



BÆREDYGTIGHEDSVÆRKTØJET v4.0

FRA KØBENHAVNS EJENDOMME & INDKØB OG BYGGERI KØBENHAVN

9. januar 2017

KØBENHAVNS EJENDOMME & INDKØB OG BYGGERI KØBENHAVNS VISION FOR BÆREDYGTIGHED I 13 DOGMER

PROCES

1. Vi arbejder med en struktureret helhedstilgang til bæredygtighed fra de tidligste faser.
2. Vi har en god overgang fra byggeri til drift.

MILJØ

3. Vi har et langsigtet fokus på miljø, klima og sundhed.
4. Vi reducerer vores forbrug af el, drikkevand og varme.
5. Vi forbedrer vores håndtering af affald herunder miljøfarligt affald.

ØKONOMI

6. Vi optimerer udgifter til anlæg og drift herunder ved hjælp af totaløkonomi og arbejder for kvalitet og enkle, langtidsholdbare løsninger.
7. Vi bidrager til innovation og vækst gennem indkøb og samarbejde med private aktører.
8. Vi har fokus på samlokalisering, intelligent brug af kvadratmeter og fleksibilitet i vores bygninger.

SOCIALE FORHOLD

9. Vi inddrager brugerne i udviklingen af nye projekter og i den efterfølgende drift.
10. Vi har borgerne og brugernes behov i centrum, når vi arbejder med arkitektur, funktionalitet, indeklima, tilgængelighed og udearealer.
11. Vi arbejder for et godt og sikkert arbejdsmiljø på byggepladsen og modarbejder social dumping.

TEKNIK

12. Vi arbejder for at fremme genbrug og genanvendelse i byggeriet.

OMRÅDE

13. Vores projekter tilpasses lokale forhold og skaber værdiforøgelse i lokalområdet.

Vejledning til
Bæredygtighedsværktøjet
fra Københavns Ejendomme & Indkøb og Byggeri København

VERSION: 4.0
DATO: 9. januar 2017

KEIDs og ByKs bæredygtighedsteam:

Greg Aggs
Hans Mortensen
Jens Runge
Louise Lybye
Ole Henriksen
Signe Bang Korsnes
Jesper Jordansen

Styregruppe:
Rasmus Brandt Lassen
Michael Stensgaard
Pernille Søby

| | |
|--|----|
| 1. Introduktion..... | 4 |
| 2. Vision for bæredygtighed i 13 dogmer | 4 |
| Proces | 4 |
| Miljø..... | 5 |
| Økonomi | 5 |
| Sociale forhold..... | 6 |
| Teknik..... | 7 |
| Område | 7 |
| 3. Bæredygtighed trin for trin i byggeprojektet | 7 |
| 3.1. Udbud..... | 7 |
| 3.2. Målsætning..... | 8 |
| 3.3. Oplæg til analyse | 8 |
| 3.4. Eventuel indhentning af forsynings- og driftsdata | 8 |
| 3.5. Analyse | 9 |
| 3.6. Afslutning af analyse..... | 9 |
| 3.7. Opfølgning på analyse..... | 9 |
| 4. Bæredygtighedsværktøjet..... | 10 |
| 4.1. Introduktion..... | 10 |
| 4.2. Forside..... | 11 |
| 4.3. Oversigt | 11 |
| 4.4. Analyse | 12 |
| 4.5. Bygherrens data..... | 14 |
| 5. Faser | 14 |
| 6. Projekttype og omfang af analyse | 14 |
| 7. Supplerende vejledning til LCCbyg..... | 15 |
| 8. Håndtering af drift i totaløkonomien..... | 16 |
| 9. Sammenhæng med andre værktøjer i Københavns Kommune..... | 17 |
| 10. Grundlæggende totaløkonomi | 18 |
| 10.1. Introduktion..... | 18 |
| 10.2. Rentesregning..... | 18 |
| 10.3. Betalingsstrømme, renter og kalkulationsperiode | 19 |
| 10.4. Nutidsværdi | 21 |
| 10.5. Årsomkostning..... | 22 |
| 10.6. Tilbagebetalingstid..... | 23 |
| 10.7. Intern rente | 24 |

1. INTRODUKTION

Københavns Ejendomme og Indkøb (KEID) og Byggeri København (ByK) har siden 2010 arbejdet med totaløkonomi og siden 2013 med bæredygtighed i byggerier over 20 millioner kroner. Det betyder, at vi gennemfører totaløkonomiske analyser og siden 2013 bæredygtighedsanalyser på alle større byggerier. Omfanget af analyserne varierer fra projekt til projekt, og der laves analyser i forskellige faser og skalaer varierende fra bygningsdel til det samlede byggeri. Vi har gennemført mere end 50 analyser på egne byggerier siden 2010.

Den største ændring i denne nye udgave af vores materiale til at håndtere bæredygtighed i byggeriet er, at der er gennemført en større tilnærmelse til og integration med den danske udgave af den tyske certificeringsordning DGNB, Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, og det nye nationale værktøj til totaløkonomiske beregninger udviklet af Statens Byggeforskningsinstitut, LCCbyg.

KEID og ByK har desuden gjort bæredygtighed til en fast del af sine organisationer. Der er etableret et bæredygtighedsteam, der sikrer, at bygherren og driftsherren er inddraget i bæredygtighedsanalyserne og sikrer vidensdeling mellem de to organisationer. Se i kolofonen, hvem der er med i teamet.

Det samlede materiale til at håndtere bæredygtighed er ud over bæredygtighedsværktøjet denne vejledning til værktøjet, Københavns Kommunes retningslinjer Miljø i byggeri og anlæg 2016 og det nationale totaløkonomiværktøj LCCbyg. De tre første kan hentes på kommunens hjemmeside og LCCbyg på LCCbyg.dk.

2. VISION FOR BÆREDYGTIGHED I 13 DOGMER

KEID og ByKs vision for bæredygtighed i vores byggerier er udtrykt i 13 dogmer, som er fordelt på DGNBs seks bæredygtighedskvaliteter proces, miljø, økonomi, sociale forhold, teknik og område.

PROCES

1. Vi arbejder med en struktureret helhedstilgang til bæredygtighed fra de tidligste faser

Bæredygtighedsarbejdet beskrives i vores tillæg til ydelsesbeskrivelserne. Som minimum vurderer vi bæredygtige tiltag i alle projekter med byggesum på over 20 millioner. Vi lægger en strategi for bæredygtigheden i de projekter, hvor vi går videre og laver analyser af bæredygtighed. Vi indfører rammerne for arbejde med bæredygtighed så tidligt i projekterne som muligt. Det sker allerede fra idéoplæg, program og dispositionsforslag. I dette kan også indgå vurdering af mulighed for at påvirke brugernes adfærd i det færdige byggeri. Vi bruger totaløkonomiværktøjet LCCbyg i vores byggerier, og vi arbejder frem mod anvendelse af livscyklusanalyseværktøjet LCAbyg.

