

Belinda Knölke
Signe Antvorskov

Analyse af ydelses- og økonomiforhold for opsætning af solvarmeanlæg ved boligforeningen Herlevhuse

Valg af den bedst egnede
anlægssammensætning ved forskellige
varmtvandsforbrug

Sagsrapport
BYG•DTU SR-01-11
2001
ISSN 1396-402x

Analyse af ydelses- og økonomiforhold for opsætning af solvarmeanlæg ved boligforeningen Herlevhuse

Valg af den bedst egnede anlægssammensætning ved forskellige varmtvandsforbrug



Belinda Knölke
Signe Antvorskov

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	1
2. SOLVARMEANLÆG	2
3. SKYGGEFORHOLD OG GRUPPERING AF HUSSTANDE.....	4
4. FORUDSÆTNINGER.....	5
5. INDLEDENDE UNDERSØGELSER AF YDELSE OG ØKONOMI	7
6. RESULTAT FOR DE FORSKELLIGE KATEGORIER VED HERLEVHUSE	11
7. FORDELE VED BRUG AF SOLVARME	12
8. SAMMENFATNING OG KONKLUSION.....	14
REFERENCER	15
BILAG	15
1 SKYGGEKORT OVER HERLEVHUSE	15
2 ØKONOMIBEREKNINGER.....	15
3 DATABLADE	15
4 FORBRUGEROVERSIGT	15

1. Indledning

I forbindelse med projekt: ”Udskiftning af nedslidte naturgaskedler og varmtvandsbeholdere i husstandene i området Herlevhuse”, har boligforeningen KAB og bestyrelsen for området besluttet, at undersøge mulighederne for brug af solvarme i kombination med traditionelle opvarmningskilder. Boligforeningen Herlevhuse ligger ikke i et kraftvarmeområde, hvilket muligvis giver mulighed for tilskud til opførelse af solvarmeanlæg. Da boligforeningen ligger tæt ved og nord for det 117 meter høje Herlev Amtssygehus er der en vis bekymring for, at de skygger som sygehuset forårsager, vil resultere i en reduktion af eventuelle solvarmeanlægs ydelser.

Det er i denne rapport undersøgt hvad ydelsen, besparelsen og tilbagebetalingstiden er for solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning, beregnet ved forskellige forbrug af varmt brugsvand på 50, 100 og 160 liter pr. døgn, afhængigt af i hvilket område af boligforeningen solvarmeanlægget er placeret.

Som udgangspunkt er ydelsen, besparelsen og tilbagebetalingstiden beregnet for 16 forskellige solvarmeanlægsudformninger uden skygger og med solfangeren installeret på en sydvendt tagflade. De 16 anlægsudformninger er sammensat af fire forskellige solvarmebeholdere og fire forskellige solfangere. Ud fra disse resultater kan det bestemmes hvilken anlægsudformning der er bedst egnet i forhold til forbruget.

På baggrund af dette vælges der to anlægsudformninger og ydelsen, besparelsen og tilbagebetalingstiden for disse beregnes for boligforeningens husstande, afhængigt af husenes orientering og skyggeforhold.

Resultaterne indføres i et skema, således at den enkelte beboer i boligforeningen let kan finde frem til hvad tilbagebetalingstiden bliver for et solvarmeanlæg ved netop deres husstand. Dette skema findes i bilag 4.

Denne rapport er en videreførelse af rapporten ”Analyse af solvarmeanlægsydelser” ,juli 2001, af S. Antvorskov et. al. udført som 3-ugerskursus på BYG.DTU /1/.

