



**InnoBYG forårskonference 2014**  
**- Totaløkonomisk bæredygtighed som  
beslutningsgrundlag**

**15-04-2014**

**Jacob Ilsøe**

• Rigshospitalet, København

# Indhold og hovedbudskaber

---

- Totaløkonomi & Bæredygtighed – mange former og versioner
- At tænke langsigtet er en fordel for alle parter
- Vi skal tænke i helheder og komme hele vejen rundt om de problemstillinger vi støder på
- Vi skal kapitalisere og indarbejde de fordele der ligger i såkaldte Non Energy Benefits – altså fordele der f.eks. ikke kan måles på en el- eller varmemåler
- Eksempler

# Igangværende / eksisterende LCC arbejder

---

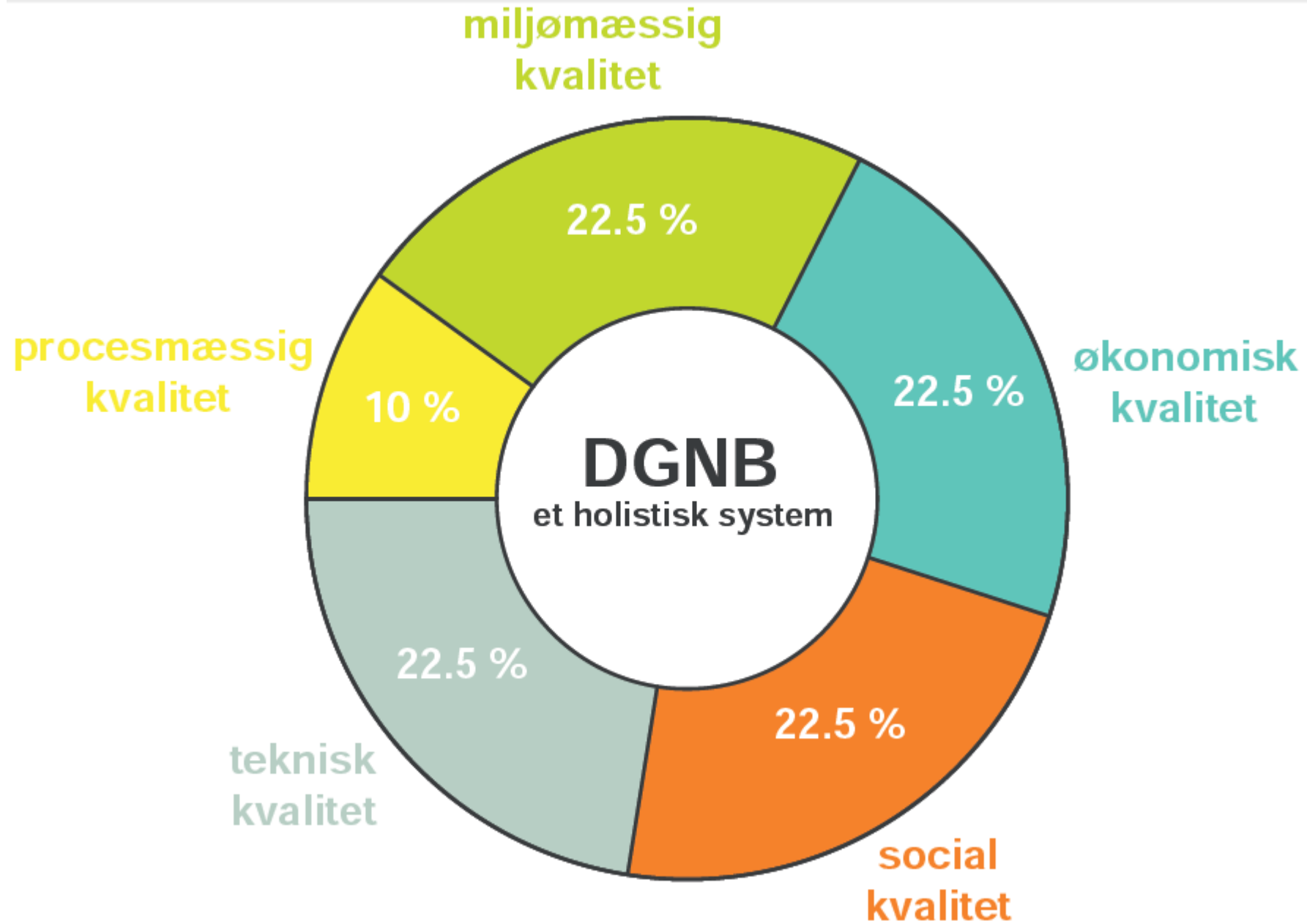
- Københavns kommune
- Energistyrelsen i samarbejde med Sbi – LCC og LCA værktøj
- Ministeriet for By Bolig og Landdistrikter
- Bygningsstyrelsen
- Danish Green Building Council
- ISO 15686-5 -
  - Buildings and constructed assets - Service life planning: Part 5, Life-cycle costing