2. Vi har en god overgang fra byggeri til drift

Vi arbejder med en god overgang fra byggeri til drift gennem en tilgang som opsamler driftsherrens erfaringer, og som omsætter dem til konkrete ønsker fra driftsherreorganisationen til nye byggeprojekter. Vi kalder dette for Byggeri til drift, BtD. Ud over at vi har vores BtD-proces som i sig selv er en slags commissioning, gennemfører vi også mere omfattende commissioning-processer på flere byggerier.

MILJØ

3. Vi har et langsigtet fokus på miljø, klima og sundhed

Vores bygninger kan have stor påvirkning på miljøet og mennesker. Derfor har vi fokus på livscyklusvurdering, LCA, og miljøskadelige stoffer, når vi udvikler, opfører og vedligeholder vores bygninger.

Københavns Kommunes publikation Miljø i byggeri og anlæg 2016 stiller 27 konkrete krav til miljøforhold i vores byggerier. Det er krav, som ligger ud over gældende lovgivning.

4. Vi reducerer vores forbrug af el, drikkevand og varme

Vi bestræber os på at formindske unødigt energiforbrug og på at reducere vores driftsomkostninger og vores påvirkning af miljøet.

Københavns Kommunes Klimaplan rummer et mål om at opnå 40 % energibesparelse i de kommunale ejendomme frem mod 2025. En væsentlig del af dette skal opnås via energirigtig drift, helhedsrenovering og energirenovering af ejendomme, der ikke helhedsrenoveres. I nybyggerier stiller vi krav om bygningsklasse 2020.

5. Vi forbedrer vores håndtering af affald herunder miljøfarligt affald

Vi har en Ressource- og Affaldsplan, hvor vi har store ambitioner om at bedre sortering og udnyttelse af affald i kommunen. Vi giver brugerne mulighed for at kildesortere affald ved at indrette plads til sortering i det færdige byggeri.

Vi stiller krav om forregistrering af miljøskadelige stoffer inden renovering og nedrivning.

ØKONOMI

6. Vi optimerer udgifter til anlæg og drift herunder ved hjælp af totaløkonomi og arbejder for kvalitet og enkle, langtidsholdbare løsninger

Vi flytter med totaløkonomi det ensidige fokus fra anlægssummen over på en række andre parametre, der har indflydelse på byggeriet som facilitet over en lang periode. I byggeprojekter ser vi som udgangspunkt på anlægsinvesteringen, forsyningen og driften i en periode på 50 år.

Vi arbejder med at integrere driftserfaringer i vores byggeprocesser og med en systematisk overdragelse fra byggeri til drift.

7. Vi bidrager til innovation og vækst gennem indkøb og samarbejde med private aktører

Organiseringen af KEID og ByK betyder, at vi får udført langt størstedelen af vores arbejde af private samarbejdspartnere, herunder små og mellemstore virksomheder. På den måde understøtter vi lokal vækst og fastholdelse af arbejdspladser i København.

I samarbejdet med de private aktører udfordrer vi dem til at komme med innovative løsninger. Desuden deltager vi i innovations- og udviklings samarbejder på tværs af byggebranchen og stiller vores bygninger til rådighed for private virksomheder, der ønsker at afprøve ny teknologi.

8. Vi har fokus på samlokalisering, intelligent brug af kvadratmeter og fleksibilitet i vores bygninger

KEID og ByK arbejder for at fremtidssikre porteføljen, så vi tilpasser den til de givne behov til enhver tid. Ved nyanlæg og renovering prioriterer vi derfor at anvende fleksible bygningsløsninger med gode udvidelses- og omstillingsmuligheder i respekt for brugernes behov og funktionsønsker.

Vi bidrager til samlokalisering på tværs af bydele, forvaltninger, brugergrupper og funktioner. Samlokalisering dækker over arealoptimering, der kan føre til udfasning af dyre ejendomme og private lejemål, og intelligent udnyttelse af kvadratmeter set over hele døgnet. Formålet er både at opnå effektiviseringer på kort sigt og at tilvejebringe en mere optimal ejendomsportefølje på længere sigt.

SOCIALE FORHOLD

9. Vi inddrager brugerne i udviklingen af nye projekter og i den efterfølgende drift

Det handler først og fremmest om brugerne i vores bygninger. I vores byggeprojekter bliver brugerne inddraget i en tidlig fase, så vi sammen med vores rådgivere indtænker deres behov i løsningerne. I brugerprocessen lytter vi til ideer og ønsker. Vi sørger for en god overgang fra byggeri til drift, så brugerne får viden om, hvordan de skal håndtere deres ejendom.

10. Vi har borgerne og brugernes behov i centrum, når vi arbejder med arkitektur, funktionalitet, indeklime, tilgængelighed og udearealer

Vores bygninger er fysisk ramme om mange menneskers hverdag. Vi arbejder for et godt indeklime for medarbejdere, brugere og borgere. Arkitektonisk tilpasser vi, i samarbejde med vores rådgivere, bygningen til stedet, og vi giver bygningerne de funktioner, brugerne har behov for. Vi har fokus på tilgængelighed for alle og gode udearealer. Vi bruger udearealerne til at skabe god synergi i sammenhængen med byen.

11. Vi arbejder for et godt og sikkert arbejdsmiljø på byggepladsen og modarbejder social dumping

Vi modarbejder social dumping med sociale klausuler og stiller krav om praktikpladser og lærlingepladser i større byggesager. Vi ønsker byggepladser, som er sikre og sunde at arbejde på.

TEKNIK

12. Vi arbejder for at fremme genbrug og genanvendelse i byggeriet

Vi vil gerne fremme genbruget og muligheden for fremtidig genanvendelse i byggeriet, der hvor det giver mening. Derfor afsøger vi og arbejder med konkrete muligheder for dette.

OMRÅDE

13. Vores projekter tilpasses lokale forhold og skaber værdiforøgelse i lokalområdet

Vi arbejder med tilpasning af vores projekter til lokale forhold herunder klimatilpasning, luftforurening, støj, jordforurening og radon. Vi arbejder med projektets positive sammenhæng med og indvirkning på områdets image og tilstand, trafikforhold og faciliteter.

3. BÆREDYGTIGHED TRIN FOR TRIN I BYGGEPROJEKTET

I dette afsnit gennemgår vi trin for trin arbejdet med bæredygtighed i det enkelte byggeprojekt. Arbejdet består i sin fulde udstrækning af 7 trin.

1. Udbud
2. Målsætning
3. Oplæg til analyse
4. Eventuel indhentning af forsynings- og driftsdata
5. Analyse
6. Afslutning af analyse
7. Opfølgning på analyse

De syv trin bliver gennemgået i det følgende.

3.1. UDBUD

Vi definerer rammerne for arbejdet med bæredygtighed i vores tilføjelser til ydelsesbeskrivelserne for rådgivning.