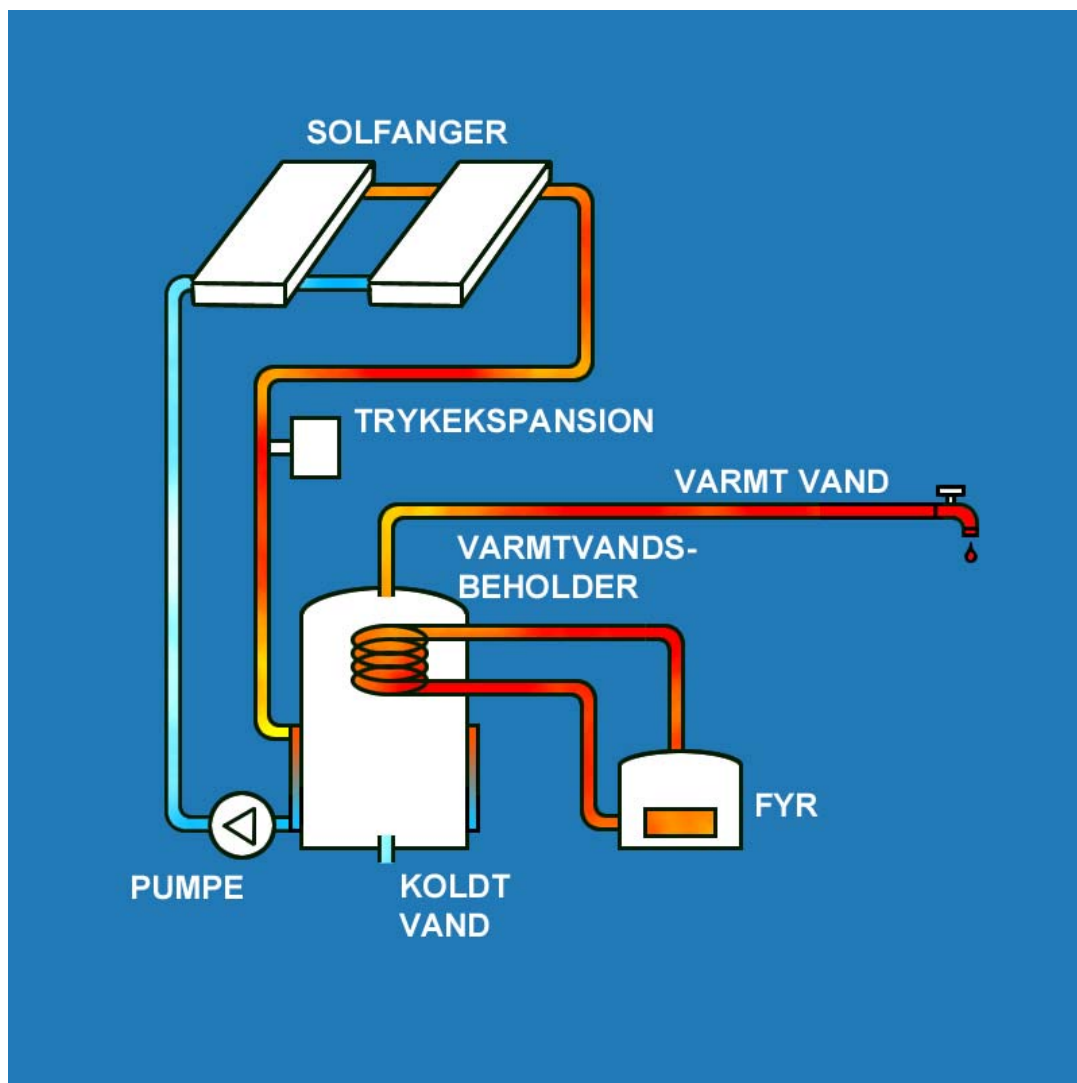
2. Solvarmeanlæg

I det følgende er det kort beskrevet hvad der forstås ved et solvarmeanlæg og hvordan et sådant virker.

Solvarme giver varmt vand

Der er i dag omkring 30.000 solvarmeanlæg i brug i Danmark, og antallet er stadig stigende. Langt de fleste bruges til at varme vand til den daglige husholdning. Der findes dog også større solvarmeanlæg der gør det muligt at producere varme til boliger. Solvarme bruges dog først og fremmest til at varme vand op i en varmtvandsbeholder.

Herunder ses et diagram af et solvarmeanlæg med to solfangere og en kappebeholder.



Figur1. Diagram af solvarmeanlæg

Sådan virker et solvarmeanlæg

Et solvarmeanlæg omsætter solens energi til varme i et enkelt og lukket kredsløb uden at udsende CO₂ eller andre skadelige stoffer til atmosfæren. Anlægget består udendørs af en eller flere solfangere, som forbindes med varmtvandsbeholderen inde i huset. Solfangeren indeholder solfangervæske, vand med frostvæske, som varmes op af solens stråler og pumpes herfra til varmtvandsbeholderen. Her afgiver den sin varme og løber retur til solfangeren. Brugsvandet i varmtvandsbeholderen kan både opvarmes af solfangere og af naturgaskedlen. Der er altså kun behov for én varmtvandsbeholder. Se ovenstående figur 1.

Solfangeren

Solfangeren består i princippet af en sort plade (absorberen), som opfanger solens energi. Absorberen køles af solfangervæsken, som fører solenergien frem til varmtvandsbeholderen. For at øge effektiviteten er absorberen placeret i en isoleret kasse med et dæklag af glas. Størrelsen af solfangerne kan variere, alt efter hvilken producent der har fremstillet dem. Typisk vil størrelsen af en enkelt solfanger være mellem 2 og 3,5 m².

Varmtvandsbeholderen

En solvarmebeholder er en opretstående cylindrisk, stålbeholder med to varmevekslere, en kappe til solvarmekredsen og en topspiral til suppleringsvarmen fra naturgasfyret. Beholderen er isoleret med hårdt polyurethanskum (purskum), og er indbygget i et kabinet af stål. Pumpe, ekspansionsbeholder mm. er placeret nederst i kabinettet.

Det er valgt at benytte en kappebeholder, til forskel fra en traditionel spiralbeholder, da man af erfaring ved, at solvarmeanlæg med kappebeholdere har bedre temperaturlagdeling og dermed højere anlægsydelse og dækningsgrader end solvarmeanlæg med spiralbeholdere. Kappebeholderanlæg yder typisk 15-20% mere end spiralbeholderanlæg. Kappebeholderanlæg fungerer efter low-flow princippet med små volumenstrømme i solfangerkredsen. Det medfører, en mindre risiko for kalkaflejringer og sikrer en bedre temperaturlagdeling i beholderen. Lagdelingen bevirker at vandet i toppen af beholderen bliver varmere, hvilket også er en sikkerhed mod bakterievækst. Den mindskede tilkalkning forøger både anlæggets ydelse og levetid.

3. Skyggeforhold og gruppering af husstande

For at kunne bestemme besparelse, ydelse og tilbagebetalingstid for solvarmeanlæg installeret i de forskellige huse i boligforeningen er husenes skyggeforhold, taghældning og tagfladeorientering blevet kortlagt. Skyggeforholdene kan ses på kortet vedlagt i bilag 1.

Gruppering af Herlevhuse

Skyggen fra Amtssygehuset er ca. en time om at passere et givent punkt. Husstandene er grupperet i 3 skyggegrupper, hvor der placeres 1 times skygge i hver. Dvs. der simuleres med morgenskygge, middagsskygge og eftermiddagsskygge.

Solen står højere på himlen om sommeren end om vinteren, hvilket medfører, at skyggen fra Amtssygehuset dækker et større areal om vinteren end om sommeren. Derfor er det valgt at opdele husstandene i sommer og vinter kategorier. Hvis der falder skygge om sommeren på et tag i et givet tidsinterval, falder der per definition også skygge på taget om vinteren. Dvs. der simuleres med skygge i et givent tidsinterval om sommeren og om vinteren eller kun om vinteren.

I forhold til de forskellige orienteringer af tagfladerne i området er husene opdelt i følgende grupper. Sydvendte, sydvestvendte, vestvendte, sydøstvendte og østvendte tagflader. Hældningen på tagene er ca. 25°- 30°.

Der fremkommer således følgende 14 kategorier i boligforeningen, jf. nedenstående tabel 1.