MILJØCENTER - KMC NORDHAVN

# ET BÆREDYGTIGT BYGGERI I SÆRKLASSE

# DGNB bæredygtigheds-certificering

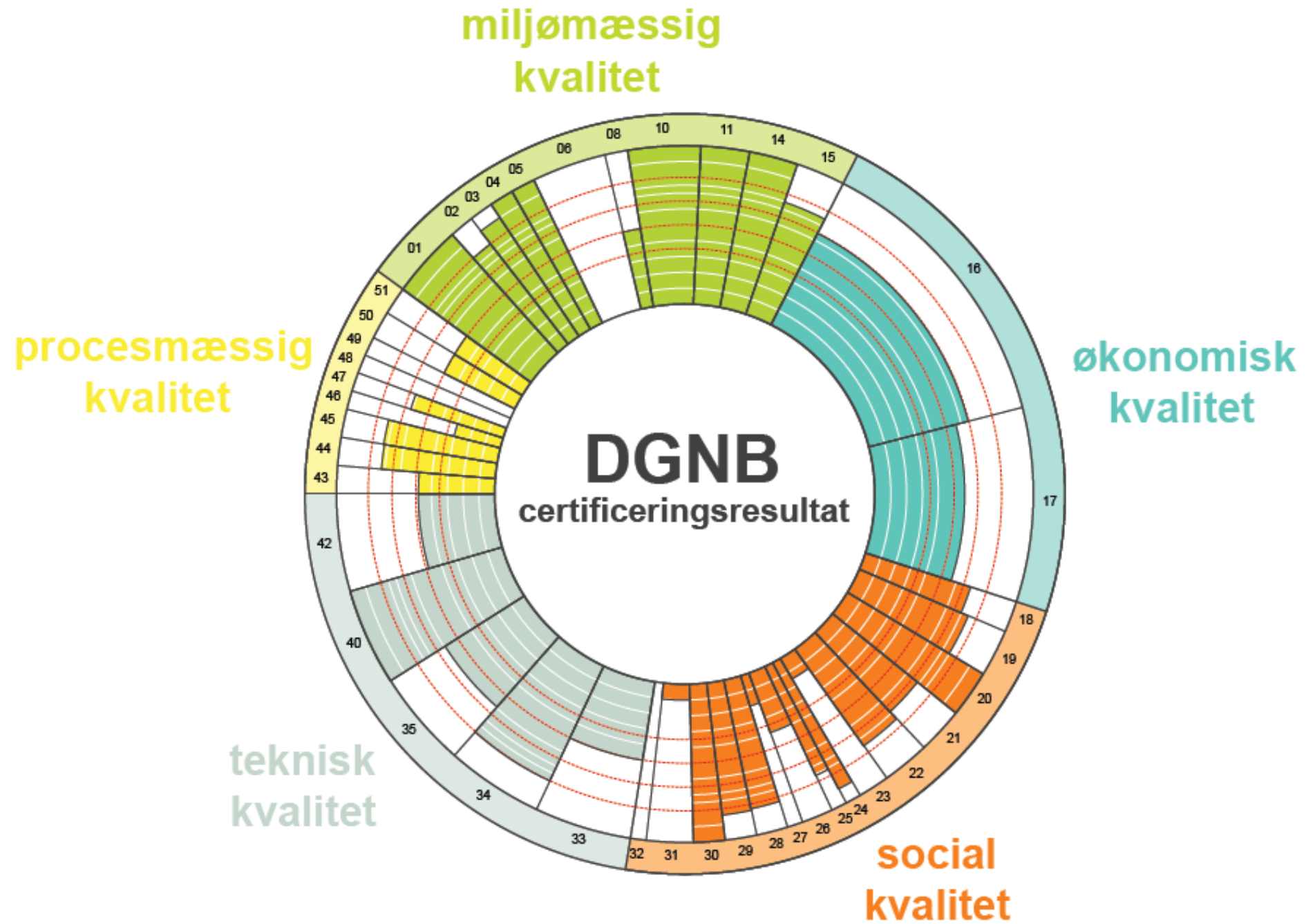


## DGNB evalueringsmatricen

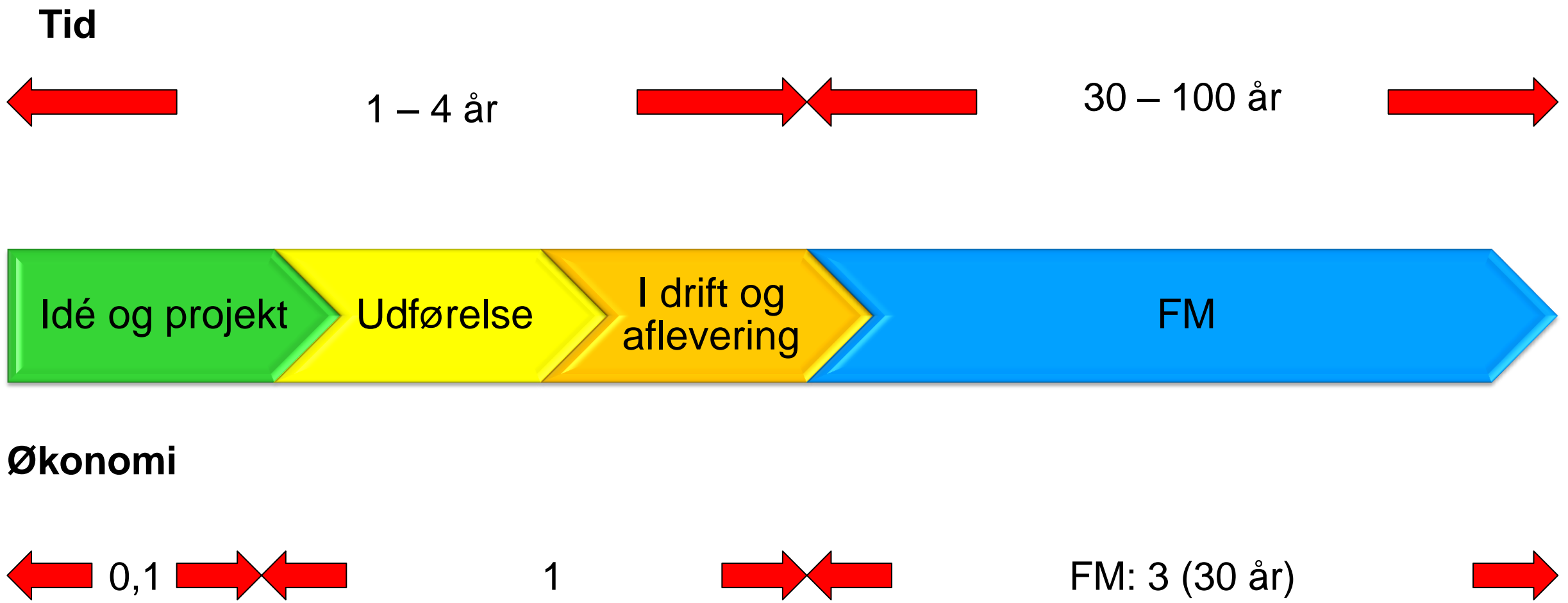
TEMAOMRÅDE	KRITERIEGRUPPE	KRITERIER	OPNÅEDE POINT	MAX. POINT	VÆGTNING	OPNÅEDE VÆGTNINGSPONT	MAX. VÆGTNINGSPONT	OPNÅEDE POINT FOR KRITERIEGRUPPE	MAX. POINT FOR KRITERIEGRUPPE	GRUPPERESULTATER INDEX	GRUPPE VÆGTNING	SAMLET RESULTAT INDEX
MILJØ	LIVSCYKLUS-VURDERING (LCA)	Global opvarmning	10.0	10.0	3	30.0	30.0	178.5	200.0	89.3%	22.5%	
		Ozonnedbrydning	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Fotokemisk ozondannelse	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Forsuring	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Næringsaltbelastning	7.1	10.0	1	7.1	10.0					
	GLOBALT OG LOKALT MILJØ	Risiko for det lokale miljø	8.2	10.0	3	24.6	30.0					
		Bæredygtig ressourceanvendelse	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Fossilt primærenergi behov	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
	RESSOURCE-FORBRUG OG AFFALD	Primærenergi behov og andel af vedvarende energi	8.4	10.0	2	16.8	20.0					
		Drøkkvandsforbrug og spildevandsudledning	5.0	10.0	2	10.0	20.0					
Arealbehov		10.0	10.0	2	20.0	20.0						
ØKONOMI	LEVETIDS-OMKOSTNINGER	Levetidsomkostninger	9.0	10.0	3	27.0	30.0	47.0	50.0	94.0%	22.5%	
	ØKONOMISK FREMTIDSSIKRING	Økonomisk fremtidssikring	10.0	10.0	2	20.0	20.0					
SOCIAL	SUNDHED, KOMFORT OG BRUGERTILFREDSHED	Termisk komfort, vinter	10.0	10.0	2	20.0	20.0	251.1	280.0	89.7%	22.5%	86.3% (Guld)
		Termisk komfort, sommer	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
		Luftkvalitet indendørs	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
		Akustisk komfort	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Visual komfort	8.5	10.0	3	25.5	30.0					
		Brugerstyring	6.7	10.0	2	13.4	20.0					
		Kvalitet af nære udearealer	9.0	10.0	1	9.0	10.0					
		Tryghed og sikkerhed	8.0	10.0	1	8.0	10.0					
		Tilgængelighed	8.0	10.0	2	16.0	20.0					
	FUNKTIONALITET	Arealudnyttelse	5.0	10.0	1	5.0	10.0					
		Fleksibilitet for anden anvendelse	7.1	10.0	2	14.2	20.0					
		Offentlig adgang	10.0	10.0	2	20.0	20.0					
	ÆSTETIK	Forhold for cyklister	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
		Design og byudvikling	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
		Bygningsintegreret kunst	10.0	10.0	1	10.0	10.0					
TEKNIK	TEKNIK UDFØRELSE	Brandsikkerhed	8.0	10.0	2	16.0	20.0	74.0	100.0	74.0%	22.5%	
		Støj- og lydisolering	5.0	10.0	2	10.0	20.0					
		Klimaskærmens kvalitet	7.7	10.0	2	15.4	20.0					
		Renhold og vedligehold	7.1	10.0	2	14.2	20.0					
		Demontebarhed og genanvendelse	9.2	10.0	2	18.4	20.0					
PROCES	PLANLÆGNING	Kvalitet i projektforbereelse	8.3	10.0	3	24.9	30.0	188.6	230.0	82.0%	10.0%	
		Integreret designproces (IDP)	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
		Strategi for planlægning	8.6	10.0	3	25.8	30.0					
		Bæredygtighed i udbudsfasen	10.0	10.0	2	20.0	20.0					
		Etablering af forudsætninger for optimal administration og drift	5.0	10.0	2	10.0	20.0					
		Miljømæssig påvirkning af byggeplads og konstruktionsproces	7.7	10.0	2	15.4	20.0					
		Kvalitetssikring ved valg af udførende virksomheder	5.0	10.0	2	10.0	20.0					
	KONSTRUKTION	Kvalitetsledelse	10.0	10.0	3	30.0	30.0					
		Commissioning	7.5	10.0	3	22.5	30.0					
OMRÅDE	OMRÅDE	Risici ved lokalisering	7.0	10.0	2	14.0	20.0	83.3	130.0	71.8%		
		Påvirkning fra omgivelser	7.1	10.0	2	14.2	20.0					
		Områdets renommé og sociale forhold	1.0	10.0	2	2.0	20.0					
		Miljøvenlig transport	8.3	10.0	3	24.9	30.0					
		Serviceudbud	9.7	10.0	2	19.4	20.0					
		Forsyningsgrid	9.4	10.0	2	18.8	20.0					

Eksempel på evalueringsmatrix for en DGNB guld certificeret bygning.