3.2. MÅLSÆTNING

KEIDs og ByKs 13 bæredygtighedsdogmer for bæredygtighed er vores vision for bæredygtighed, og den gælder generelt for alle projekter. Denne vision bliver i det konkrete projekt omsat til en målsætning, som skrives på forsiden af bæredygtighedsværktøjet.

Rådgiver koordinerer i samarbejde med vores projektleder arbejdet med at lave en målsætning for bæredygtighedsanalyserne i projektet, herunder omfang og antal af analyser i projektet.

Det skal fremgå af den enkelte målsætning, hvordan aktørerne vil bruge analysen efterfølgende. Er den et beslutningsgrundlag, som udelukkende bruges til en enkelt beslutning om hvilket alternativ, der skal vælges? Eller er analysen også grundlag for efterfølgende opfølgning på konkrete målepunkter i det byggede byggeri?

3.3. OPLÆG TIL ANALYSE

Rådgiver udarbejder et oplæg til, hvilke bæredygtighedsanalyser der skal laves i projektet. Projektlederen skal godkende oplægget.

3.4. EVENTUEL INDHENTNING AF FORSYNINGS- OG DRIFTSDATA

Hvis der er tale om tilbygning, ombygning og eller renovering kan det være relevant for analysen at have forsyningsdata fra det eksisterende byggeri. I det tilfælde indhentes og indskrives forsyningsdata i LCCbyg i Alternativ 1. Rådgiver koordinerer, at dette sker hurtigst muligt.

KEID kan normalt levere relevante data vedrørende forsyninger på de relevante bygninger til rådgiver. Vær opmærksom på, at der kan være flere bygninger på matriklen, og at en skole for eksempel kan være fordelt på flere matrikler.

Datakilder til forsyning:

1. Agenda2100. Hvis data ikke er fyldestgørende her, kan data hentes i:
 - a. Kontoudskrifter
 - b. Konkrete forbrugsafregninger

Rådgiver gennemgår de indhentede data og sørger for kvalitetssikring. Rådgiver kan få hjælp af KEID ved eventuelle spørgsmål vedrørende forsyningsdataene.

Der foregår ikke umiddelbart indhentning af forsyningsdata ved nybygning, da der ikke er nogen eksisterende forsyning.

Rådgiver kan også indhente og indskrive driftsdata i bæredygtighedsværktøjet. Rådgiver kan få hjælp af KEID til at indsamle disse data. Hovedkilderne til disse data er:

1. Indhentning af relevante oplysninger om ejendommen jævnfør vores spørgsmål i bæredygtighedsværktøjet. Vær herunder også opmærksom på følgende:
 - 1.a. Udtræk fra Caretaker/KASA
 - 1.b. Driftsoplysninger fra brugerne og fagforvaltningernes drift

- 1.c. Besigtigelse af ejendommen
- 1.d. Bygningssyn (inklusive vurdering af akut genopretning)
- 1.e. Energimærke (boligejer.dk)
- 1.f. Indhentning af oplysninger om miljøskadelige stoffer

Rådgiver gennemgår de indhentede data og sørger for kvalitetssikring. Rådgiveren kan få hjælp af KEID ved eventuelle spørgsmål til driftsdata.

3.5. ANALYSE

Rådgiver gennemfører analyser på grundlag af det godkendte oplæg og sender dette til projektlederen.

Projektlederen koordinerer kvalitetssikring. Projektlederen kan selv gennemgå materialet. Projektlederen kan gennemgå analysen med sin repræsentant i bæredygtighedsteamet og med sin BtD-repræsentant. Denne kvalitetssikring kan med fordel afsluttes med en fælles gennemgang mellem projektlederen og rådgiver, så eventuelle spørgsmål afklares.

Projektlederen godkender analysen.

3.6. AFSLUTNING AF ANALYSE

Ved mindre analyser af for eksempel bygningsdele er afslutningen af analysen normalt begrænset til en kort anbefaling på forsiden af bæredygtighedsværktøjet.

Ved udarbejdelse af en større analyse, kan rådgiver og projektlederen udarbejde et følgenotat, som kan bruges i det videre arbejde med projektet.

Dette følgenotat kan med fordel indeholde følgende elementer:

1. Baggrund for analysen
2. Anbefaling til valg af alternativ
3. Gennemgang af alternativer på baggrund af vurderingerne af deres håndtering af bæredygtighed
4. Forbehold, herunder risici og projektafgrænsninger
5. Tid

3.7. OPFØLGNING PÅ ANALYSE

Det skal fremgå af målsætningen i analysen, hvordan der skal følges på bæredygtighedsanalysen i det videre projektforløb herunder i den efterfølgende drift. Se også 3.2. Målsætning.

4. BÆREDYGTIGHEDSVÆRKTØJET

4.1. INTRODUKTION

Vi gennemfører analyser af bæredygtighed ved hjælp af vores bæredygtighedsværktøj og LCCbyg, som er udviklet af Statens Byggeforskningsinstitut til at håndtere totaløkonomi i byggeriet.

I dette afsnit gennemgås Bæredygtighedsværktøjet skridt for skridt, mens vi skriver mere om LCCbyg i kapitel 7. Vores vision for bæredygtighed udtrykt i 13 dogmer inden for de seks bæredygtighedskvaliteter fra DGNB definerer vores overordnede tilgang til bæredygtighed i byggeriet. Omsættelsen af dem til praksis sker gennem 29 spørgsmål, som vi stiller til vores byggeprojekter i bæredygtighedsværktøjet.

Værktøjet er opbygget efter samme systematik som DGNB. Det betyder, at der arbejdes med de seks kvaliteter proces, miljø, økonomi, sociale forhold, teknik og område og de 40 kriterier inden for disse. Denne version af Bæredygtighedsværktøjet bygger på DGNB-manualen for kontorbygninger 2016.

Vi har valgt ikke at stille direkte spørgsmål i værktøjet til en række af de 40 kriterier fra DGNB, da disse håndteres andre steder. Disse kriterier er gengivet med en svag tekst i værktøjet. Det gælder for eksempel krav til brand, som er dækket af Bygningsreglementet.

Vi har tilføjet tre nye kriterier, som vi har anset som relevante for at opfylde Københavns Kommunes politikker og strategier. Denne tilføjelse er markeret i værktøjet med "Ekstra kriterie tilføjet af bygherre".

Vi har valgt at forenkle DGNB-tilgangen ved til hvert kriterium at stille mellem ét og tre spørgsmål og således ikke stille de samme krav, som DGNB gør, til at lave en detaljeret dokumentation eller måling af hvert enkelt kriterium. Vi har også forenklet ved i nogle tilfælde at stille ét spørgsmål til flere DGNB-kriterier. Det gælder for eksempel spørgsmål 20, som dækker flere DGNB-kriterier om indeklimate.

