børnefamilier, frem for den overvejende dominans af ældre voksne omkring pensionsalderen og uden børn. Børnefamilier har typisk et højere vandforbrug end pensionister, hvilket vil forstærke effekten af at installere målerne.

### 3.9 Krav 3.02 Håndtering af regnvand

*Ved nybyggeri skal regnvand fra tage og befæstede opholdsarealer, i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt, genanvendes lokalt, nedsives efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR) eller om muligt afledes til et vandområde, en skybrudsvej eller et forsinkelsesbassin.*

*Prioriteringstrappe:*

- 1. Genanvendelse af tagvand til toiletskyl eller vanding*
- 2. Grønne tage og/eller vegetative LAR-løsninger*
- 3. LAR løsninger i form af nedsivningsanlæg og belagte forsinkelsesbassiner*
- 4. Udledning til kloak*

*Ved helhedsrenovering skal regnvand fra tage og befæstede opholdsarealer, i det omfang det er teknisk og miljømæssigt muligt, genanvendes lokalt, nedsives efter principper for lokal afledning af regnvand (LAR) eller om muligt afledes til et vandområde, en skybrudsvej eller et forsinkelsesbassin. Bygningerne skal skybrudssikres svarende til en vandstand på op til 10 cm over gadeniveau i udsatte områder.*

*Prioriteringstrappe:*

- 1. Skybrudssikring af eksisterende bygninger*
- 2. Genanvendelse af tagvand til toiletskyl eller vanding*
- 3. Grønne tage og/eller LAR løsninger*
- 4. Udledning til kloak*

Renoveringen af Parkskellets udearealer omfatter et LAR-anlæg til nedsivning af tagvand. Vandet føres i ledninger under terræn under jord til faskiner, som er placeret i lavninger i grønningerne mellem blokkene således, at man helt kan undgå overløb til kloak for tagvand.

Forbindelsesstier i området er grusbelagte eller i lyse teglsten. Regnvand herfra nedsives direkte eller via tilgrænsende grønne arealer.

Projektet opfylder derfor MBA16-kravets 3. prioritet "Grønne tage og/eller LAR løsninger" ved etablering af faskiner. Det er ikke oplyst, om det er alt eller dele af tagvandet, som ledes til faskinerne og om man derved helt eller delvist afkobleskloaknettet. Baseline er fortsat tilslutning til kloak.

## Case-analyse

For at belyse kravet i forhold til generelle renoveringer, hvor der ikke som udgangspunkt indgår LAR-anlæg, er der konstrueret en realistisk case.

I case-analysen antages det, at regnvand fra halvdelen af boligblokkene, dvs. 10 af i alt 20 blokke, ledes til faskiner og frakobles kloaksystemet. Disse blokke fritages for afledningsafgift for regnvandet. De øvrige blokke kobles fortsat til kloaksystemet. Det antages endvidere, at udgifter til vedligeholdelse af nedsivningsanlægget såvel som afledningsafgift samlet fordeles ligeligt på samtlige lejemål.

Bygningerne har svagt hældende tagflader med tagpap. Tagareal er 273 m<sup>2</sup> pr. boligblok (grundplan 774/3 m<sup>2</sup> + 10 %), altså 2730 m<sup>2</sup> tagareal til faskiner.

Parkskellets landskab giver gode muligheder for nedsivning af regnvand på grunden, idet der er store grønne områder mellem boligblokkene. Terrænet er et eksisterende grønt areal med græs. Anlægget formodes at have set sådan ud siden bebyggelsens start, dvs. at det har ligget uberørt at tunge maskiner mm. siden start 1940'erne.

Grundvandsstanden ligger ca. 6 m.u.t. ifølge den nærmeste boreprøve fra GEUS borearkiv, hvilket betyder at nedsivning gennem faskine er muligt. Den hydrauliske ledningsevne vurderes at være på ca.  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s, da jorden primært består af ler iblandet smeltevandssand. Denne parameter kan vise store udsving lokalt og der bør altid foretages nedsivningstests på lokaliteten inden der etableres faskiner eller regnbede.