# DGNB bæredygtigheds-certificering



# Indtænkning af driftsviden – Hvorfor?

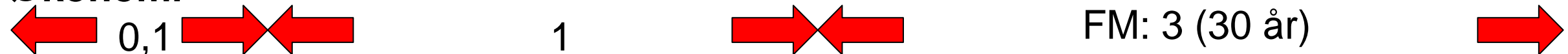




# Indtænkning af driftsviden – Hvorfor?



## Økonomi



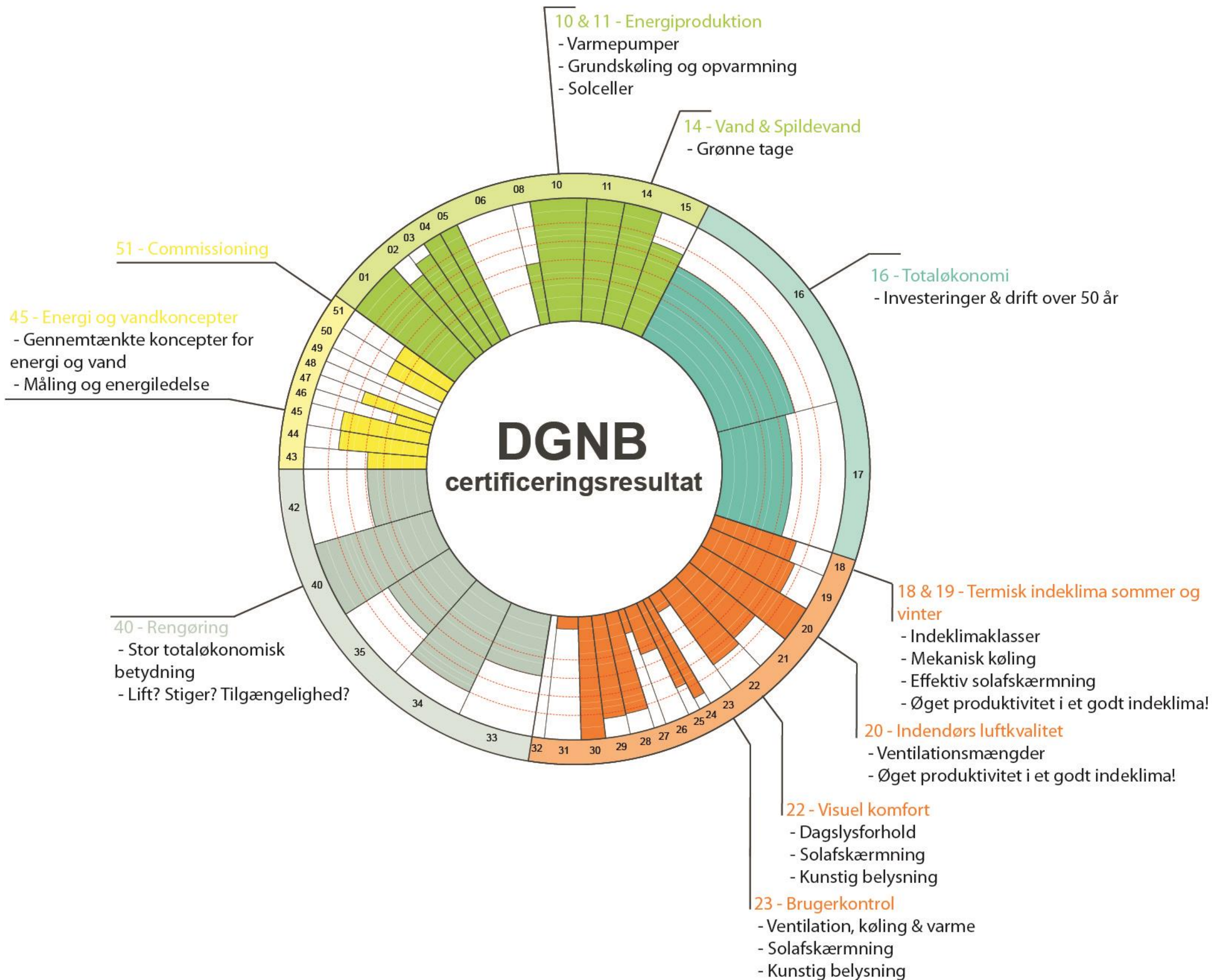
Kontorhus: 10.000 m<sup>2</sup>

- Plan og projekt: 10 %: 15 mio. kr.
- Opførelse m.m.: 10.000 x 15.000: 150 mio. kr.
- FM i 30 år: 3 x opførelse: 450 mio. kr.
- Løn i 30 år: 400 x 400.000 x 30: 4.800 mio. kr.

- 
- Plan og projekt - drift & brug: + 10 %: 1,5 mio. kr.
  - FM = - 10 %: 45 mio. kr.
  - Trivsel/produktivitet = + 5 %: 240 mio. kr.

---

≈ 300 mio. kr.