Kategori	Orientering	Tidspunkt for skygge	Årstid for skygge
0	Syd	ingen skygge	
1	Sydvest	14 til 15	sommer og vinter
2	Sydøst	14 til 15	sommer og vinter
3	Øst	14 til 15	sommer og vinter
4	Syd	10 til 11	vinter
5	Syd	12 til 13	vinter
6	Sydvest	12 til 13	vinter
7	Vest	12 til 13	vinter
8	Sydøst	12 til 13	vinter
9	Øst	12 til 13	vinter
10	Syd	14 til 15	vinter
11	Sydvest	14-til 15	vinter
12	Sydøst	14 til 15	vinter
13	Øst	14 til 15	vinter
14	Vest	10 til 11	sommer og vinter

Tabel 1. Gruppering af husene i Herlevhuse i forhold til opsætning af solfangere.

Det vurderes at disse kategorier på en rimelig måde repræsenterer alle boligforeningens huse.

4. Forudsætninger

Der er gjort følgende antagelser og forudsætninger i arbejdet med dette projekt:

- Timerne, der er angivet i rapporten, er oplyst i sand soltid. Sand soltid er forskudt 1 time og 15 minutter tilbage i forhold til sommertid i København og 15 minutter i forhold til vintertid.
- Det antages at skyggen fra sygehuset overalt i bebyggelsen er 1 time om at passere. Det forholder sig dog således, at jo længere væk fra Herlev Amtssygehus man befinder sig, jo kortere tid er skyggen fra Herlev Amtssygehus om at passere.
- Skyggetidspunkterne er tilnærmede.
- Der er ikke taget højde for lokale skyggeforhold for de enkelte huse i foreningen. Her tænkes der mest på de høje træer i området.
- Solfangerorienteringer og taghældninger er tilnærmede.
- Alle nævnte dækningsgrader er nettodækningsgrader.
- Virkningsgraden for de nye naturgaskedler er sat til 100% ved fuldlast. Dog varierer denne over året, hvilket der er taget højde for i beregningerne. I vinter månederne, hvor forbruget er stort (fuld last) er virkningsgraden sat til 100%, men i sommer månederne hvor forbruget er lavt falder nyttevirkningsgraden til 85%.
- Virkningsgraden for de eksisterende kedler er sat til 75% ved fuldlast. Der er også taget højde for variationer over året for disse kedler.
- De benyttede varmtvandsforbrug på henholdsvis 50, 100 og 160 liter/dag er realistiske forbrugsprofiler, hvor forbrugsmængde og forbrugstidspunkter varierer fra dag til dag. Ydermere er der taget højde for weekends og der er indlagt 14 dages ferie i august uden forbrug.
- Koldtvandstemperaturen varierer igennem året i intervallet fra 2,5°C til 15,5°C.
- Økonomiske antagelser:

Med de forhåndenværende oplysninger har det ikke været muligt at få præcise oplysninger om installations- og andre delomkostninger fra installatør. Derfor er omkostninger skønnet på baggrund af oplysninger om gennemsnitsomkostninger ved installation af solvarmeanlæg i forhold til naturgasanlæg. Disse gennemsnitsberegninger er vist i Bilag 2, og de vigtigste delelementer er opremset her:

- Alle priser angivet er inklusiv moms.
- Der er regnet med en mængderabat på 25% på solfangerkomponenterne (ved køb af over 100 anlæg).

- Prisen for køb og opførelse af et naturgasanlæg ligger mellem 35.000 og 39.000 kr. Den anvendte pris i beregningerne er derfor sat til 37.000 kr.
- Opførelse af et solvarme/naturgasanlæg er ca. 20.000 kr. dyrere end et rent naturgasanlæg. Dette er uden tilskud og mængderabatter fra producenterne.
- De økonomiske gennemsnitsberegninger er baseret på køb af et typisk solvarmeanlæg med en Danlager 1000 solvarmebeholder og 2 stk. BA22 solfangere.
- Installationsomkostningen for opsætning af et anlæg er estimeret til 10.000 kr.
- Priser for solfanger og beholder er taget fra solvarmeoversigten og inkluderer ikke pumpe, styring og ventiler. Disse anlægskomponenter kan variere meget i pris alt efter producent og kvalitet. Udgiften er estimeret til 4250 kr.
- Tilskud er beregnet ud fra Energistyrelsens bestemmelser for de forskellige solfangere og solvarmebeholdere.
- Tilbagebetalingstiden er beregnet som simpel tilbagebetaling, dvs. merinvestering delt med besparelsen fratrasket serviceomkostningerne pr. år.

5. Indledende undersøgelser af ydelse og økonomi

For at finde det optimale solvarmeanlæg til boligforeningen, er det valgt at kombinere fire forskellige solvarmelagre med fire forskellige solfangere hvorved der fås 16 anlægskombinationer. De 16 anlægskombinationer er herefter kombineret med 3 forskellige forbrug på 50, 100 og 160 l/døgn, da forbruget sandsynligvis varierer meget fra husstand til husstand i boligforeningen.

Herunder ses en tabel med de 16 anlægskombinationer.

Anlægskombination		
Anlæg	Solfanger	Beholder
1	BA22	Danlager 1000
2	BA22	BWS165
3	BA22	Ecotec
4	BA22	Ideel
5	BA22x2	Danlager 1000
6	BA22x2	BWS165
7	BA22x2	Ecotec
8	BA22x2	Ideel
9	BA30	Danlager 1000
10	BA30	BWS165
11	BA30	Ecotec
12	BA30	Ideel
13	Arcon ST-N	Danlager 1000
14	Arcon ST-N	BWS165
15	Arcon ST-N	Ecotec
16	Arcon ST-N	Ideel

Tabel 2. De 16 anlægskombinationer

På baggrund af tal fra solvarmeoversigten er investeringen for hver af de 16 anlægskombinationer sammenlignet med investeringen ved installation af et nyt naturgasanlæg. Ved hjælp af simuleringsprogrammet MANTLSIM er solvarmeanlæggenes årlige nettoydelse og nettodækningsgrad beregnet. På baggrund heraf er besparelsen, ved brug af solvarme i forhold til det eksisterende naturgasanlæg og et nyt naturgasanlæg, beregnet. Og til slut er tilbagebetalingstiden udregnet.