Bæredygtighedsværktøjet er ikke et certificeringsværktøj, men et procesværktøj, der skal fremme dialog om bæredygtige valg. For os er det vigtigt at have et velovervejet beslutningsgrundlag ud fra en helhedsbetragtning, og at værktøjet vil føre til et tværfagligt samarbejde om den valgte bæredygtighedsstrategi og målsætninger for projektet.

Bæredygtighedsværktøjet er et excelbaseret værktøj. Det kan downloades fra <https://byk.kk.dk/indhold/udbudsdokumenter>.

Det består af 4 faneblade: Forside, Oversigt, Analyse og Bygherrens Data. De fire dele gennemgås i det følgende.

4.2. FORSIDE

Fanebladet Forside indeholder et hoved, hvor analysens væsentligste projektinformationer noteres. De udfyldes her og kopieres automatisk til de øvrige tre faneblade i værktøjet.

Alle de grønne felter i værktøjet er åbne for udfyldelse af tekst og tal. De øvrige felter er låst.

Under hovedet ses den grafiske repræsentation af resultatet af den analyse, som er gennemført i værktøjet. Når man har sat sig ind i, hvordan pointgivningen fungerer, 1 er lavest og 5 er højest, kan man hurtigt danne sig et overblik ved hjælp af de fire rosetter.

Dernæst kommer tre tekstfelter.

Beskrivelse, hvor byggeprojektet beskrives kort, så en udenforstående forstår de store linjer i projektet.

Målsætning, hvor målsætningen for bæredygtigheden i analysen skrives. Den er væsentlig at notere, da den er afgørende for, hvordan der skal arbejdes i analysen, for hvordan alternativerne skal vurderes, og for hvordan der skal følges op. Se mere i 3.2. Målsætning.

Anbefaling, hvor aktørerne i projektet skriver deres anbefaling til valg af alternativ.

Nederst på fanebladet Forside har vi indsat vores vision for bæredygtighed i byggeriet i form af de 13 dogmer.

4.3. OVERSIGT

Fanebladet Oversigt indeholder en oversigt over resultaterne i de op til fire alternativer, som der er plads til at analysere i værktøjet. For hver enkelt alternativ vises følgende: Alternativets nummer, alternativets navn, en kort beskrivelse af alternativet, totaløkonomiske nøgletal fra LCCbyg og rosetten, som viser, hvor mange point alternativet har fået inden for hvert kriterie.

Alternativ 1. Alternativerne i værktøjet er som udgangspunkt navngivet som Alternativ 1, Alternativ 2 osv., men feltet kan frit overskrives med en anden navngivning. Vær dog opmærksom på at nummereringen af rosetter på Forside og Analyse 1-4, ikke ændres.

[Indsæt navn]. Her indsættes et sigende navn for Alternativet, så det er klart hvilket alternativ, man taler om.

[Indsæt kort beskrivelse af alternativ]. Her indsættes en kort beskrivelse af alternativet, så det er muligt overordnet at forstå, hvad de vigtigste træk ved alternativet er.

Totaløkonomiske nøgletal fra LCCbyg. Her indsættes de totaløkonomiske nøgletal fra den totaløkonomiske analyse, som bliver udført i LCCbyg. Tallene fremgår af fanebladet Konklusion i LCCbyg. I Bæredygtighedsværktøjet summeres "Bygning", "Inventar", "Forvaltning" og "Renhold" til en samlet "Drift og vedligehold i alt". Derfor er de fire nøgletal markeret med svagere tekst.

Rosetterne udfyldes automatisk af bæredygtighedsværktøjet, og den henter data fra fanebladet Analyse.

I bunden af de to sider ses resultaterne for de fire alternativer gengivet i gennemsnitlige tal for hver kvalitet og det samlede gennemsnit.

4.4. ANALYSE

Fanebladet Analyse indeholder under sidehovedet de fire rosetter, som også er gengivet på Forside og på Oversigt.

Dernæst indeholder fanebladet Analyse hele analysen af bæredygtigheden, som værktøjet er lavet til. Analysen er som nævnt bygget op efter DGNB og i Bæredygtighedsværktøjet resulterer dette i 29 spørgsmål, som vi stiller til hvert alternativ.

Aktørerne vurderer som udgangspunkt, hvilke spørgsmål der er relevante at forholde sig til i den pågældende analyse. Hvis aktørerne vurderer, at et spørgsmål ikke er relevant for projektet, skal man skrive "Ikke relevant" under alternativ 1.

Hvad angår de spørgsmål, som handler om totaløkonomi, det vil sige spørgsmål 12, 13 og 14 giver aktørerne i projektet alternativerne point ud fra en placering på en lineær graf af alternativernes omkostninger til anlæg (12), forsyning (13) og drift (14).

Hvad angår de øvrige spørgsmål, giver aktørerne i projektet alternativerne point på baggrund af prosavurdering. Det gælder de øvrige 26 spørgsmål. Det vil sige, at aktørerne giver hvert alternativ et point i de grønne felter til højre på siden og samtidigt argumenterer for dette point i de grønne felter til venstre for pointene.

Pointgivningen på baggrund af prosavurdering svarer til, hvordan vi giver point i forbindelse med vurdering af udbud. Når vi i udbud vurderer indkomne tilbud, vurderer vi for eksempel arkitektur på baggrund af den tekst i udbudsmaterialet, hvor vi har gjort rede for, hvad vi ønsker med hensyn til arkitekturen. Når vi efterfølgende vurderer indkomne tilbud, vurderer vi dem ved at holde dem op imod beskrivelsen i udbudsmaterialet.

På samme måde skal aktørerne i projektet, når metoden er prosavurderingen i Bæredygtighedsværktøjet, holde pointgivningen af det enkelte alternativ op mod målsætningen for bæredygtigheden i projektet. Se mere om målsætning i afsnit 3.2.

Aktørerne giver point på en skala fra 1 til 5 på baggrund af inddelingen efter nedenstående skala.

1. Uacceptabelt

Dette point gives, hvis et af følgende forhold gør sig gældende:

- De stillede mål i målsætningen kan ikke ses eller aflæses i alternativet.
- Løsningen i alternativet er generelt uacceptabelt.

2. Under standard

Dette point gives, hvis et af følgende forhold gør sig gældende:

- Løsningen i alternativet forholder sig til mål beskrevet i målsætningen, men opfylder dem ikke på tilfredsstillende måde.
- Løsningen i alternativet er ikke tilfredsstillende.

3. Standard

Dette point gives, hvis et af følgende forhold gør sig gældende:

- Løsningen i alternativet understøtter de mål, som er beskrevet i målsætningen.
- Løsningen i alternativet lever op til lovgivningen.
- Løsningen i alternativet er en almindeligt kendt standardløsning.

4. Bedste praksis

Dette point gives, hvis et af følgende forhold gør sig gældende:

- Løsningen i alternativet anvender kendte løsninger og udnytter dem optimalt i forhold til bedste praksis på området. Der er ikke tale om innovation.
- Løsningen i alternativet er rigtig god.

