

## Break Even vejledning

### Formål med vejledningen og Break Even regneark:

At give rådgiver og kølefirmaer et simpelt værktøj til hurtigt at bestemme, hvorvidt et ammoniak anlæg er økonomisk fordelagtigt at vælge.

Beregningsprogrammet kan kun beregne rentabiliteten i et driftspunkt. Det er derfor vigtigt, at man vælger et gennemsnitligt driftspunkt. Dette driftspunkt er aldrig det dimensionerede driftspunkt! Fordi der ikke er mange driftstimer med både fuld last og højeste udetemperatur. Vi vil kikke på rentabilitetsberegningen i dette driftspunkt sammenlignet med et mere typisk driftspunkt (dellast med en udetemperatur på 8 °C).

Til dette vil vi benytte vores standardanlæg W4 sammenlignet med et simpelt R407 anlæg. I brochuren har vi følgende data på W4:

Model		W4
Kapacitet	[kW]	108
Optagen effekt	[kW]	19,6
COP køl		5,5
Min. RPM	[min <sup>-1</sup> ]	750
Kapacitet	[kW]	54
Optagen effekt	[kW]	7,1
COP køl		7,6

Data gælder for: Vandkøling fra 12 °C til 7 °C. Kondensator/tørkøler temperatursæt 32 °C/ 38 °C (30 % ethylen glykol). Ved dellast holdes fremløbstemperatur og flow konstant.

Max. RPM for kompressoren er 1750. Skal der omregnes til anlægs COP, skal tab i elmotor, frekvensomformer mv. medberegnes (for viste anlæg ca. 10 %). Ved 750 RPM øges kompressor COP fra 5,5 til 7,6. Der er her taget højde for, at fordampningstemperaturen stiger og kondenseringstemperaturen falder. Men dette er stadigvæk ved den dimensionerede udetemperatur.

## Hvad betyder udetemperaturen og dellast for COP?

W4 er regnet for en kondenseringstemperatur på 40 °C. Falder den dimensionsgivende udetemperatur, så vil kondenseringstemperaturen falde tilsvarende. Regner vi igen på W4 men sænker udetemperaturen til henholdsvis 18 °C og 8 °C vil det se således ud:

<b>Model W4, Bitzer</b>	Tude = 28 °C	Tude = 18° C	Tude = 8° C
Kapacitet (fuld last)	108 kW (Tc = 40 °C & Te = 4,5 °C)	108 kW (Tc = 30 °C & Te= 4,5 °C)	108 kW (Tc = 20 °C & Te = 4,5 °C)
Optagen effekt	19,6 kW	14,3 kW	9,9 kW
Kompressor COP Køl	<b>5,5</b>	7,5	<b>10,9</b>
Kapacitet RMP = 750	54 kW (Tc = 35,9 °C & Te= 5,7 °C)	58 kW (Tc = 26,1 °C & Te=5,6 °C)	61 kW (Tc = 20 °C & Te = 5,6 °C)
Optagen effekt	7,1 kW	5,6 kW	4,6 kW
Kompressor COP Køl	7,6	10,4	<b>13,3</b>

Det ses at COP ved Tude = 8 °C og fuld last stiger til **10,9** pga. den lavere kondenseringstemperatur.

Ser vi på deldrift ved minimumsomedrejninger for kompressoren, så giver det en COP på **13,3** med en udetemperaturen på 8 °C. Der er stor forskel på energiforbruget om COP er **5,5** eller **13,3!**

Lad os undersøge hvorledes det påvirker rentabiliteten.

Til sammenligning bruges et simpelt R407 anlæg (Bitzer 6GE-40Y-40P) uden mulighed for at sænke kondenseringstrykket. Dette giver en COP på 4 ved fuldlast og en udetemperatur på 28 °C. Ved deldrift og en udetemperatur på 8 °C fås en COP på 4,1.

Et ammoniak anlæg er væsentlig dyrere end et HFC anlæg. Vores W4 anlæg med Bitzer kompressor koster ca. DKK 300.000,- og et HFC anlæg ca. DKK 100.000,- Kan det overhovedet betale sig? Lad os tage udgangspunkt i en kWh pris på DKK 1,00 for virksomheder (inklusive afgifter). Vores simple regneark ([www.nh3solutions.com/download](http://www.nh3solutions.com/download)) kan give en idé om driftsudgifterne for vores ammoniak anlæg, når man har opgivet nogle få data.