Resultaterne ses herunder i tabel 3.

Anlægskombinations betegnelse	Solvarmebeholder type	Solfanger type	Forbrug	Merinvesteringsprisen for solvarme	Nettoydelser for solvarme-anlægget	Dækningsgraden for solvarme-anlægget	Besparselsen i forhold til eksisterende naturgas-anlæg	Besparselse i forhold til nyt naturgasanlæg	Tilbagebetalingstiden for solvarmeanlægget
	-	-	l pr. døgn	kr.	kWh/år	%	kr. pr. år	kr. pr. år	år
A	eco	BA22x1	50	5415	340	39	3182	385	25,8
B	ideel	BA22x1	50	10299	521	59	3290	493	32,4
C	bws165	BA22x1	50	7381	394	45	3249	452	26,6
D	danlager 1000	BA22x1	50	9764	223	26	3151	354	54,5
E	eco	BA22x1	100	5415	650	37	3567	593	13,0
F	ideel	BA22x1	100	10299	825	47	3672	698	19,7
G	bws165	BA22x1	100	7381	666	38	3577	603	17,2
H	danlager 1000	BA22x1	100	9764	479	27	3473	499	30,1
I	eco	BA22x1	160	5415	864	31	3851	678	10,8
J	ideel	BA22x1	160	10299	1014	36	3940	767	17,4
K	bws165	BA22x1	160	7381	842	30	3838	665	15,1
L	danlager 1000	BA22x1	160	9764	656	24	3739	566	25,0
M	eco	BA22x2	50	6486	465	53	3256	459	22,8
N	ideel	BA22x2	50	11396	598	68	3336	539	31,3
O	bws165	BA22x2	50	8527	499	57	3311	514	25,2
P	danlager 1000	BA22x2	50	11068	356	41	3230	433	42,9
Q	eco	BA22x2	100	6486	892	51	3711	737	11,5
R	ideel	BA22x2	100	11396	1021	58	3788	814	17,8
S	bws165	BA22x2	100	8527	884	50	3706	732	15,3
T	danlager 1000	BA22x2	100	11068	710	41	3611	637	24,0
U	eco	BA22x2	160	6486	1250	44	4080	907	8,9
V	ideel	BA22x2	160	11396	1357	48	4144	971	14,3
W	bws165	BA22x2	160	8527	1185	42	4042	869	12,3
X	danlager 1000	BA22x2	160	11068	991	36	3939	766	18,7
Y	eco	BA30	50	5269	416	47	3227	430	20,7
Z	ideel	BA30	50	10135	567	65	3317	520	29,4
Æ	bws165	BA30	50	7271	459	52	3287	490	23,1
Ø	danlager 1000	BA30	50	10021	307	35	3201	404	43,8
Å	eco	BA30	100	5269	789	45	3650	676	10,5
AA	ideel	BA30	100	10135	941	54	3741	767	17,1
AB	bws165	BA30	100	7271	793	45	3652	678	14,5
AC	danlager 1000	BA30	100	10021	614	35	3554	580	24,7
AD	eco	BA30	160	5269	1072	38	3975	802	8,4
AE	ideel	BA30	160	10135	1204	43	4053	880	14,4
AF	bws165	BA30	160	7271	1030	37	3950	777	12,1
AG	danlager 1000	BA30	160	10021	842	30	3850	677	20,0
AH	eco	Arcon ST-N	50	7005	380	43	3206	409	29,9
AI	ideel	Arcon ST-N	50	13580	545	62	3304	507	40,9
AJ	bws165	Arcon ST-N	50	8987	428	49	3269	472	30,3
AK	danlager 1000	Arcon ST-N	50	11685	274	31	3181	384	55,9
AL	eco	Arcon ST-N	100	7005	711	40	3604	630	15,4
AM	ideel	Arcon ST-N	100	13580	878	50	3703	729	24,5
AN	bws165	Arcon ST-N	100	8987	723	41	3611	637	19,5
AO	danlager 1000	Arcon ST-N	100	11685	548	31	3515	541	31,9
AP	eco	Arcon ST-N	160	7005	942	34	3897	724	12,8
AQ	ideel	Arcon ST-N	160	13580	1090	39	3985	812	21,3
AR	bws165	Arcon ST-N	160	8987	916	33	3882	709	16,8
AS	danlager 1000	Arcon ST-N	160	11685	740	27	3790	617	26,4

Tabel 3. De forskellige anlægskombinationer med deres ydelser og besparelspotentiale for forskellige varmtvandsforbrug.

Af ovenstående tabel 3 ses det, at Ideel beholderen i kombination med 2 stk. BA22 er den bedste anlægskombination uanset forbrug i forhold til den årlige nettoydelse, nettodækningsgrad og besparelse pr. år. Tilbagebetalingstiden for denne anlægskombination er dog en del længere end det kunne ønskes. Dette skyldes anlæggets høje anlægsspris. Anlægskombinationen med den korteste tilbagebetalingstid er EcoTec beholderen med en BA30 solfanger. Denne anlægskombination er bedst i forhold til tilbagebetalingstid uanset forbrug.

Udvælgelse af anlæg med kortest tilbagebetalingstid

For at gøre det så økonomisk rentabelt for boligforeningen som muligt at få installeret solvarme vælges anlæggene ud fra kortest tilbagebetalingstid.

Herunder er de 16 anlægskombinationer opstillet og deres rangering i forhold til den korteste tilbagebetalingstid er angivet i kolonnen ”Rangering”.