5. Innovativ eller ekstraordinær

Dette point gives, hvis et af følgende forhold gør sig gældende:

- Løsningen i alternativet er innovativ.
- Løsningen i alternativet er ekstraordinær.

Pointenes gennemsnit udregnes og overføres automatisk til Oversigt som tal og grafik. Hvis et spørgsmål ikke er relevant og dermed ikke har fået point, medtages spørgsmålet ikke i gennemsnittet.

4.5. BYGHERRENS DATA

Fanebladet Bygherrens data indeholder foruden hovedet de forudsætninger, vi ønsker for at lave totaløkonomiske beregninger på baggrund af i vores byggerier. Disse data skal bruges i LCCbyg.

5. FASER

Denne beskrivelse af Bæredygtighedsværktøjet i forhold til faser refererer til Byggeri Københavns faseinddeling af byggeprocessen. Denne inddeling består af følgende faser:

0. Behovsafklaring
1. Planlægning (Indeholder Idéoplæg, program og forundersøgelser).
2. Forslag
3. Projektering
4. Udførelse
5. Aflevering
6. Idriftsættelse

Arbejdet med bæredygtighedsanalysen indledes så tidligt i projektet som muligt, og hvor det giver mening. Hvis der er en planlægningsfase gennemføres den første analyse i planlægningsfasen. Analysen i planlægningsfasen opfattes som en del af de tekniske forundersøgelser, dvs. at analysen er en del af det samlede beslutningsgrundlag i projektet. Hvis det er blevet bestemt i planlægningsfasen, skal analysen følges op af analyser i forslagsfasen. Normalt gennemføres der ikke analyser efter afsluttet projektforslag.

Det er en konkret vurdering i det enkelte projekt, hvor mange analyser, der skal gennemføres ud over den første.

Opfølgning på analysen sker på det tidspunkt efter gennemførelsen af den første analyse, hvor det er blevet noteret i målsætningen, at der skal følges op. Det er vigtigt, at der i analysen er taget stilling til denne opfølgning, det vil sige, hvornår det skal ske og hvordan.

6. PROJEKTTYPE OG OMFANG AF ANALYSE

Vi gennemfører analyse på de fleste projekttyper herunder nybyggeri, tilbygning, ombygning og renovering.

Vi har en del erfaring med at lave bæredygtighedsanalyser på eksisterende ejendomme. Det særlige ved disse projekter er, at der er et udgangspunkt, aktørerne skal forholde sig til. De største udfordringer ved disse projekter er at indsamle driftsoplysningerne, og det skal projektleder og rådgiver være opmærksomme på.

Ved nybygninger er det kendetegnende for vores tilgang, at vi i vores analyser sammenligner forskellige alternativer for dette nybyggeri med hinanden. Vi har ikke en referencebygning, vi sammenligner med. Ved analyser af nybyggeri indgår der ofte renoveringer og hele eller delvise nedrivninger.

Analyserne kan derudover enten handle om det samlede projekt eller om enkelte bygningsdele. Dette afhænger af en konkret vurdering i starten af projektet.

7. SUPPLERENDE VEJLEDNING TIL LCCBYG

Vi anvender LCCbyg til at gennemføre vores totaløkonomiske analyser. Værktøjet har en vejledning, som hjælper til værktøjets konkrete funktioner. Ved at trykke på tasten F1 et vilkårligt sted i værktøjet, åbner man en vejledning, som er mere opdateret, end den man kan hente i pdf fra LCCbyg.dk.

Nedenfor har vi suppleret med nogle ekstra vejledningspunkter, som er relevante for at gennemføre analyser for KEID og ByK. De er indsat i alfabetisk orden.

Beregningsperiode (Kalkulationsperiode)

Vi følger med version 4.0 af Bæredygtighedsværktøjet beregningsperioden fra LCCbyg, som er fastsat til 50 år. Hvis det ønskes i det konkrete projekt kan beregningsperioden sættes til en anden. Det sker under Antagelser, Beregningsperiode.

Flytte rundt på alternativer

Man kan ikke flytte rundt på alternativer i LCCbyg (2.1.9.). Det betyder, at man skal være opmærksom på, at man måske gerne vil have udgangspunktet, det eksisterende byggeri, som første alternativ, hvis man arbejder med renovering eller ombygning.

Kilder

Det er væsentligt for KEID og Byk, at kilden til inddateringen er tydelig. Derfor skal der for hver inddatering angives den præcise kilde i feltet Bemærkning i Inddatering. Kilder kan være fra samlinger af nøgletal. I så fald skal henvisningen føre helt frem til det konkrete anvendte tal. f.eks. "V&S Prisdatabase, Bygningsrenovering – bygningsdele 2015, (21)36.11.01." I Bemærkning angives ligeledes den person, som har givet informationen. Herudover bør forudsætningerne for beregningerne ligeledes kunne fremvises, hvis vi efterspørger det.

Kontoplaner

Kontoplanen Grund, rådgivning og bygherre bruges til eventuelt køb og salg af grund.
Kontoplanen Terræn og Bygning bruges til de dele, der omhandler bygningerne.
Kontoplanen Inventar og udstyr bruges til løst inventar fra fagforvaltningen.

KØPSnummer

Dette skrives i Projektinformation, Bygherre, Bygherres journaliseringsnummer

Skabelon

Vi anvender som udgangspunkt standardskabelonen For- og hovedprojekt, lige meget hvor i byggeriets faser, vores analyser laves. Alle skabelonerne regner på samme måde. For- og hovedprojekt adskiller sig ved at indeholde flere oplysninger, som kan være relevante i alle faser i byggeprojektet.

8. HÅNDBLING AF DRIFT I TOTALØKONOMIEN

Vi definerer drift på følgende måde:

1. Den holder sig normalt inde for matriklen.
2. Den omfatter normalt løn til håndværkerydelser, som indgår i driften af bygningen.
3. Den forholder sig til de elementer, som er medtaget i anlægsdelen.

Vi har to modeller til at håndtere indholdet i driftsdelen:

1. Brug af LCCbyggs standardindstillinger for drift
2. Kombinationsmodellen: Kombinationsmodellen bruges ved større analyser, og især hvor der er tale om et udgangspunkt i eksisterende ejendom. Her er driftsdelen delt op i 4 hovedgrupper:
 1. LCCbyggs standardindstillinger for drift
 2. Konkrete oplysninger om drift i bygningen. Informationerne kommer især fra udtræk fra regnskabssystemer.
 3. Konkrete en-til-en-vurderinger, som kan adskille sig fra LCCbyggs standardindstillinger.
 4. Oplysninger om akut genopretning eventuelt opdelt på forskellige tidshorisonter f.eks. 1 til 5 år og 5 til 10 år.

Der kan være en udfordring ved at vurdere driften. Vi har følgende overordnede retningslinjer for at håndtere driften.