## Break Even analyse

NH3 Solutions		Andet Anlæg	
Anlægspris	300.000 DKK	Anlægspris	100.000 DKK
Startomkostning <sup>(1)</sup>	0 DKK	Startomkostning <sup>(1)</sup>	0 DKK
Kølekapacitet	108,0 kW	Kølekapacitet	108,0 kW
Levetid <sup>(2)</sup>	30 år	Levetid <sup>(3)</sup>	15 år
Serviceudgifter <sup>(4)</sup>	10.000 DKK/år	Serviceudgifter <sup>(4)</sup>	10.000 DKK/år
Optagen effekt	19,6 kW	Optagen effekt	27,0 kW
Motor + VLT mv.	0,90 Virkningsgrad	Motor + VLT mv.	0,88 Virkningsgrad

Køledelse og drifttemperaturer skal være næsten ens for de 2 anlæg.

(1) Her kan etableringsomkostninger til lån mv. medtages.

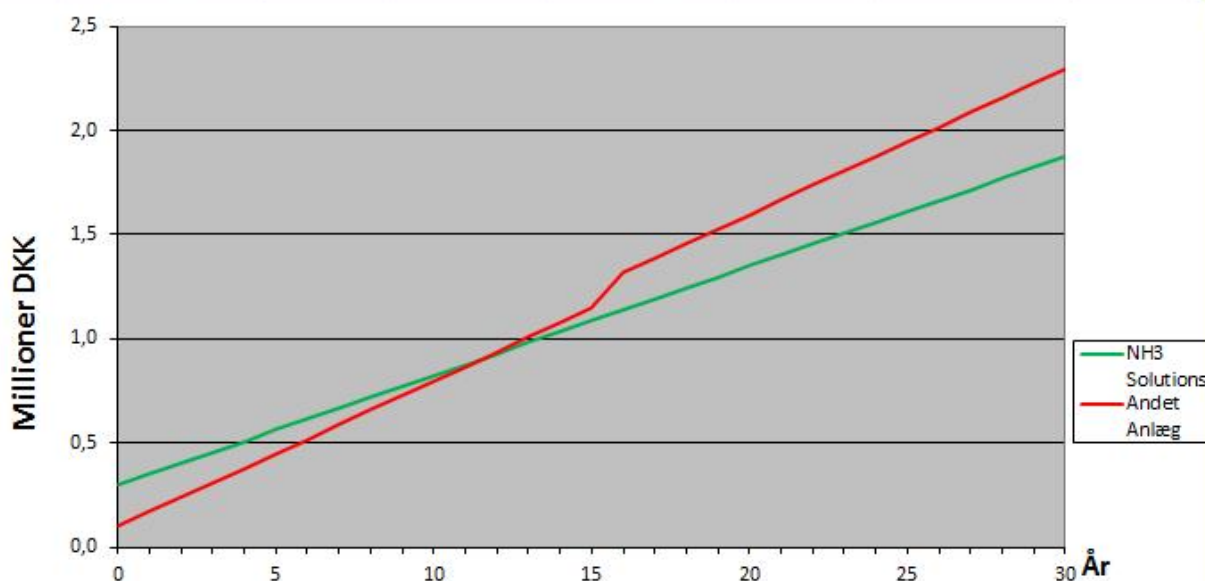
(2) Levetiden for NH3 anlæg er ca. 30 år som køleanlæg og ca. 25 år som varmepumpe

(3) Levetiden for et HFC anlæg som køleanlæg ca. 15 år og som varmepumpe ca. 10 år

(4) Serviceomkostninger for NH3 anlæg med VLT og et HFC anlæg er i dag ca. den samme!

Man bør lave denne analyse ved flere driftssituationer (Se nærmere i Break Even vejledning).