Anlægskombination		Rangering		
Solfanger	Beholder	50 liter	100 liter	160 liter
BA22	Danlager 1000	15	15	14
BA22	BWS165	5	7	7
BA22	Ecotec	3	3	3
BA22	Ideel	10	11	10
BA22x2	Danlager 1000	13	13	11
BA22x2	BWS165	6	6	6
BA22x2	Ecotec	2	2	2
BA22x2	Ideel	11	10	13
BA30	Danlager 1000	12	12	12
BA30	BWS165	4	4	4
BA30	Ecotec	1	1	1
BA30	Ideel	9	9	9
Arcon ST-N	Danlager 1000	16	16	16
Arcon ST-N	BWS165	8	8	8
Arcon ST-N	Ecotec	7	5	5
Arcon ST-N	Ideel	14	14	15

Tabel 4. Rangering af de 16 anlægskombinationer afhængigt af forbruget.

Det ses af ovenstående tabel 4, at anlægget med en EcoTec solvarmebeholder og en BA30 solfanger er det anlæg der har den korteste tilbagebetalingstid uanset forbrugets størrelse. Ecotec solvarmebeholderen indtager herudover også 2. og 3. pladsen og på 4. pladsen kommer BWS 165 solvarmebeholderen med en BA30 solfanger. På baggrund heraf vælges et anlæg med en Ecotec solvarmebeholder og en BA30 solfanger.

EcoTec beholderen er indbygget i en unit, dvs. at solvarmebeholder og naturgasfyret er samlet i samme kabinet. Da man erfaringsmæssigt ved, at der før i tiden har været en del ydelsesmæssige problemer med units, er tilbagebetalingstiderne for et alternativt solvarmeanlæg beregnet.

Det andet anlæg består af en BWS 165 solvarmebeholder og en BA30 solfanger, hvilket svarer til den anlægskombination der i ovenstående tabel 4 er det 4. bedste.

Datablade for BA30 solfangeren og BWS 165 beholderen kan ses i bilag 3. Det har ikke været muligt at fremskaffe databladet for EcoTec beholderen, information om denne kan dog rekvireres hos Nilan A/S¹.

Overophedning af brugsvandet i solvarmebeholderen.

Hvis der i en længere periode ikke bliver tappet varmt vand i husstanden f.eks. i sommerferien, kan der opstå temperaturer i solvarmelageret der er over 100°C hvilket kan medføre kogning hvis der åbnes for en hane. Der er derfor et krav om, at temperaturen i en varmtvandsbeholder ikke må komme over 90°C. For at overholde dette krav, må man sikre sig, at det styresystem der vælges til solvarmeanlægget kan klare denne situation. En løsning kunne f.eks. være at køle vandet i beholderen ved at cirkulere vandet i kredsløbet for naturgaskedelen. Det eneste det kræver er, at pumpen for naturgaskredsløbet styres således, at den også sættes i gang når temperaturen i solvarmebeholderen når en kritisk høj temperatur.

¹ Nilan A/S, Nilanvej 2, Postbox 10, 8722 Hedensted, Tlf.: 75 89 22 22, Fax: 75 89 03 94

6. Resultat for de forskellige kategorier ved Herlevhuse

Variation af tilbagebetalingstiden afhængig af skyggeforhold og orientering, ses i tabel 5 og tabel 6. Tabel 5 illustrerer forholdene for et anlæg med en EcoTec solvarmebeholder og en BA30 solfanger, tabel 6 illustrerer forholdene for et anlæg med en BWS 165 solvarmebeholder og en BA30 solfanger. Den korteste tilbagebetalingstid er beregnet for huse i kategori 10 (Syd skygge 14-15 om vinteren), det vil sige under de gunstigste forhold i boligforeningens område. Den længste tilbagebetalingstid er beregnet for huse i kategori 14 (Vest skygge 10-11 sommer og vinter) som svarer til boligforeningens mindst rentable område.

Forbrug	Ideel orientering og ingen skygge	Kortest tilbagebetalingstid	Længst tilbagebetalingstid
50 liter/dag	20,5	20,9	31,5
100 liter/dag	10,5	11	14,9
160 liter/dag	8,5	8,6	11,5

Tabel 5. Tilbagebetalingstiden for solvarmeanlæg med EcoTec beholder.

Forbrug	Ideel orientering og ingen skygge	Kortest tilbagebetalingstid	Længst tilbagebetalingstid
50 liter/dag	23,0	26,2	36,4
100 liter/dag	14,4	15,1	19,9
160 liter/dag	12,1	12,3	16,3

Tabel 6. Tilbagebetalingstiden for solvarmeanlæg med BWS 165 beholder.

Tilbagebetalingstider for de enkelte husstande ses i "Forbrugeroversigten" i bilag 4. Det ses af tabel 5 og 6 at den ideelle orientering (sydvendt) og ingen skygge, ved et stort vandforbrug (160 l) kun viser en anelse bedre tilbagebetalingstider i forhold til de længste tilbagebetalingstider. Skygge og afvigende orientering betyder således ikke så meget som frygtet så længe forbruget er højt. Den maksimale forskel mellem ideelt og værst tilfælde ligger på en tilbagebetalingstid på 13,4 år, det ses deraf, at afvigelser i forhold til optimal placering har større betydning ved lave vandforbrug end ved høje.

Typiske forbrug af varmt brugsvand

Forbruget af varmt brugsvand varierer fra husstand til husstand og afhænger meget af forbrugsvaner, men generelt kan man sige, at forbruget pr. person typisk er 30 liter pr. døgn. Dette tal har været faldende de sidste par år, blandt andet på grund af de stigende afgifter, forbrugerbevidsthed og mere brug af opvaskemaskiner med mere.

Typiske forbrug af varmt brugsvand:

1 til 2 personer	ca. 50 liter pr. døgn
3 personer	ca. 100 liter pr. døgn
4 eller flere personer	ca. 160 liter pr. døgn

7. Fordele ved brug af solvarme

Ved brug af solvarme er det ikke kun muligheden for at skaffe billig energi på lang sigt der skal betragtes. Energipriserne er generelt stigende, og grønne afgifter vejer stadig tungere i forbrugerpriserne på fossilt produceret energi. Solvarme kan således hurtigt blive en bedre investering end det er i dag. Den meget omdiskuterede klimasituation skal heller ikke glemmes, da der ved brug af solvarme produceres ren energi, og derfor ikke udledes CO₂ eller andre forurenende stoffer.