1. Der skal som udgangspunkt regnes med et ens drifts- og vedligeholdelsesniveau for alle de alternativer, som analyseres.
2. Der skal lægges et niveau i analyserne, som svarer til et rimeligt driftsniveau.
3. Der kan laves analyser på, hvordan alternativet vil udvikle sig, hvis der slet ikke laves vedligeholdelse sammenlignet med et alternativ, hvor der gennemføres et rimeligt niveau af vedligeholdelse.

9. SAMMENHÆNG MED ANDRE VÆRKTØJER I KØBENHAVNS KOMMUNE

I dette afsnit gennemgås, hvordan Bæredygtighedsværktøjet er placeret i forhold til andre værktøjer i Københavns Kommune.

Miljø i byggeri og anlæg 2016, MBA2016

Miljø i byggeri og anlæg 2016 indeholder 27 krav, som gælder for byggerier i kommunen, og den er en integreret del af bæredygtighedsværktøjet.

Det fremgår af værktøjet, hvilket krav fra MBA2016, man under de enkelte kriterier i Bæredygtighedsværktøjet skal tage i betragtning.

Det er kun MBAkrav 6.03 Partikelfiltre på ikke vejgående maskiner, som ikke er med i bæredygtighedsværktøjet.

Man skal også være opmærksom på, at MBA2016 gælder for hele byggeriet, så hvis man kun laver bæredygtighedsanalyse på en del af byggeriet, skal MBA2016 stadig følges på den øvrige del, og dokumentationen for denne udfyldes.

Byggeri til drift, BtD

BtD er en organisation, som er forankret i KEID, med deltagelse af personer fra ByK. Dens primære formål er at sørge for, at KEID får byggerier, som er optimerede i forhold til forsyning, drift og vedligehold, og at brugerne får instruktion og support ved overgangen til idriftsættelse af den nye bygning.

Det centrale i BtD er driftsspecifikationen. Den indeholder en række punkter, som ByK i sine byggeprojekter skal være opmærksom på, med henblik på at byggeriet bliver så driftbart og optimeret som muligt i forhold til efterfølgende forsyning, drift og vedligehold.

Samlet bliver fokus på økonomien og kvaliteten i driften styrket ved en stærk kobling mellem bæredygtighedsanalysen i planlægningsfasen og BtD-processen.

Teknik- og Miljøforvaltningens bæredygtighedsværktøj

Dette værktøj arbejder med bæredygtighed på en større skala end bæredygtighedsværktøjet. Teknik- og Miljøforvaltningens værktøj bruges normalt til lokalplaner.

10. GRUNDLÆGGENDE TOTALØKONOMI

I dette afsnit gennemgår vi grundbegreberne i totaløkonomien. Dette gør vi for at imødekomme et eventuelt behov hos aktørerne for at forstå, hvad logikken er bag de totaløkonomiske analyser.

10.1. INTRODUKTION

Totaløkonomi handler om at have et sammenhængende fokus på investering og drift herunder forsyning. Målet er at sikre, at et alternativ vurderes og eventuelt sammenlignes med andre alternativer ud fra en langsigtet, økonomisk betragtning.

Vurdering og sammenligning af forskellige alternativer sker på baggrund af totaløkonomiske nøgletal. Der er fire totaløkonomiske nøgletal:

1. Nutidsværdi
2. Årsomkostning også kaldet annuitet
3. Tilbagebetalingstid
4. Intern rente.

For at udregne disse nøgletal, er der brug for at opstille betalingsstrømmene for en given kalkulationsperiode, samt at fastlægge en diskonteringsrente.

Totaløkonomiske beregninger er i virkeligheden en rentesregning, selv om det ofte er en relativt kompliceret rentesregning.

10.2. RENTESREGNING

Helt grundlæggende gælder det, at *en krone i fremtiden ikke er så meget værd som en krone i dag*. Og at *en krone i dag er mere værd i fremtiden*. Spørgsmålet er så, hvor meget mere eller mindre den er værd. Dette afhænger af den valgte rente.

Til bestemmelse af, hvor meget et beløb i dag er værd i fremtiden, anvendes nedenstående formel. Det er almindelig rentes regning:

$$k_n = k_0 \cdot (1+i)^n$$

- k_n angiver, hvor meget et beløb i dag (k_0 i år 0) er værd i fremtiden (år n) ved en given rente (i).
- k_0 er beløbet i dag.
- i er renten.
- n er antal år i fremtiden.

Ved en rente på 5%, vil 1.000 kroner i dag svare til 4.322 kr. kroner om 30 år. Det er almindelig rentesregning, og resultatet fås ved at sætte tallene ind i formelen:

$$4.322 = 1000 \cdot (1+0,05)^{30}$$

Hvis man i stedet spørger, hvad et fremtidigt beløb er værd i dag, bruger man omvendt rentesregning til at bestemme nutidsværdien. Det kaldes også tilbagediskontering og svaret finder man ved hjælp af følgende formel:

$$k_0 = k_n \cdot (1+i)^{-n}$$

- k_0 angiver, hvor meget et fremtidigt beløb (k_n om n år) er værd i dag (år 0) ved en given diskonteringsrente (i).
- k_n er beløbet i år n .
- i er diskonteringsrenten.
- n er antal år i fremtiden.

Ved en diskonteringsrente på 5%, vil 1.000 kroner om 30 år svare til 231 kroner i dag.

Dette resultat får man ved at indsætte tallene i formlen:

$$k_0 = 1.000 \text{ kr.} \cdot 1,05^{-30} = 231 \text{ kr.}$$

Er diskonteringsrenten i stedet 13% vil de 1.000 kr. om 30 år svare til 26 kr. i dag. Det fremgår, at rentevalget har en stor indflydelse på beregningsresultaterne.

10.3. BETALINGSSTRØMME, RENTER OG KALKULATIONSPERIODE

Totaløkonomiske udregninger sker som nævnt med afsæt i betalingsstrømmene i en given kalkulationsperiode samt en diskonteringsrente.

Betalingsstrømme er udgifter og indtægter henover kalkulationsperioden. For eksempel udgifter til anlægsinvestering, forsyning og drift. Der kan også forekomme indtægter, for eksempel i form af besparelser ved ét alternativ i forhold til et andet eller ved salg af ejendom.

Valg af diskonteringsrenten kan afhænge af tre forhold:

1. Finansierings- eller lånerenten, for eksempel fra Kommunekredit.
2. Mulighed for afkast på alternative investeringsmuligheder.
3. Graden af risiko knyttet til den pågældende investering.

Det er KEID og ByK, som fastsætter størrelsen af diskonteringsrenten i forbindelse med vores byggeprojekter, og vi har valgt at anvende LCCbyg standardindstilling for kalkulationsrenten. Den er sat til 5,5% i LCCbyg 2.1.9.