Elpris	kr 1,30	<a href="#">kWh-pris</a>	<a href="#">Husk afgifter og eventuelle fradrag for energifgift</a>
Driftstimer	1.500	Driftstid om året for anlægget (1 år = 8760 timer)	
<b>Tilbagebetalingstiden for vores ammoniak anlæg:</b>			
<b>11 Ar</b>			
<b>6 Måneder</b>			
NH3 Solutions		Andet Anlæg	
Omkostning <sup>(5)</sup>	62.467 DKK/år	Omkostning <sup>(5)</sup>	76.496 DKK/år



Antallet af driftstimer om året sættes 1500 timer (komfortkøling). Priser for de 2 anlæg skal indtastes samt kølekapacitet og den optagne effekt på kompressoren. Vi har sat virkningsgrad til henholdsvis 0,9 og 0,88, da vi bruger IE3 elmotor og Danfoss VLT på vores anlæg. Levetiden på ammoniak anlægget er sat til 30 år og kun 15 for HFC anlægget. Levetiden for et køleanlæg er spiller en væsentlig rolle for de årlige omkostninger og er derfor indregnet i modellen. Service udgifterne er vurderet til 10.000,- per år for begge anlæg. Det giver en tilbagebetalingstid på 11½ år, og en årlige udgift som er 14.000,- lavere for ammoniak anlægget.

Regnes der i stedet på en udetemperatur på 8 °C og dellast, så vil samme Break Even analyse se således ud:

## Break Even analyse

NH3 Solutions		Andet Anlæg	
Anlægspris	300.000 DKK	Anlægspris	100.000 DKK
Startomkostning <sup>(1)</sup>	0 DKK	Startomkostning <sup>(1)</sup>	0 DKK
Kølekapacitet	61,0 kW	Kølekapacitet	61,0 kW
Levetid <sup>(2)</sup>	30 år	Levetid <sup>(3)</sup>	15 år
Serviceudgifter <sup>(4)</sup>	10.000 DKK/år	Serviceudgifter <sup>(4)</sup>	10.000 DKK/år
Optagen effekt	4,6 kW	Optagen effekt	15,2 kW
Motor + VLT mv.	0,90 Virkningsgrad	Motor + VLT mv.	0,88 Virkningsgrad

Køleydelse og drifttemperaturer skal være næsten ens for de 2 anlæg.

(1) Her kan etableringsomkostninger til lån mv. medtages.

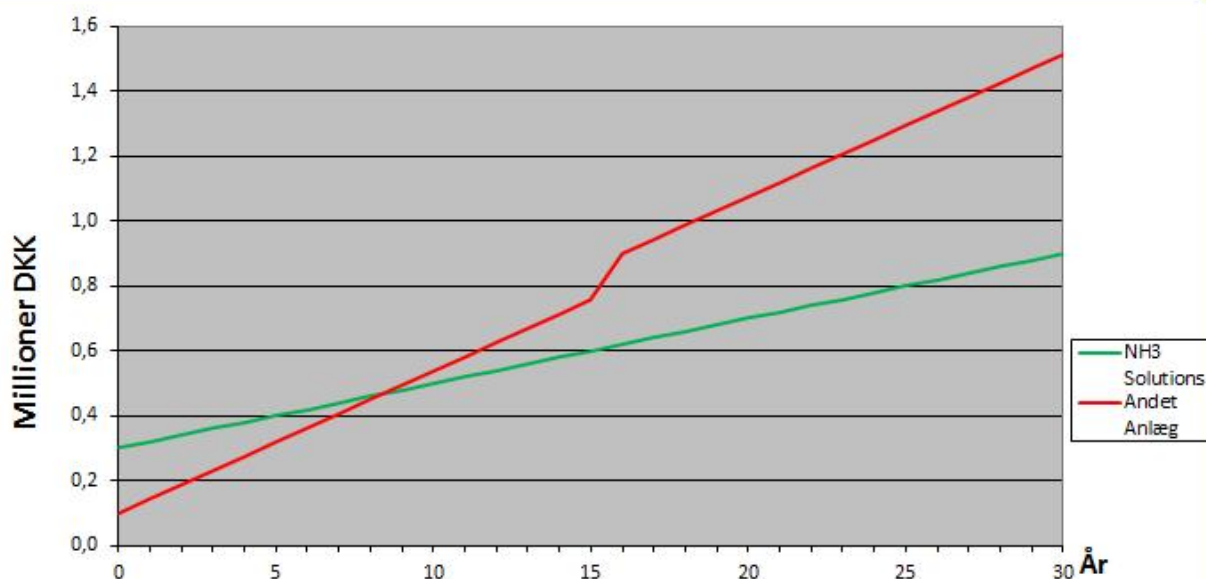
(2) Levetiden for NH3 anlæg er ca. 30 år som køleanlæg og ca. 25 år som varmepumpe