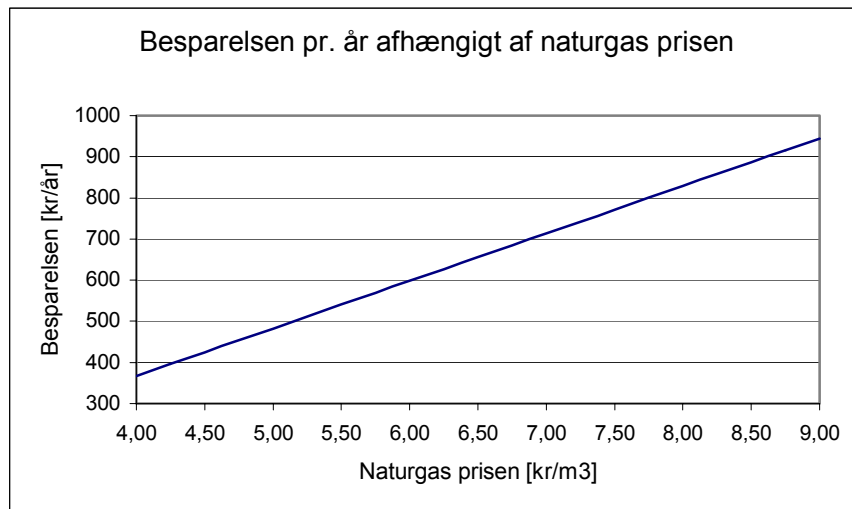
Betydningen af at støtte den bæredygtige udvikling og et forureningsfrit miljø skal således også tages med i overvejelserne når beslutningen om solvarme skal træffes.

I det følgende er en kort oversigt over hvordan prisudsving på naturgas påvirker tilbagebetalingstiden for et solvarmeanlæg. Derefter er der en oversigt over forureningsbesparelser ved valg af solvarme.

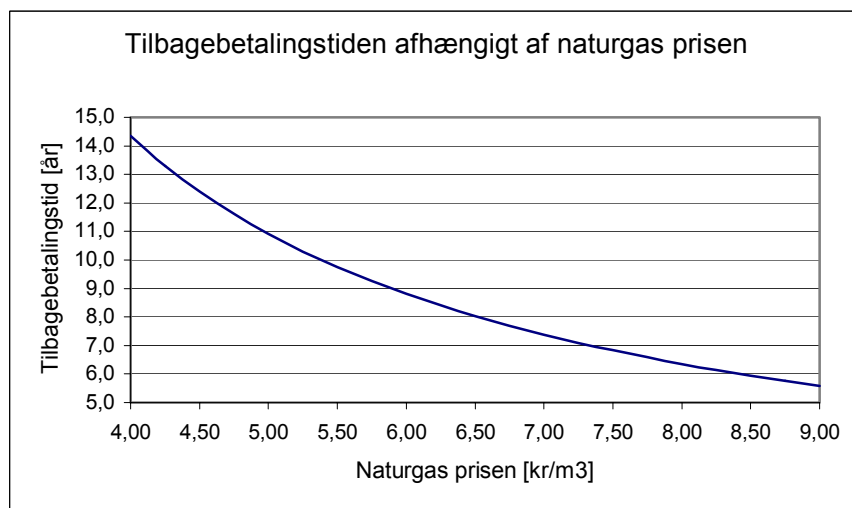
Konsekvens af prisudsving på naturgas

Figur 2 og 3 er udarbejdet på baggrund af et anlæg med en EcoTec solvarmebeholder og en BA30 solfanger. Solfangeren er sydvendt og ikke påvirket af skygger. Der er desuden regnet med et varmtvandsforbrug på ca. 100 liter/døgn.

Prisen for naturgas er anno august 2001: 6,541 kr./m³



Figur 2. Den årlige økonomiske besparelse ved forskellige priser for naturgas i forhold til en EcoTec tank og BA22 solfanger ved et varmtvandsforbrug på 100 l/dag.



Figur 3. Tilbagebetalingstiden for et anlæg med en EcoTec tank og BA22 solfanger ved forskellige priser for naturgas ved et varmtvandsforbrug på 100 l/dag.

Af ovenstående figurer 2 og 3 ses det, at besparelsen pr. år stiger og tilbagebetalingstiden falder for stigende energipriser på naturgassen.

Mindre luftforurening

En gennemsnits husstand i Herlevhuse bruger omkring 1800 m³ naturgas per år. Tabel 7 angiver de udledninger der er forbundet med et sådant forbrug.

Type	Udledning ved brug af 1800m ³ /år	Enhed
CO ₂	4,05	ton
Nox	9	kg
SO ₂	21,6	g
VOC NM	270	g
CH ₄	270	g

Table 7. Oversigt over udledninger ved anvendelse af 1800 m³ naturgas. /2/.

Ved anskaffelse af solvarme reduceres udledningerne kraftigt. Der er i tabel 8 regnet med en reduktion på 600 m³ naturgas per år, svarende til et forbrug på 100 liter pr. døgn og opsætning af en EcoTec solvarmebeholder og en BA30 solfanger.

Type	Reduktion ved brug af solvarme	Enhed
CO ₂	1,35	ton
Nox	3	kg
SO ₂	7,2	g
VOC NM	90	g
CH ₄	90	g

Table 8. Oversigt over den reduktion der opnås ved brug af et solvarmeanlæg, beregnet for en årlig besparelse på 600 m³ naturgas. /2/

8. Sammenfatning og konklusion

Ud fra simulering med forskellige typer solvarmeanlæg, er resultatet at et anlæg med en EcoTec beholder og en BA30 solfanger er det mest rentable system for alle forbrug. Men da Ecotec beholderen er en unit beholder (solvarme og naturgas i en beholder) er det valgt også at udføre økonomiske beregninger på den bedste standard beholder, en BWS 165 med BA30 solfanger tilknyttet.