Ved analyser af alternativer er det relevant at lave sårbarhedsanalyser med forskellige kalkulationsrenter f.eks. i spændet 3-8% for at se, om det har væsentlig indflydelse på udviklingen i alternativerne.

En ting er valg af rentens størrelse, en anden ting er, om den skal være med eller uden inflation. Dette valg skal ses i sammenhæng med, om betalingsstrømmene er angivet med eller uden inflation. Følgende sammenhæng gælder:

1. Betalingsstrømme med inflation, det vil sige i løbende priser, skal diskonteres med den nominelle rente.
2. Betalingsstrømme uden inflation, det vil sige i faste priser, skal diskonteres med realrenten, det vil sige den inflationsrensede rente.

Der er praktiske fordele og ulemper forbundet med begge metoder, men beregningsmæssigt er det underordnet, om man gør det ene eller det andet. Det vigtige er, at der ikke sker en sammenblanding af betalingsstrømme med inflation og renter uden inflation eller omvendt, da det vil udløse fejlagtige beregningsresultater. Man kan også sige, at realrenten er den nominelle rente rensede for inflation

Vi bruger den nominelle rente og betalingsstrømme med inflation. Dette er valgt, fordi vi mener, det giver et realistisk billede af, hvad alternativerne koster. Hvis vi ikke bruger priserne med inflation, vil vi umiddelbart få priser, der fremstår lavere end de sandsynligvis vil være, når beløbet skal betales. De fremstår lavere, fordi den årlige prisstigning tages ud.

Vi bruger derudover, med mindre andet aftales i det konkrete projekt, en kalkulationsperiode på 50 år svarende til standard i LCCbyg. Tidligere har vi brugt 30 år som kalkulationsperiode.

Eksempel på betalingsstrømme i to alternativer

En bygning har et relativt højt energiforbrug. Bygherren opstiller to løsningsmuligheder: Enten at fortsætte som hidtil eller at foretage en anlægsinvestering i energibesparende foranstaltninger. Af praktiske årsager viser vi her et eksempel med en tiårig kalkulationsperiode.

| | Alternativ 1: Som hidtil | Alternativ 2: Energiinvestering |
|---|---|---------------------------------|
| Anlægsinvestering år 0 | 0 kr. | 70.000 kr. |
| Energiudgifter år 1-10 | 30.000 kr. | 20.000 kr. |
| Fælles antagelser for de to alternativer: | <ul style="list-style-type: none"> • Energiudgifterne ovenfor er angivet i år-0-prisniveau. Energiudgifterne stiger med 2% årligt, svarende til den generelle prisudvikling. • Kalkulationsperioden er 10 år. • Diskonteringsrenten er 5%. | |

Betalingsstrømme for de to alternativer over en kalkulationsperiode på 10 år ser ud som nedenfor.

| Betalingsstrømme pr. år | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Som hidtil | 0 | 30.600 | 31.212 | 31.836 | 32.473 | 33.122 | 33.785 | 34.461 | 35.150 | 35.853 | 36.570 |
| Energiinvestering | 70.000 | 20.400 | 20.808 | 21.224 | 21.649 | 22.082 | 22.523 | 22.974 | 23.433 | 23.902 | 24.380 |
| Differensbetragtning | 70.000 | -10.200 | -10.404 | -10.612 | -10.824 | -11.041 | -11.262 | -11.487 | -11.717 | -11.951 | -12.190 |

Energiudgifterne stiger som det fremgår ovenfor med 2% om året. Nedenfor ses et eksempel på udregning af en fremtidig energiudgift (med afsæt i år 3 og Energiinvesteringen):

Energiudgiften på 20.000 kr. i år 0 er med en årlig stigning på 2 % forøget til 21.224 kr. i år 3.

Dette er udregnet på følgende måde:

$$\text{Beløb år 3} = 20.000 \cdot (1+0,02)^3 = 21.224 \text{ kr.}$$

Det fremgår ikke overraskende af differensbetragtningen, at energiinvesteringer medfører en initial merudgift på 70.000 kr., og herefter løbende besparelser på energiregningen. For eksempel en besparelse på 10.404 kr. i år 3.

På baggrund af ovennævnte betalingsstrømme, kalkulationsperiode og diskonteringsrente kan man udregne en række totaløkonomiske nøgletal. Nedenfor beskrives logikken i disse udregninger.

10.4. NUTIDSVÆRDI

Nutidsværdien viser, hvor meget et fremtidigt beløb er værd i dag. Det fremtidige beløb kan være en udgift eller en indtægt herunder for eksempel en besparelse. For at udregne nutidsværdien anvendes en diskonteringsrente, *der har den afgørende fordel at gøre beløb sammenlignelige uafhængigt af tidspunkt*. Formlen for denne udregning er som nævnt på side 18:

$$k_0 = k_n \cdot (1+i)^{-n}$$

Nutidsværdien af flere års udgifter og eventuelt indtægter for eksempel forsynings- og driftsudgifter kaldes den akkumulerede nutidsværdi. Hvis man skal udregne denne, sker dette helt enkelt ved at tage summen af de enkelte års nutidsværdier. Formlen er:

$$\text{Akkumuleret nutidsværdi} = \sum_{t=0}^n k_t \cdot (1+i)^{-t}$$

Hvor:

- k_t er beløbet i fremtiden.
- t er tidsmæssig placering, hvor t løber fra 0 til n .
- i er diskonteringsrenten.
- n er kalkulationsperioden.

Nedenfor ses nutidsværdiberegninger på eksemplet.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nutidsværdi pr. år | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Som hidtil | 0 | 29.143 | 28.310 | 27.501 | 26.716 | 25.952 | 25.211 | 24.490 | 23.791 | 23.111 | 22.451 |
| Energiinvestering | 70.000 | 19.429 | 18.873 | 18.334 | 17.810 | 17.302 | 16.807 | 16.327 | 15.861 | 15.407 | 14.967 |
| Nutidsværdi akkumuleret | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Som hidtil | 0 | 29.143 | 57.453 | 84.954 | 111.670 | 137.622 | 162.833 | 187.324 | 211.114 | 234.225 | 256.676 |
| Energiinvestering | 70.000 | 89.429 | 108.302 | 126.636 | 144.447 | 161.748 | 178.555 | 194.882 | 210.743 | 226.150 | 241.117 |
| Differensbetragtning | 70.000 | 60.286 | 50.849 | 41.682 | 32.777 | 24.126 | 15.722 | 7.559 | -371 | -8.075 | -15.559 |

Betalingen i år 3 ved energiinvesteringsalternativet er på 21.224 kr. (se tabel i foregående afsnit, side 19, om betalingsstrømme og renter). Nutidsværdien af denne betaling er på 18.334 kr. Dette er udregnet på følgende måde:

$$k_0 = k_n \cdot (1+i)^{-n} = 21.224 \cdot (1+0,05)^{-3} = 18.334 \text{ kr.}$$

Efter 3 år er den akkumulerede nutidsværdi for Energiinvestering på 126.636 kr. Dette er udregnet ved at tage summen af de enkelte års nutidsværdi:

$$\text{Nutidsværdi akkumuleret} = 70.000 + 19.429 + 18.873 + 18.334 = 126.636 \text{ kr.}$$

Det ses endvidere, at der ud fra en differensbetragtning stadig er en forskel i nutidsværdi på $126.636 - 84.954 = 41.682$ kr. efter 3 år. Dvs. at energiinvesteringen på 70.000 kr. har hentet 28.318 kr. hjem i energibesparelser i løbet af de tre første år. Det ses desuden, at fortegnet skifter efter 8 år. Det vil sige, at her er den akkumulerede nutidsværdi af besparelserne blevet så høj, præcis 70.371 kr., at den har betalt den initiale investering på 70.000 kr. hjem.