(3) Levetiden for et HFC anlæg som køleanlæg ca. 15 år og som varmepumpe ca. 10 år

(4) Serviceomkostninger for NH3 anlæg med VLT og et HFC anlæg er i dag ca. den samme!

Man bør lave denne analyse ved flere driftssituationer (Se nærmere i Break Even vejledning).

Elpris	kr 1,30	kWh-pris	<a href="#">Husk afgifter og eventuelle fradrag for energiafgift</a>
Driftstimer	1.500	Driftstid om året for anlægget (1 år = 8760 timer)	
<b>Tilbagebetalingstiden for vores ammoniak anlæg:</b>			
8 Ar			
5 Måneder			
NH3 Solutions		Andet Anlæg	
Omkostning <sup>(5)</sup>	29.967 DKK/år	Omkostning <sup>(5)</sup>	50.348 DKK/år



Nu faldt både tilbagebetalingstiden og de årlige omkostninger markant, hvilket viser at forhold ved dellast er meget vigtig. Denne beregning giver et mere realistisk billede af omkostningerne og rentabiliteten. Vores beregningsark er statisk og kan ikke simulere dynamisk over et helt år, som eksempelvis Pack Calculation II fra IPU. Derfor er vores beregning kun vejledende, men giver en god idé om investeringen i et ammoniak anlæg kan betale sig.

Nu er 1500 driftstimer om året ikke den store udnyttelse af anlægget. For et tilsvarende anlæg med flere driftstimer f.eks. til proceskøl, så ville energiudgifterne slå langt mere igennem og rentabiliteten blive langt mere attraktivt.

## Serviceomkostninger for et ammoniak anlæg vs HFC anlæg:

Anbefalingen fra Bitzer er 5.000 driftstimer før overhaling er nødvendig. På ammoniak anlæg kørte man tidligere kun med cylinderudkobling og 1500 RPM. Men med frekvensomformer kan antal driftstimer øges betragtelig. Vurderingsmæssigt til ca. 20-30.000,- afhængig af belastningsmønsteret.

Der er lovmæssigt krav om et eftersyn af køleanlæg hvert år. Hver andet år skal trykbeholder efterses og hver fjerde år skal sikkerhedsventiler kontrolleres. Dette gælder for alle køleanlæg uanset kølemiddel!

Ser vi på en 5 årig periode med 5.000 driftstimer om året, så vil serviceomkostningerne pr. år ligge på ca. DKK 25-30.000,- I den pris er inkluderet en overhaling samt et olieskift hvert år. Overraskende ligger denne pris ligge i niveau med et HCF anlæg.

Et særligt forhold omkring HFC anlæg er prisen på kølemiddel. Det koster slutkunden ca. 600 DKK/kg R407C ved efterfyldning af kølemiddel, så en tabt fyldning kan hurtigt blive dyr. Ikke mindst i form af tabte driftstimer. Det er normalt, at der er 5-10 % lækage per år for et HCF anlæg. Lækage giver forringet driftsøkonomi. Et ammoniak anlæg er oversvømmet og ikke så følsom for lækage. Den opdages også meget hurtigere pga. af lugten. Kølemiddelsprisen for ammoniak er kun en brøkdel af HFC.

Tages alt dette med i betragtning, så vil serviceudgifterne for et ammoniak anlæg være sammenlignelig med et HFC.

## Konklusion

Beregningseksemplerne viser, at selv et mindre ammoniak anlæg kan være investeringsmæssig attraktiv og at man skal bruge en typisk driftssituation ved beregning til Break Even analyse.