Der vurderes at faskinerne kan placeres under de grønne arealer som findes lige ud for ejendommene, hvilket minimerer omkostninger til rørføring og kloakarbejder. Faskinerne dimensioneres til en 5 års nedbørshændelse med klimafaktor 1.2 ved hjælp fra spildevandskomiteens LAR dimensioneringsværktøj.

Driften af faskinerne kræver at tagrender og sandfang renholdes, samt at befæstede arealer som leder til faskinen jævnlige fejles og renholdes. Desuden skal der jævnlige holdes tilsyn med brønde, sandfang og nødoverløb. Dette vurderes at koste i omegnen af 10.000 kr. pr. år for boligområdet svarende ca. til 1,3 kr/etage m<sup>2</sup>/år

Med ovenstående beregningsforudsætninger kræves der til afkobling af 2730 m<sup>2</sup> tagarealer i alt 68 m<sup>3</sup> opstuvningsvolumen i faskinerne. Tømmetiden vil være ca. 5 timer for faskinerne med den angivne nedsivningsevne. Faskinerne etableres 1.3 meters højde og en bredde på 1 meter.

Anlægsomkostningerne for ovenstående anlæg er fundet til 515.000 kr. Datagrundlag er tilbudspris på et tilsvarende anlæg på Dyvekeskolen med regulering i forhold til tagarealet, som skal afvandes. Anlægsomkostninger, vedligeholdelse og driftsudgifter/besparelser er fordelt på hele bebyggelsen, herunder sparet afledningsafgift.

|                            | NPV, 30 år<br>kr. | NPV, 30 år<br>Kr./etage m <sup>2</sup> |
|----------------------------|-------------------|--|
| Anlægsomkostninger         | 515.000           | 42                                     |
| Vedligeholdelseskostninger | 179.837           | 12                                     |
| Driftsenergiebesparelser   | -359.674          | - 36                                   |
| Totaløkonomi               |                   | 18                                     |

Figur 11. Totaløkonomisk vurdering af LAR løsning til Parkskellet. LAR løsning dækker 10 blokke á 744 m<sup>2</sup>.

Driftsbesparelserne er ikke store nok til at dække anlægsomkostningerne eller vedligeholdelsesudgiftningerne over en 30-årig periode. Tilbagebetalingstiden er derfor længere end 30 år.

### Generelle bemærkninger

Generelt må beslutning om LAR baseres på mere indgående viden om forholdene i det konkrete projekt, hvilket også prioriteringstrappen i kravet er udtryk for. Kravet anbefales derfor fastholdt i den givne udformning. Hertil kommer de samfundsmæssige betragtninger, dels behov for kloakudvidelse, hvis ikke regnvand håndteres lokalt i stigende omfang, dels risiko for oversømmelser og dermed forbundne udgifter for såvel beboere, bygningsejer, kommune og samfund (tabt arbejdsfortjeneste mv.).

## 3.10 Krav 6.04 Støj

*For at nedsætte støjgenerne væsentligt for flest mulige beboere i ejendomme beliggende ud til støjbelastede veje (>58 dB), giver Byfornyelsen til disse ejendomme kun støtte til vinduesrenovering/udskiftning af vinduer, som minimum overholder kravene til klasse D i Dansk Standard 490 (Lydklassifikation af boliger). Dette betyder at vinduesudskiftningen skal medføre et indendørs støjniveau fra trafik som bliver mindre end  $L_{den}$  38 dB.*

Der er ikke målt støjniveauer i Parkskellet højere end 58 dB jf. Københavns Kommune støjkort og MBA16 kravet medfører således ikke merudgifter.

For at belyse konsekvenserne af kravet er der konstrueret følgende eksempel med udgangspunkt i geometrien i Parkskellets boligblokke:

I forbindelse med renovering udskiftes eksisterende vindue som udgangspunkt med nye vinduer med termolydruder, som opfylder krav til indendørs niveau.