Generelt kan det konkluderes at tilbagebetalingstiden for et solvarmeanlæg varierer fra 8,6 år til 36,4 år afhængig af husstandens beliggenhed, forbruget og den valgte anlægstype. Skyggeforhold og orientering væk fra syd medfører ikke en stor ydelsesreduktion ved forbrug på 100 og 160 liter. Ved forbrug på 50 liter/dag betyder en optimal placering væsentligt mere.

Jo større forbrug husstanden har jo mere økonomisk rentabelt er det at få installeret solvarme.

Referencer

- /1/ S. Antvorskov et. al. 2001 ”Analyse af solvarmeanlægssydelser”. Rapport udført som 3-ugerskursus ved BYG.DTU.
- /2/ www.dong.dk

Bilag

- 1 Skyggekort over Herlevhuse**
- 2 Økonomiberegninger**
- 3 Datablade**
- 4 Forbrugeroversigt**

Bilag 2 Økonomiberegninger

Økonomiske beregninger for en Danlager 1000 beholder og 2 BA22 solfangere

Nyt gasanlæg med installation		Pris
Naturgas kedel		22500kr
Varmtvandsbeholder (100 liter)		3750kr
Tilbehør og Installationsomkostninger		10750kr
Investeringspris for nyt naturgasanlæg		37000kr
Pris for anlæg 5 - 2xBA22 og Danlager 1000		Type Pris
Solfanger	BA22	7667kr
Beholder	Danlager 1000	11375kr
Pris i alt for solfanger og beholder (priser fra solvarmeoversigt)		19042kr

Økonomisk overslag for opførelse af solvarmeanlæg i kombination med naturgas			
Anlæg 5 - 2xBA22 og Danlager 1000			
Priser for materiel			
Solfanger, type BA22 fra Batec	2stk		7667kr
Solvarmebeholder, type Danlager 1000 fra Nilan	ca.		11375kr
Styring, pumpe, ventiler o.l.	ca.		4243kr
el-patron m. installering			-1500kr
Naturgaskedel			22500kr
Tilbehør			
Rør og andre komponenter			4000kr
Stillads			
Opsætning af stillads			1500kr.
Installationsomkostninger			
Ca. 20 % af anlægspris			10000kr
Projekteringsomkostninger			
% af anlægspris		0%	0kr
Rabat ved køb over 100 solvarmeanlæg (% af anlægsomkostninger)		25%	-5446kr
Statstilskud			
Solfanger	2stk		-6400 kr
Beholder	faktor		0,98
tilskud i alt			-6272kr
Samlet investering for solvarme med naturgas	ca.		48067kr
Naturgasanlæg			
Nyt naturgasanlæg m. installering			37000kr
Rabat for naturgasanlæg ved køb over 100		0%	0kr
Samlet investering for naturgas			37000kr
Merinvestering i forhold til ren naturgas	ca.		11067kr
Årlig energibesparelse			
		433 kr	50 l
		637 kr	100 l
		766 kr	160 l
Serviceomkostning per år per anlæg		175 kr	
Simpel tilbagebetaling		42,9 år	50 l
		24,0 år	100 l
		18,7 år	160 l

Bilag 2 Økonomiberegninger

Økonomiske beregninger for en EcoTec beholder og en BA30 solfanger

Nyt gasanlæg med installation		Pris
Naturgas kedel		0kr
Varmtvandsbeholder (100 liter)		0kr
Tilbehør og Installationsomkostninger		0kr
Investeringspris for nyt naturgasanlæg		0kr
Pris for anlæg 11 - 1xBA30 og Ecotec		Type Pris
Solfanger	BA30	4965kr
Beholder	BWS 165	36119kr
Pris i alt for solfanger og beholder (priser fra solvarmeoversigt)		41084kr

Økonomisk overslag for opførelse af solvarmeanlæg i kombination med naturgas

Anlæg 11 - 1xBA30 og Ecotec

Priser for materiel			
Solfanger, type BA30 fra Batec		4965kr	
Solvarmebeholder, type ecoTEC fra Nilan	ca.	36119kr	
Styring, pumpe, ventiler o.l.	ca.	4243kr	
el-patron m. installering		-1500kr	
Naturgaskedel		0kr	
Tilbehør			
Rør og andre komponenter		4000kr	
Stillads			
Opsætning af stillads		1500 kr	
Installationsomkostninger			
ca 20% af anlægspris		10000kr	
Projekteringsomkostninger			
% af anlægspris	0%	0kr	
Rabat ved køb over 100 solvarmeanlæg (% af anlægsomkostninger)	25%	-10957 kr	
Statstilskud			
Solfanger	1stk	-5400 kr	
Beholder	faktor	1,13	
tilskud i alt		-6102kr	
Samlet investering for solvarme med naturgas	ca.	42268kr	
Naturgasanlæg			
Nyt naturgasanlæg m. installering		37000kr	
Rabat for naturgasanlæg ved køb over 100	0%	0kr	
Samlet investering for naturgas		37000kr	
Merinvestering i forhold til ren naturgas	ca.	5268kr	
Årlig energibesparelse			
		430kr	50 l
		676kr	100 l
		802kr	160 l
Serviceomkostning per år per anlæg		175kr	
Simpel tilbagebetaling		20,7år	50 l
		10,5år	100 l
		8,4år	160 l

Bilag 2 Økonomiberegninger

Økonomiske beregninger for en BWS 165 beholder og en BA30 solfanger

Nyt gasanlæg med installation		Pris
Naturgas kedel		22500kr
Varmtvandsbeholder (100 liter)		3750kr
Tilbehør og Installationsomkostninger		10750kr
Investeringspris for nyt naturgasanlæg		37000kr
Pris for anlæg 10 - 1xBA30 og BWS 165		Type Pris
Solfanger	BA30	4965kr
Beholder	BWS 165	8500kr
Pris i alt for solfanger og beholder (priser fra solvarmeoversigt)		13465kr