Endelig kan man se i år 10, at den akkumulerede nutidsværdi for alternativet Energiinvestering over hele beregningsperioden er på 241.117 kr., hvilket er 15.559 kr. lavere, og bedre, end hvis investeringen ikke foretages.

10.5. ÅRSOMKOSTNING

Årsomkostningen, også kaldet annuiteten, er en række ens, årlige betalinger fra år 1 og derefter årligt i hele kalkulationsperioden. Hvis man har en betalingsstrøm med varierende betalinger fra år til år, i eksemplet en investeringsudgift, samt stadigt stigende, årlige energiudgifter, viser årsomkostningen, hvor meget dette svarer til i årlige, gennemsnitlige udgifter.

Rent praktisk foregår det beregningsmæssigt ved, at man først tilbagediskonterer alle udgifter herunder indtægter og besparelser i kalkulationsperioden tilbage til år 0, og summerer dem til en samlet, akkumuleret nutidsværdi. Herefter bestemmes det, hvad denne akkumulerede nutidsværdi svarer til i årsomkostninger, som altså er ens beløb fra år 1 og i resten af kalkulationsperioden.

Årsomkostningen bestemmes af følgende formel:

$$\text{Nutidsværdi akkumuleret} = \sum_{t=1}^n \text{ANN} \cdot (1+i)^{-t} \text{ hvilket medfører at,}$$

$$\text{ANN} = \text{Nutidsværdi akkumuleret} / \sum_{t=1}^n (1+i)^{-t}$$

Hvor:

- Nutidsværdi akkumuleret er den samlede nutidsværdi af udgifter og indtægter i år 0 til n
- ANN er årsomkostningen eller annuiteten og den ubekendte, der skal bestemmes.
- t er den tidsmæssige placering, hvor t løber fra 1 til n.
- i er renten.
- n er kalkulationsperioden.

For alternativet med energiinvestering fås en samlet annuitet på 31.226 kr.

Sammenhængen mellem betalingsstrømme, nutidsværdi og årsomkostning for energiinvesteringsalternativet fremgår af tabellen nedenfor. Med diskonteringsrenten 5% svarer betalingsstrømmene i år 0-10 til en akkumuleret nutidsværdi i år 0 på 241.117 kr. eller en årsomkostning på 31.226 kr. i år 1-10.

| Energiinvestering | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Betalingsstrømme | 70.000 | 20.400 | 20.808 | 21.224 | 21.649 | 22.082 | 22.523 | 22.974 | 23.433 | 23.902 | 24.380 |
| Nutidsværdi pr. år | 70.000 | 19.429 | 18.873 | 18.334 | 17.810 | 17.302 | 16.807 | 16.327 | 15.861 | 15.407 | 14.967 |
| Nutidsværdi akkumuleret | 241.117 | | | | | | | | | | |
| Årsomkostning | | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 | 31.226 |

10.6. TILBAGEBETALINGSTID

Beregning af nutidsværdi og årsomkostninger kan tage afsæt i udgifter *alene* eller en blanding af udgifter og indtægter herunder besparelser.

Omvendt forholder det sig med tilbagebetalingstid og intern rente, som alene kan udregnes, hvis der er såvel udgifter og indtægter (i sammenligningen af to alternativer), samt at der kan bestemmes et break-even inden for beregningsperioden. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, kan tilbagebetalingstid og intern rente ikke bestemmes.

Tilbagebetalingstiden siger noget om, hvornår en investering er tjent hjem, f.eks. i form af energibesparelser.

Lad os igen tage afsæt i eksemplet:

| Nutidsværdi akkumuleret | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Som hidtil | 0 | 29.143 | 57.453 | 84.954 | 111.670 | 137.622 | 162.833 | 187.324 | 211.114 | 234.225 | 256.676 |
| Energiinvestering | 70.000 | 89.429 | 108.302 | 126.636 | 144.447 | 161.748 | 178.555 | 194.882 | 210.743 | 226.150 | 241.117 |
| Differensbetragtning | 70.000 | 60.286 | 50.849 | 41.682 | 32.777 | 24.126 | 15.722 | 7.559 | -371 | -8.075 | -15.559 |

Tilbagebetalingstiden bestemmes som det tidspunkt, hvor den akkumulerede nutidsværdi af driftsbesparelserne, her det reducerede energiforbrug, udligner den initiale investering forbundet hermed.

I dette eksempel er investeringen tjent hjem igen efter 8 år. 8 år er tilbagebetalingstiden.

10.7. INTERN RENTE

Den interne rente udregnes ikke i bæredygtighedsværktøjet, men præsenteres for fuldstændighedens skyld her med afsæt i eksemplet.

Den interne rente er den rente, der bevirker, at investeringens akkumulerede nutidsværdi er lig 0.

Med en diskonteringsrente på 5% vil den akkumulerede nutidsværdi som nævnt ligge på -15.559 kr., svarende, til at nutidsværdien af de løbende energibesparelser er større end den initiale investering.

Det følger naturligt af formlerne for rentesregning, at jo højere rente, jo mindre er værdien af fremtidige beløb regnet som nutidsværdi. Spørgsmålet er, hvor stor skal renten være, for at nutidsværdien af energibesparelserne over 10 år er præcis 70.000 kr. og altså modsvarer investeringsudgiften.

Denne rente bestemmes af følgende formel:

$$\text{Nutidsværdi akkumuleret} = \sum_{t=0}^n k_t \cdot (1+i_{\text{intern}})^{-t} = 0$$

Hvor:

- Nutidsværdi akkumuleret er den samlede nutidsværdi af udgifter og indtægter i år 0 til n
- k_t er beløbet i fremtiden for alle år fra 0 til n.
- t er tidspunktet, der løber fra år 0 til n.
- i_{intern} er den interne rente og den ubekendte, der skal bestemmes.
- n er kalkulationsperioden.

Resultatet er i eksemplet en intern rente på 9,21%. Denne rente kan også opfattes som afkastet på en energiinvestering på 70.000 kr., der giver 10.000 kr. i årlig energibesparelse, som stiger med 2% årligt på grund af prisstigninger.