Der opstilles 2 scenarier:

- > Scenarie A: Udendørs støjniveau på facaden fra vejtrafik =  $L_{den} = 63$  dB
- > Scenarie B: Udendørs støjniveau på facaden fra vejtrafik =  $L_{den} = 68$  dB

Det skal belyses, hvilken vinduestype (opbygning) er tilstrækkelig for, at indendørs støjniveau opfylder DS 490 klasse D ( $L_{den} \leq 38$  dB) og hvad er merprisen i forhold til ikke-støjbelastet bolig.

Der tages udgangspunkt i almindeligt opholdsrum, midt i bygningen, ingen tageta-ge med følgende rammebetingelser:

- > Gulvareal =  $3 \times 4$  m, loftshøjde 2,7 m, Rumvolumen  $32,4 \text{ m}^3$
- > Vinduesareal =  $1,1 \times 1,5 = 1,7 \text{ m}^2$
- > Vinduet er f.eks. 3-fags trævindue med almindelige termoruder (fx 4-10-4)
- > Facadeareal:  $6,5 \text{ m}^2$
- > Facade er hulmur af tegl

Den akustiske beregning giver følgende resultat i de to scenarier:

| Forudsætninger   | Lden 63 dB på facaden<br>Lden < 38 dB indendørs                      | Lden 68 dB på facaden<br>Lden < 38 dB indendørs                      |
|--|--|--|
| Gulvareal = $3 \times 4$ m, loftshøjde 2,7 m, Rumvolumen $32,4 \text{ m}^3$<br>Vinduesareal = $1,1 \times 1,5 = 1,7 \text{ m}^2$<br>Facadeareal: $6,5 \text{ m}^2$<br>Facade er hulmur af tegl | Lydkrav til vinduesparti inkl. rammer og karm<br>$R'w + Ctr > 24$ dB | Lydkrav til vinduesparti inkl. rammer og karm<br>$R'w + Ctr > 28$ dB |

Figur 12 Beregning af lydkrav til vinduesparti i scenarium A og B

Dette krav vil et normalt nyt vinduesparti med energirude kunne opfylde. Tommelfingerreglen er, at et vinduesparti med en almindelig energirude 4-12-4 er tilstrækkelig til at overholde kravene til indendørs støjniveau på 33 dB, når facadeniveauet ikke overskrider 58 dB.

Til eksemplet er der imidlertid bedt om et indendørs støjniveau på 38 dB, så der er "5 dB at rutte med", og så burde et normalt nyt vinduesparti også kunne klare de 63 dB på facaden.

Der er således ikke nogen merudgift forbundet med kravet.

Indhentning af priser hos vinduesproducent for et 3 fags oplukkeligt trævindue, 1,1x 1,5 m, 2 lags termo viser følgende

4-12-4,  $R_w + C_{tr}$  26 dB: kr. 4274,-

6-12-4, Rw + Ctr 29 dB: kr. 4319,-

Forøgelsen i anlægsomkostninger er i dette tilfælde marginal, hvilket antages at være repræsentativt. Vedligeholdelseskostninger, energidata mv. antages ens uanset rudetype, hvorfor det kun er relevant at betragte anlægsomkostninger.

### Generelle bemærkninger

Lydkrav til nybyggeri er 33 dB, som skal opfyldes uanset støjniveau på facaden. Det antages, at kravet til renovering er sat til 38 dB i forventning om, at der også er et støjbidrag gennem den lukkede del af facaden – i dette tilfælde en teglmur, som oven i købet bliver forstærket med endnu en mur og isolering.

I almindelighed er det vinduerne, som er det svage led i forhold til lydisolering, og det er vores vurdering, at der normalt ikke er behov for at øge støjniveauet (= mindske kravet) med 5 dB ved renovering i forhold til nybyggeri.