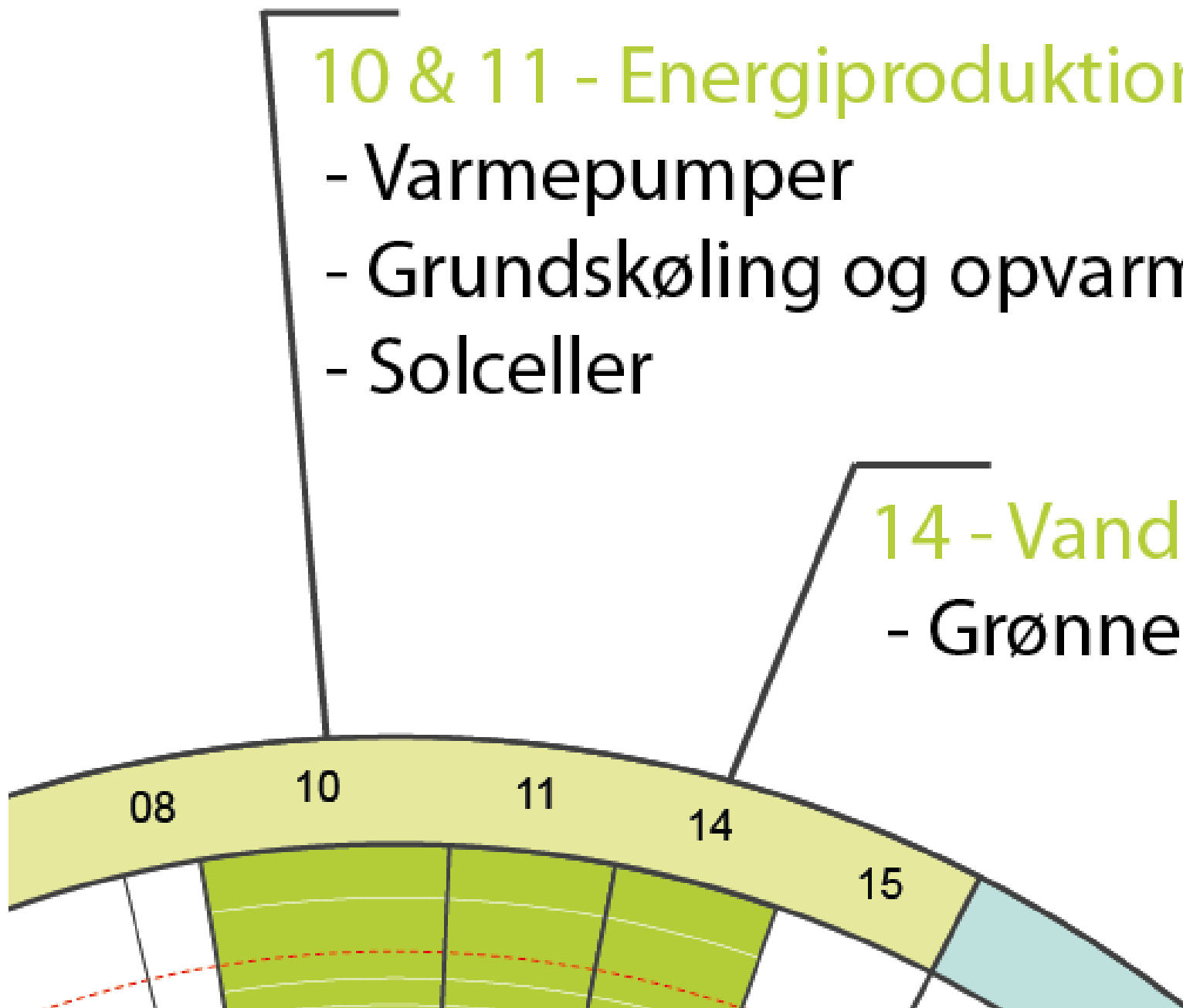


## 10 & 11 - Energiproduktion

- Varmepumper
- Grundskøling og opvarmning
- Solceller

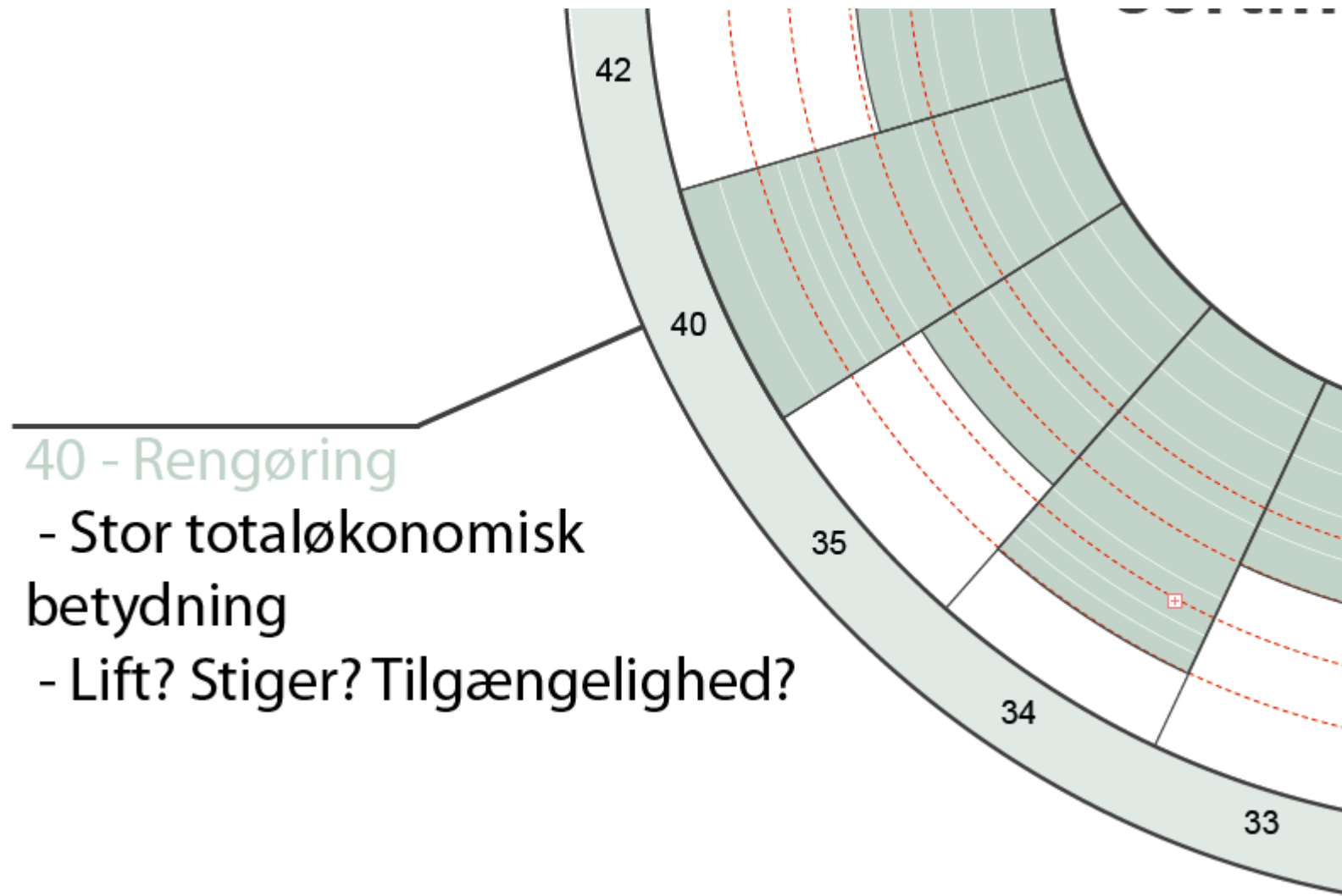
## 14 - Vand & Spildevand

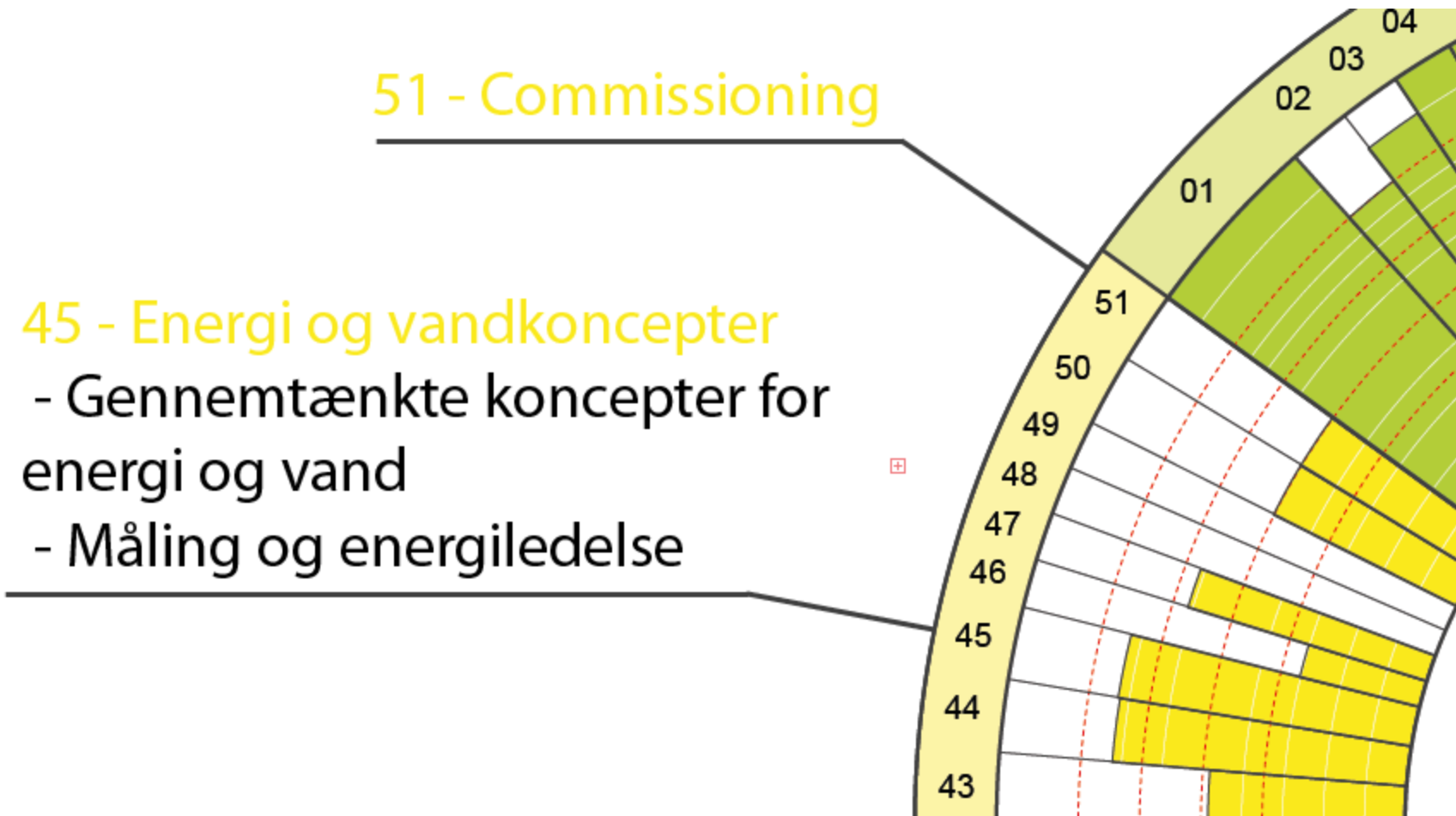
- Grønne tage





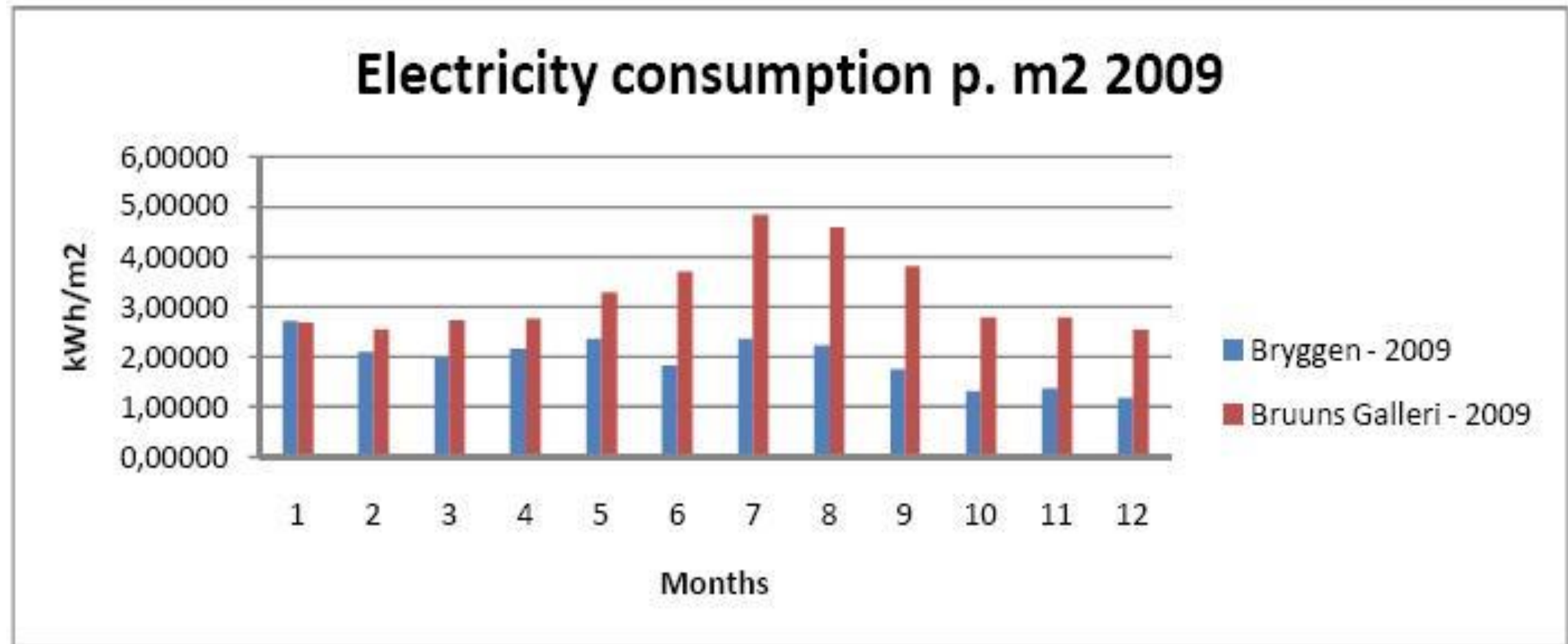






# Commissioning – et godt værktøj!

Case: DTU management – Master thesis



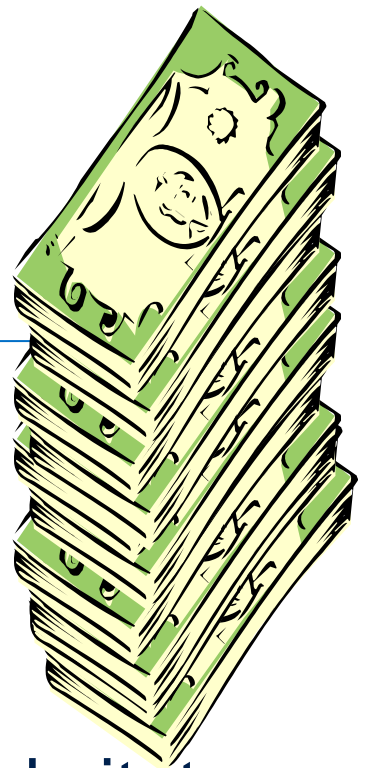
- **Besparelse: 40 procent i elforbrug**



# Commissioning processen

## - i henhold til DS 3090

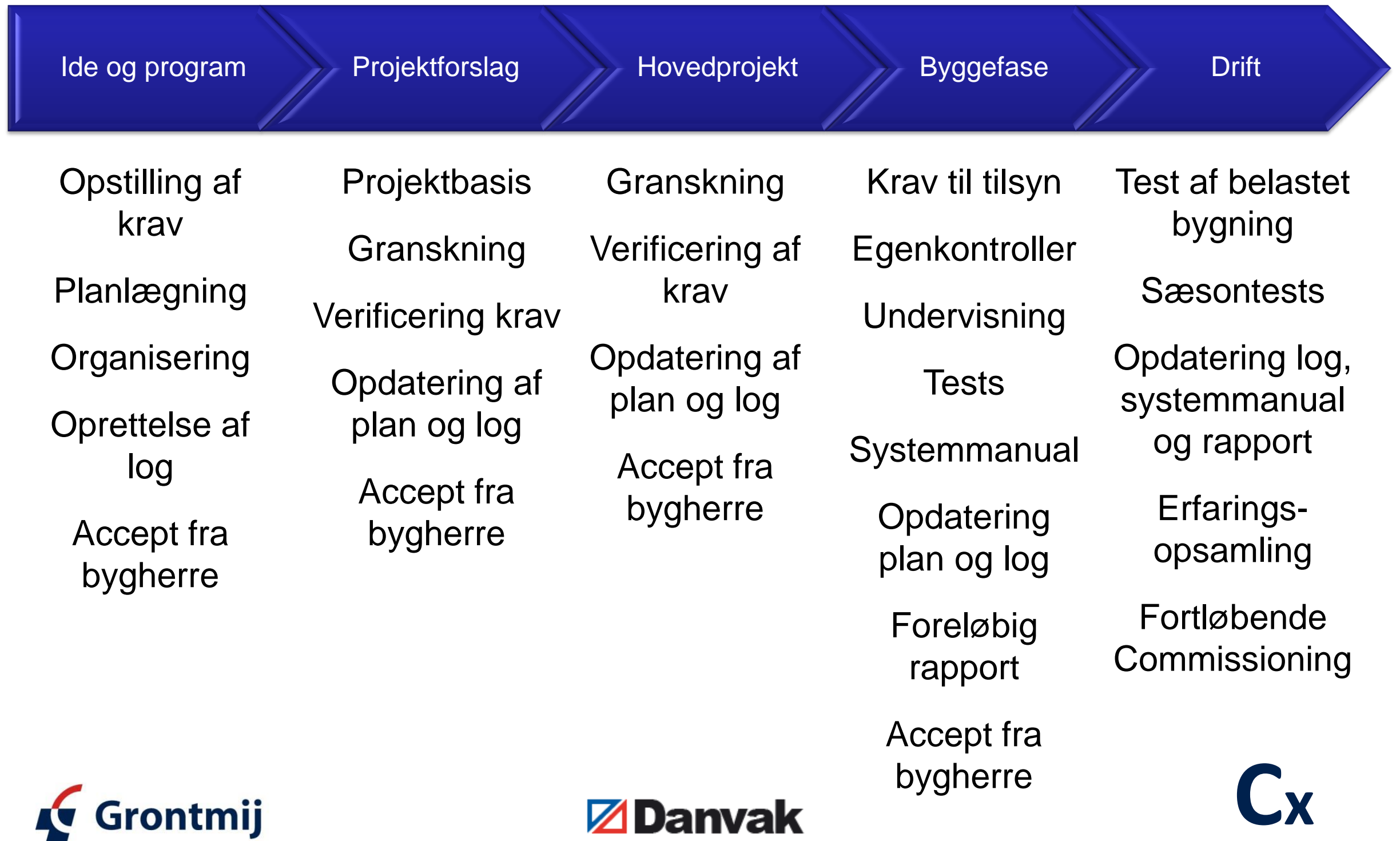
---



- Commissioning er en investering
- Prisen er mere afhængig af byggesum og teknisk kompleksitet end af størrelsen på byggeriet
- Nøgletal: Mellem 1 & 2 % af byggesummen
- Der spares i gennemsnit 13 % på energiforbruget, når bygningen har været gennem en Commissioningproces