## 4 Konklusion og anbefalinger

### 4.1 Resultatskema

Med udgangspunkt i casen er resultaterne vurderet i forhold til:

- › **Baseline:** Casen, som vi antager, at den ville blive renoveret med udgangspunkt i BR2015 samt gældende praksis for almene boliger.
- › **MBA16:** Casen, som vi antager at den vil blive renoveret med udgangspunkt i MBA16 kravene.

For hvert krav er samlet de økonomiske analyseresultater samt korte generelle bemærkninger. De generelle bemærkninger er uddybet i afsnit 4.2.

|  | Baseline: Case som den vil være ift. BR2015/almene praksis   | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16   | Opfyldelse af MBA16 sammenlignet med baseline<br>Kr./m <sup>2</sup> etageareal  | Opfyldelse af MBA16 krav, generelle vurderinger og bemærkninger                                       |
|--|--|---|---|---|
| Krav 1.03: Energioptimering i større renoveringer  | Helhedsrenovering med energitiltag 1 – 3: Loftisolering, nye vinduer, mekanisk ventilation, løfter fra Energimærke E til D | Energirenovering løfter case fra Energimærke D til C. Energitiltag 4: ny klimaskærm + facadeisolering   | Anlæg: 1.738 kr./etage m <sup>2</sup> (NPV), - eller 1.482 kr./etage m <sup>2</sup> (simpel)<br>Total økonomi: 1178 kr./etage m <sup>2</sup><br>Tilbagebetalingstid: uendelig | Helhedsrenovering vil i meget få tilfælde omfatte facadeisolering og krav vurderes ikke realistisk    |
| Krav 1.06: Energistyring og adfærd i alment nybyggeri og i forbindelse med helhedsrenovering | Fjernvarmemåler på hovedcentral  | Case: 1. En bimåler i hver boligblok, dvs. 20 målerer<br>Case 2. En bimåler for hver fjernvarmetilgang  | Anlæg: Case 1: 30 kr./etage m <sup>2</sup><br>Case 2: 7,4 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Kan ikke vurderes<br>Tilbagebetalingstid: Kan ikke vurderes              | Antallet af bimålere bør vurderes ift styringsbehov.  |
| Krav 1.07 Effektiv belysning (Indvendig belysning)   | Indendørs belysning: Lys i fællesarealer efter gældende krav i BR10/DS700<br>Udendørs belysning: Ingen krav                | Indendørs belysning: BR2015 krav er opfyldt, ingen skærpelse<br>Udendørs belysning: Skærpede krav til lyskvalitet kan opfyldes til samme pris | Anlæg: 0 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Kan ikke vurderes<br>Tilbagebetalingstid: Kan ikke vurderes   | Dagslysstyring og/eller PIR vil være relevant i mange fællesområder.                                  |
| Krav 1.10 Bygas i eksisterende byggeri   | Eksisterende fordeling af gas og el fastholdes   | Gas føres frem til alle køkkener, lejere vælger selv tilslutning  | Anlæg: 30 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Udelukkende investering<br>Tilbagebetalingstid: Ikke relevant  | Der er ikke tvunget tilslutning. Ikke attraktivt for eksisterende lejere, som har anskaffet elkomfur. |
| Krav 1.13 Optimerede driftsindstillinger   | Systematisk opfølgning på driftsindstillinger ved aflevering og 1-års gennemgang   | Systematisk opfølgning som normal praksis + ved 5 års gennemgang  | Anlæg: 3 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Kan ikke vurderes<br>Tilbagebetalingstid: Meget kort.   | Et positive krav uden omkostninger. Forventet effekt: 5-10 % besparelse på drift ved styring.         |
| Krav 2.01 Livscyklusvurdering (LCA)  | Ingen krav til LCA   | LCA vurdering af udvalgt bygningsdel, min. 2 varianter  | Anlæg: 0 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Ikke relevant<br>Tilbagebetalingstid: Ikke relevant   | Anvendelse i proces uklar. Indikatorer bør prioriteres. Valg på baggrund af LCA vil påvirke økonomi.  |
| Krav 2.04 Bæredygtigt træ  | Trykimprægneret træ eller sibirisk lærk til affaldsskure mv. (Almene boliger fravælger trykimprægneret træ)                | Gran fra nordisk eller tysk skovbrug med FSC/PEFC certifikat. Ved korrekt konstruktiv træbeskyttelse forventes levetid omtrent som baseline.. | Anlæg: 0 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Ikke relevant<br>Tilbagebetalingstid: Ikke relevant   | Vedligeholdelsesudgift over 30 år anslås til 10 % af anlægsudgift. Ikke beregnet.                     |