- Gennemsnitlig tilbagebetalingstid er 4 år
- Kilder: DTU Management og E. P. Mills, 2009

# Commissioning processen

Commissioning er ikke en hurtigt overstået begivenhed!



# Rengøring af facade – Servicebro eller lift

---



# Rengøring af atrium – Servicebro eller lift

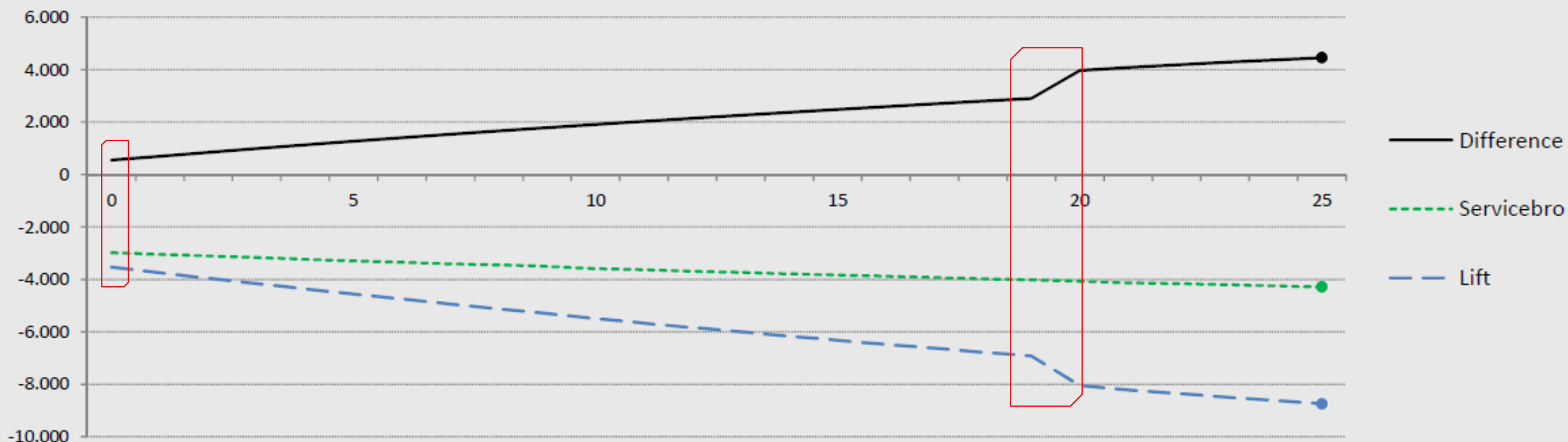
## Nøgledata

Totaløkonomisk tilbagebetalingstid	0 år
Intern forrentning af investeringen	- %

## Totaløkonomisk oversigt (Nutidskroner i t.kr.)

	Difference	Reference Lift	Alternativ Servicebro
<b>Investering år 0</b>	<b>550</b>	<b>-3.530</b>	<b>-2.980</b>
<b>Akkumulerede udgifter efter 25 år</b>	<b>4.460</b>	<b>-8.740</b>	<b>-4.280</b>
Reinvesteringer over 25 år	980	-980	0
Udgifter til drift over 25 år	0	0	0
Udgifter til vedligehold over 25 år	-100	-240	-340
Udgifter til renhold over 25 år	3.040	-4.000	-960

## Sammenligning af akkumulerede udgifter i nutidskroner (t.kr.)



# Fjernvarme og kompressorkøling sammenlignet med et grundvandskøle- og varmeanlæg (ATES)

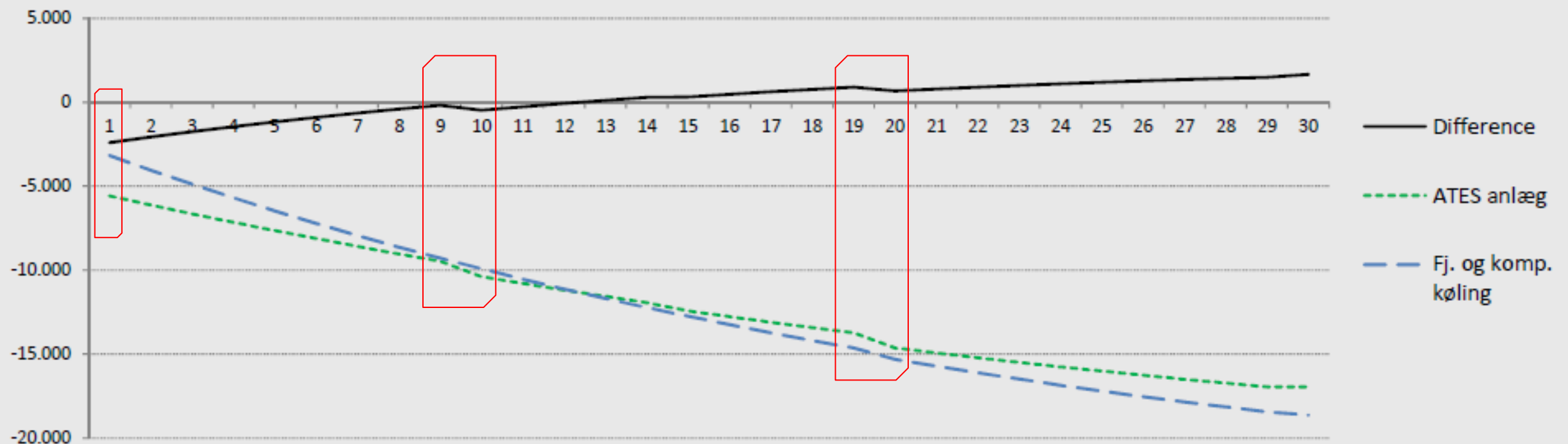
## Nøgledata

Totaløkonomisk tilbagebetalingstid	12,6 år
Intern forrentning af investeringen	- %

## Totaløkonomisk oversigt (Nutidskroner i t.kr.)

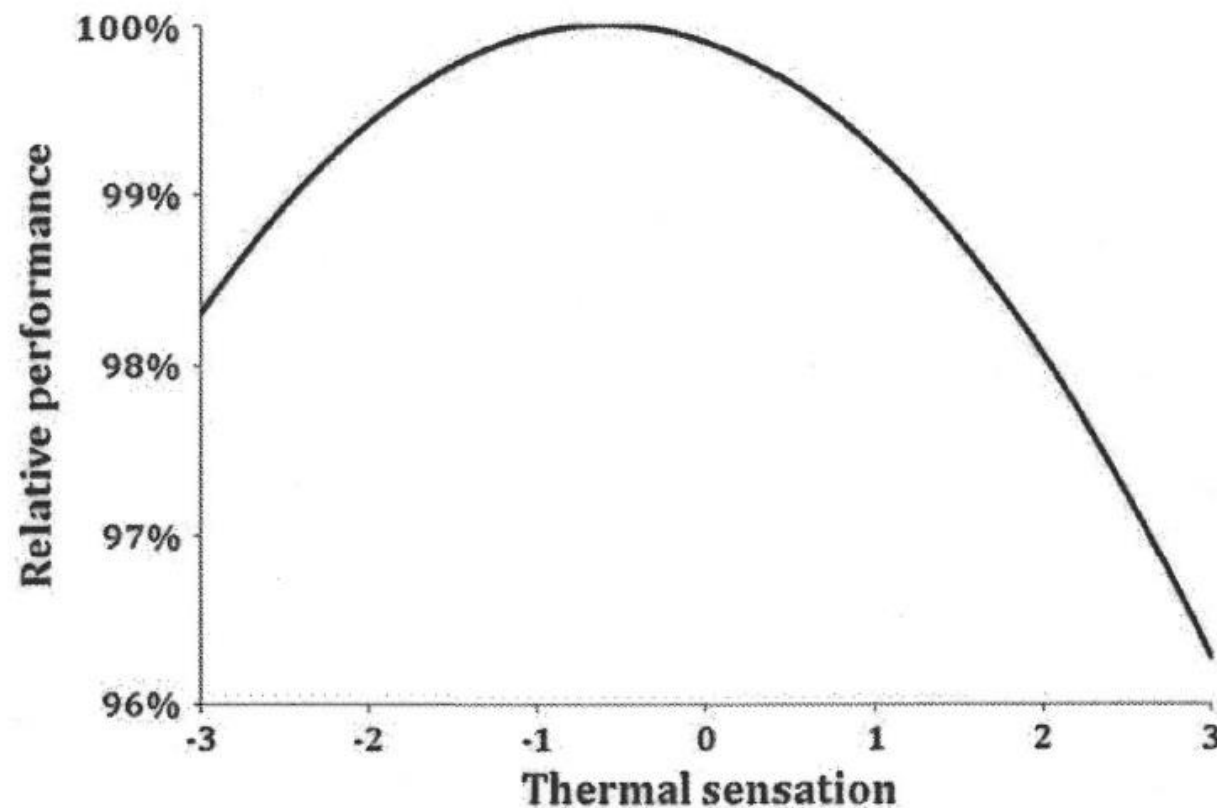
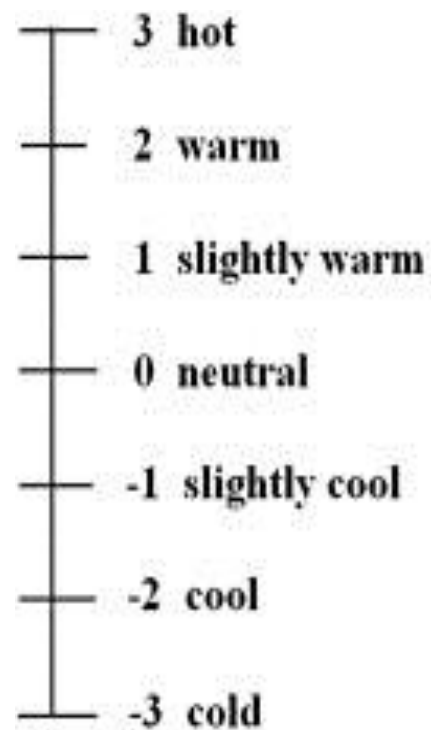
	Difference	Reference Fj. og komp.	Alternativ ATES anlæg
Investering år 1	-2.760	-2.260	-5.020
Akkumulerede udgifter efter 30 år	1.670	-18.630	-16.960
Reinvesteringer over 30 år	-1.020	-240	-1.260
Udgifter til drift over 30 år	3.370	-12.390	-9.020
Udgifter til vedligehold over 30 år	1.960	-3.830	-1.870
Udgifter til renhold over 30 år	0	0	0
Scrapværdi efter 30 år	130	90	220