|  | Baseline: Case som den vil være ift. BR2015/almene praksis           | MBA16: Case som den vil være ift. MBA16   | Opfyldelse af MBA16 sammenlignet med baseline<br>Kr./m <sup>2</sup> etageareal   | Opfyldelse af MBA16 krav, generelle vurderinger og bemærkninger  |
|--|--|---|--|--|
| Krav 3.01 Måling af koldt og varmt brugsvand | Måler pr. boligblok (antages også at gælde inden renovering)         | 4 målere pr. lejemål (badeværelse og køkken, koldt og varmt vand). Vandforbrug ikke kendt | Anlæg: 7,4 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Total økonomisk positivt<br>Tilbagebetalingstid: Er ikke vurderet. | Generelle erfaringer støtter antagelsen at individuel måling og afregning mindsker forbrug.                                |
| Krav 3.02 Håndtering af regnvand             | Regnvand ledes til kloak   | Regnvand ledes til faskiner i grønne fællesarealer fra 50 % af boligblokkene              | Anlæg: 42 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: 18 kr/etage m <sup>2</sup><br>Tilbagebetalingstid: over 30 år       | Anlægsudgift er afledt af tilsvarende anlæg på Dyvekeskolen. Investering og drift er fordelt på hele bebyggelsen.          |
| Krav 6.04 Støj                               | Vinduer med energiruder med energimærke B installeres i alle vinduer |   | Anlæg: 0 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi: Ikke relevant<br>Tilbagebetalingstid: Ikke relevant                  |  |
| Sum  |  |   | Anlæg: 1616 kr./etage m <sup>2</sup><br>Total økonomi:<br>Tilbagebetalingstid:   | Heraf udgør BK2020 kravet 92 %<br>Samlet anlægssum er ikke kendt og udgifter til MBA16 i % af anlægssum kan ikke beregnes. |

## 4.2 Generelle bemærkninger til de enkelte krav

### Krav 1.03 Energirenovering

Casens udgangspunkt er repræsentativt for ganske mange almene boliger med ingen eller meget ringe isolering af klimaskærmen. I den konkrete sag har Landsbyggefonden som nævnt finansieret en væsentlig del af renoveringen. Den viser, at det generelt vil være vanskeligt at hæve et energimærke D to trin med de tiltag, som det oftest er muligt at gennemføre med de midler, som en boligafdeling har til rådighed. De tiltag på klimaskærmen, som oftest gennemføres, er udskiftning af vinduer, tætning, evt. isolering af vinduesbrystninger samt isolering mod loft. Disse tiltag har samtidig stor komfortmæssig betydning. Hvis pladsforholdene tillader det, er mekanisk ventilation også et hyppigt anvendt tiltag sammen med de "lavthængende frugter" som udskiftning af pumper i varmecentral, teknisk isolering af varmeanlæg og ny belysning i fællesområder.

Isolering af klimaskærmen som i Parkskellet kan sjældent lade sig gøre af økonomiske og/eller bevaringsmæssige årsager. Særlige årsager, såsom skimmelanlæg, fører til større renoveringer, men det er ikke sandsynligt, at en boligafdeling under normale omstændigheder vil have økonomisk råderum til at gennemføre tiltag 1 – 3 på én gang. Umiddelbart vurderes kravet om at løfte et byggeri med energimærke E eller F med mindst to trin ikke at være realistisk.