## Sammenligning af akkumulerede udgifter i nutidskroner (t.kr.)



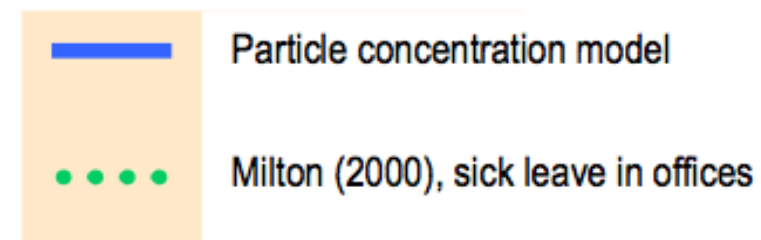
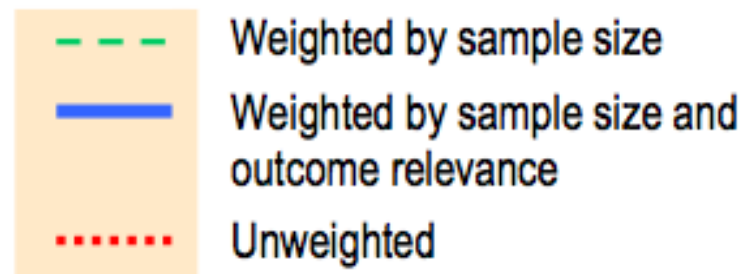
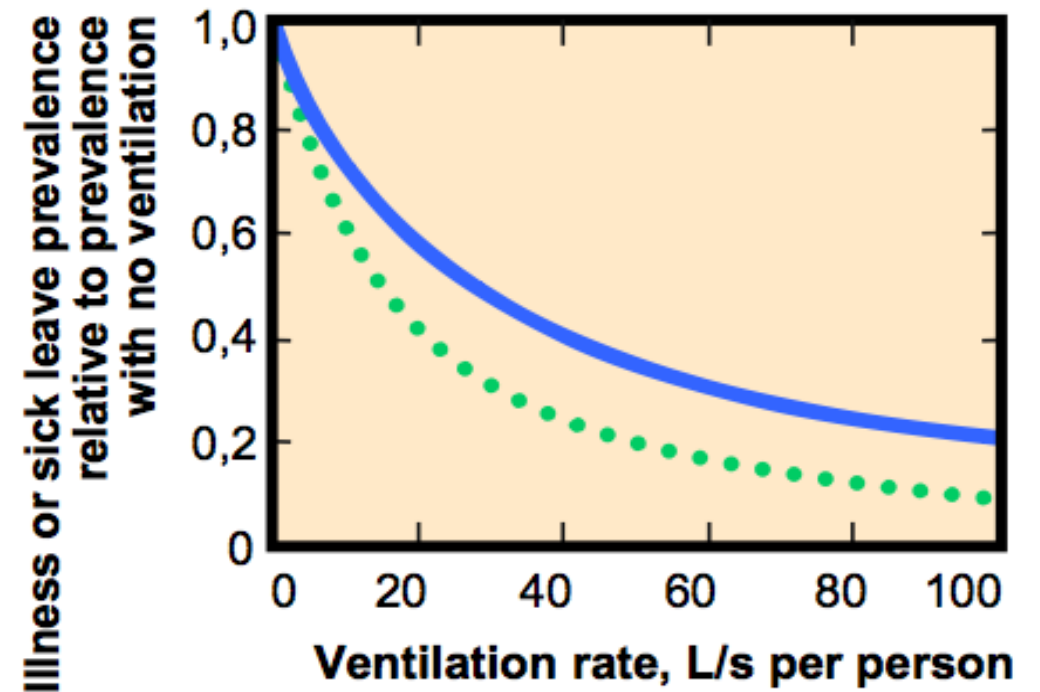
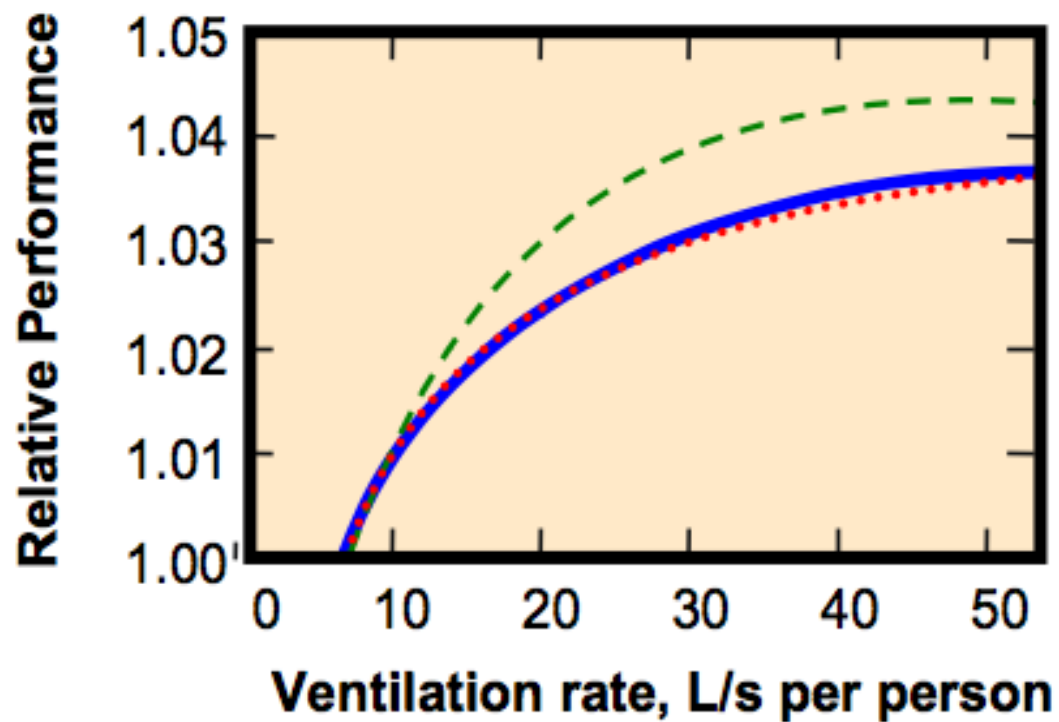
# Temperatur og produktivitet

- Man producerer mindre hvis føler sig kold eller varm
- -Nøgletal:
  - For hver grad temperaturen falder reduceres produktiviteten med 0,37 %
  - For hver grad temperaturen stiger reduceres produktiviteten med 0,46 %



# Ventilation og produktivitet

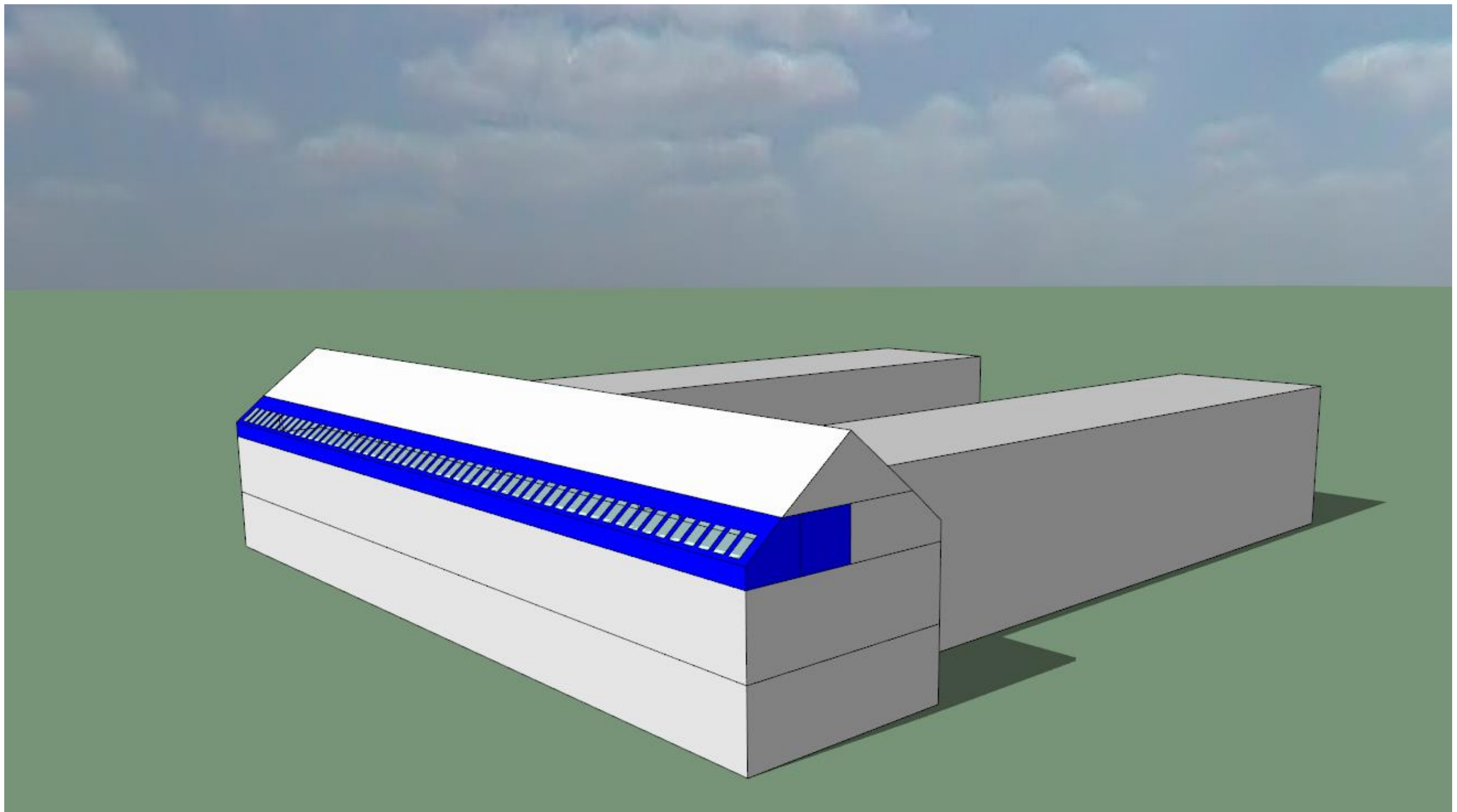
- Produktivitet: højere ved mere luft
- Sygefravær: lavere ved mere luft
  - Eksempel 1: 4 sygedage ved 5 l/s per person
  - Eksempel 2: 2 dage med 20 l/s per person



# Grontmij – varm kontoretage

## - Eksempel på simulering af indeklima

---

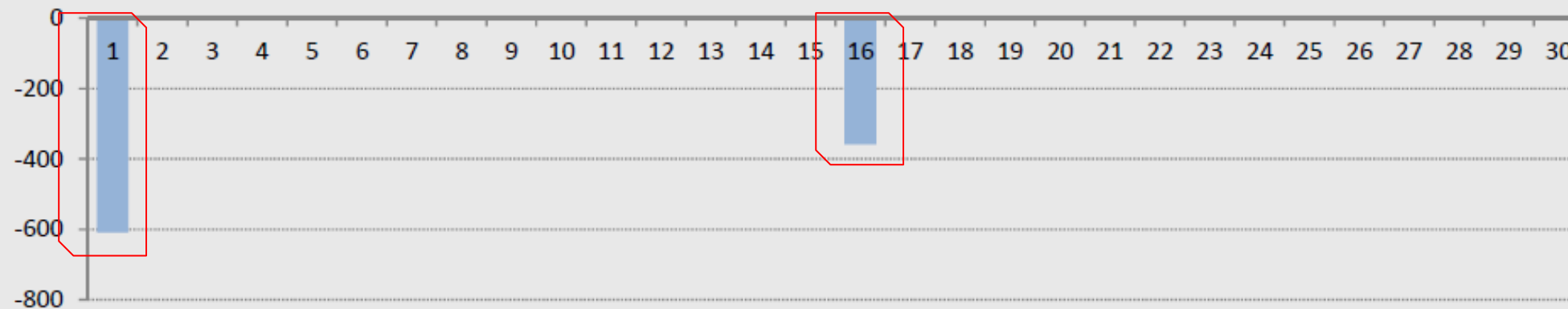




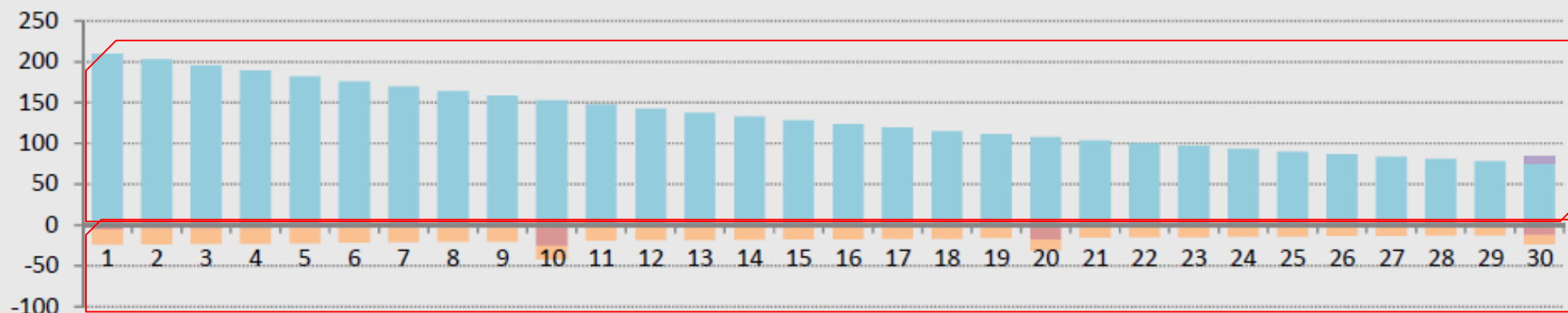
# Installation af ventilation og køling

## Installation af ventilationsanlæg inkl. køling på varm kontoretage

Investerings og reinvesteringer i nutidskroner (t.kr.)



Løbende udgifter i nutidskroner ( t.kr.)



- Investeringer
- Vedligehold
- Renhold
- Drift
- Scrapværdi
- Non Energy Benefits

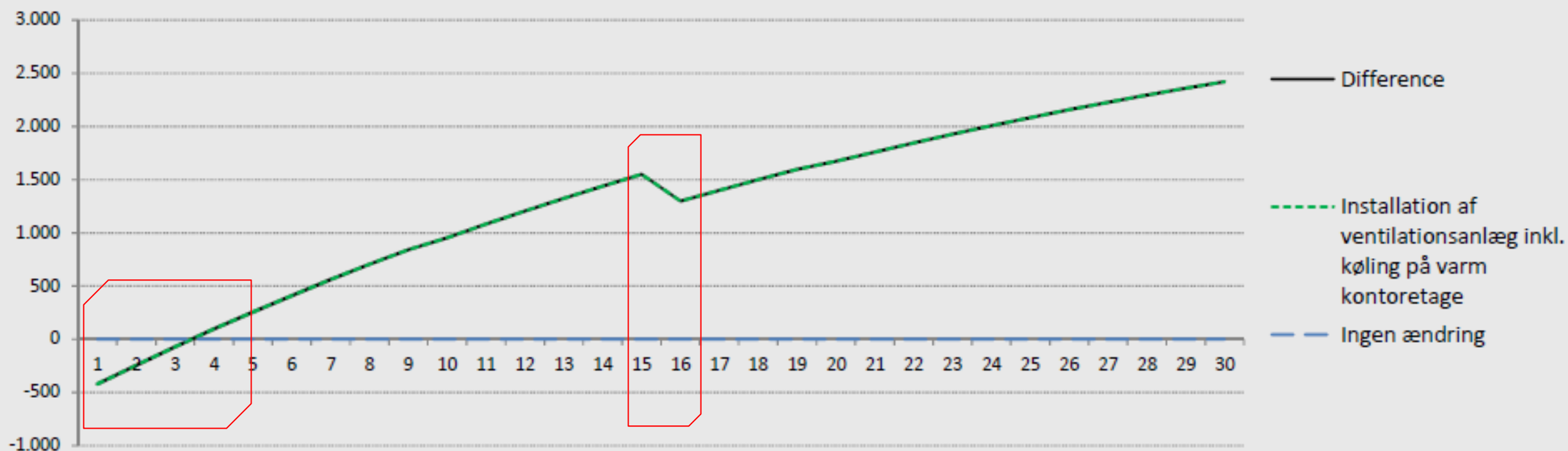
## Nøgledata

Totaløkonomisk tilbagebetalingstid	3,6 år
Intern forrentning af investeringen	38 %

## Totaløkonomisk oversigt (Nutidskroner i t.kr.)

	Difference	Reference ing. ændring	Alternativ Vent. + køl
Investering år 1	-609	0	-609
Akkumulerede udgifter efter 30 år	2.421	0	2.421
Reinvesteringer over 30 år	-359	0	-359
Udgifter til drift over 30 år	-436	0	-436
Udgifter til vedligehold over 30 år	-142	0	-142
Udgifter til renhold over 30 år	0	0	0
Værdi af Non Energy Benefits over 30 år	3.958	0	3.958
Scrapværdi efter 30 år	9	0	9

## Sammenligning af akkumulerede udgifter i nutidskroner (t.kr.)



# Tak for opmærksomheden

Jacob Ilsøe

• Rigshospitalet, København



planning connecting  
respecting  
the future

# Kriterier