### Krav 1.06 Energistyring

Etablering af bimålere vil give driftspersonalet mulighed for at opfølgning og fejlfinding samt synliggørelse af varmekonsumet over for beboerne i de enkelte blokke. MBA16 kravet vurderes som en skærpeelse i forhold til almindelig praksis og vil medføre en lille merudgift i anlægsbudgettet. Merudgiften for opfyldelse af kravet er dog meget afhængig af bebyggelsens omfang og antallet af blokke. Det anbefales at stille krav om målere på hver hovedvarmecentral i en bebyggelse men ikke på mindre enheder, f.eks. på opgangsniveau.

### Krav 1.07 Belysning

MBA16-kravene til indendørs belysning er ikke en skærpeelse i forhold til de krav, der indskrives i BR15, som refererer til den nye belysningsstandard DS/EN 12464-1. Derimod vil et krav om lysstyring, både dagslysstyring og andre typer styring f.eks. PIR, være en relevant skærpeelse i forhold til BR2015.

### Krav 1.10 Bygas

(Re-)etablering af bygas er en investering, der ifølge gasleverandøren har ingen eller meget lille driftsbesparelse. I tilfælde af reetablering i køkkener, hvor lejer har skiftet til elkomfur, pålægges lejer desuden en udgift til nyt komfur. Ud fra det foreliggende kan kravet ikke anbefales.

### Krav 1.13 Drift

Et krav om en systematisk opfølgning på drift og indstillinger er et fornuftigt krav, som vil give mulighed for at kontrollere at anlæggene kører som de skal og eventuelt identificere og afhjælpe potentielle fejl. Det anbefales at fastholde dette krav.

### Krav 2.01 LCA

Kravet om LCA indebærer forsvindende små ekstraomkostninger i det samlede anlægsbudget. Uklarheden om konsekvenserne af LCA (hvordan LCA anvendes og deraf følgende konsekvenser) medfører, at det anbefales at præcisere dette eller evt. reducere kravet på nuværende tidspunkt. I stedet foreslås det at stille



nogle mere håndgribelige krav på linje med kravet om bæredygtigt træ, f.eks. krav om genanvendelighed.

- Krav 2.04 Træ** Krav om brug af bæredygtigt, certificeret træ læner sig i høj grad op ad generel praksis og medfører således ikke ekstra anlægsomkostninger. Da en forudsætning for lang levetid af en trækonstruktion uden trykimprægnering er omhyggelig anvendelse af principperne for konstruktiv træbeskyttelse, anbefales dette tilføjet til kravet. Der må forventes mindre øgede vedligeholdelseskostninger ved brug af uimprægneret træ – op til 10 % af anlægssummen over 30 år.
- Krav 3.01 Brugsvand** Etablering af brugsvandsmålere i boligselskaber kan ske med tilskud fra forsyningsselskabet og derfor med en begrænset merudgift i anlægsbudgettet ved renovering. Det er COWIs vurdering at MBA16 kravet vil være totaløkonomisk positivt og vil medføre en reduktion af det fremtidige vandforbrug. Da vandforbruget erfaringsmæssigt falder 20-25 % efter installering, anbefales det at fastholde kravet.
- Krav 3.02 Regnvand** Kravet om LAR på egen grund er muligt i nogle tilfælde, hvor landskabet tillader det. Det bør være en vurdering i den konkrete sag, om det er teknisk muligt at nedsive alt regnvand på egen grund, men nedsivning og opsamling i mindre skala til vanding i gårdmiljø anbefales. Genanvendelse af regnvand i toiletskyl er som anført i den tidligere økonomiske analyse ikke rentabelt i etageboliger højere end 2 etager. Skybrudssikring bør under alle omstændigheder være et krav ved renovering.
- Krav 6.04 Støj** Der er ingen merudgift forbundet med kravet, men en umiddelbar vurdering er, at det kan skærpes i tilfælde, hvor hele vinduespartiet skiftes. Her vil det være muligt at overholde lydkravet svarende til nybyggeri, hvor støjniveauet på facaden er 63 dB.