Økonomisk overslag for opførsel af solvarmeanlæg i kombination med naturgas

Anlæg 10 - 1xBA30 og BWS 165

Priser for materiel			
Solfanger, type BA30 fra Batec		4965kr	
Solvarmebeholder, type BWS165 fra AquaHeat	ca.	8500kr	
Styring, pumpe, ventiler o.l.	ca.	4244kr	
el-patron m. installering		-1500kr	
Naturgaskedel		22500kr	
Tilbehør			
Rør og andre komponenter		4000kr	
Stillads			
Opsætning af stillads		1500kr	
Installationsomkostninger			
Ca. 20% af anlægspris		10000kr	
Projekteringsomkostninger			
% af anlægspris	0%	0kr	
Rabat ved køb over 100 solvarmeanlæg (% af anlægsomkostninger)	25%	-4052kr	
Statstilskud			
Solfanger	1stk	-5400kr	
Beholder	faktor	1,09	
tilskud i alt		-5886kr	
Samlet investering for solvarme med naturgas	ca.	44271kr	
Naturgasanlæg			
Nyt naturgasanlæg m. installering		37000kr	
Rabat for naturgasanlæg ved køb over 100	0%	0kr	
Samlet investering for naturgas		37000kr	
Merinvestering i forhold til ren naturgas	ca.	7271kr	
Årlig energibesparelse		490kr	50 l
		678kr	100 l
		777kr	160 l
Serviceomkostning per år per anlæg		175kr	
Simpel tilbagebetaling		23,1år	50 l
		14,5år	100 l
		12,1år	160 l

Bilag 3 Datablad for Solfanger type BA30

Bilag 3 Datablad for beholder type BWS 165

Bilag 4 Forbrugeroversigt for EcoTec anlægget

Forbrugeroversigt for tanktype EcoTec og med solfanger type BA 30

Samlet anlægspris for naturgas og solvarmeanlæg 42.269 kr.

Serviceudgift for solvarmeanlæg er sat til 175 kr./år.

Merinvestering i forhold til et rent naturgasanlæg 5.269 kr

Typiske forbrug af varmt brugsvand:

1 til 2 personer	ca. 50 liter pr. døgn
3 personer	ca. 100 liter pr. døgn
4 eller flere personer	ca. 160 liter pr. døgn

Vejnavne	Vejnumre	Kategori	Forbrug i liter per dag	Besparelse i kr. per år	Tilbagebetalingstid i år
Ardfuren	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	2	50	410	22,4
			100	627	11,7
			160	755	9,1
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 26	1	50	388	24,7
			100	592	12,6
			160	710	9,8
	22, 24	3	50	356	29,1
			100	549	14,1
			160	660	10,9
Barkæret	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	1	50	388	24,7
			100	592	12,6
			160	710	9,8
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28	2	50	410	22,4
			100	627	11,7
			160	755	9,1
	30, 32	3	50	356	29,1
			100	549	14,1
			160	660	10,9
Dyrholm	1, 5, 9, 14, 16, 18, 20, 22, 24	5	50	410	22,4
			100	631	11,6
			160	766	8,9
	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12	9	50	354	29,4
			100	546	14,2
			160	656	11,0
Dyssestien	1, 2	13	50	356	29,1
			100	550	14,1
			160	661	10,8
	3, 4, 6	12	50	412	22,2
			100	632	11,5
			160	764	8,9

Bilag 4 Forbrugeroversigt for EcoTec anlægget

Døllevangen	1, 3, 5, 7	11	50	398	23,6
			100	612	12,1
			160	739	9,3
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	12	50	412	22,2
			100	632	11,5
			160	764	8,9
	9, 11, 13, 15, 16, 17, 19	13	50	356	29,1
			100	550	14,1
			160	661	10,8
Hellekisten	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14	11	50	398	23,6
			100	612	12,1
			160	739	9,3
	2, 4, 6, 8, 10, 12	12	50	412	22,2
			100	632	11,5
			160	764	8,9
	15, 16, 17, 18, 19	13	50	356	29,1
			100	550	14,1
			160	661	10,8
Jættestuen	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18	6	50	385	25,1
			100	596	12,5
			160	722	9,6
	3, 7, 11	8	50	400	23,4
			100	615	12,0
			160	744	9,3
Langdyssen	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50	2	50	410	22,4
			100	627	11,7
			160	755	9,1
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32	1	50	388	24,7
			100	592	12,6
			160	710	9,8
	21, 23, 25, 27, 56, 58, 60, 62, 64, 66	10	50	427	20,9
			100	653	11,0
			160	790	8,6
	34, 36	2	50	410	22,4
			100	627	11,7
			160	755	9,1
	52, 54, 54A	13	50	356	29,1
			100	550	14,1
			160	661	10,8
Meteorvej	66, 68, 70, 72	10	50	427	20,9
			100	653	11,0
			160	790	8,6
Offerlunden	1	10	50	427	20,9
			100	653	11,0
			160	790	8,6
	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10	11	50	398	23,6
			100	612	12,1
			160	739	9,3
	5, 9	12	50	412	22,2
			100	632	11,5
			160	764	8,9
	11, 13	6	50	385	25,1
			100	596	12,5
			160	722	9,6

Bilag 4 Forbrugeroversigt for EcoTec anlægget

Runddyssen	8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 30	9	50	354	29,4
			100	546	14,2
			160	656	11,0
	24, 28, 32	5	50	410	22,4
			100	631	11,6
			160	766	8,9
	34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 52, 56, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 78, 82	14	50	342	31,5
			100	529	14,9
			160	633	11,5
	50, 54, 58, 76, 80, 84	4	50	410	22,4
			100	632	11,5
			160	767	8,9
Stordyssen	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14	13	50	356	29,1
			100	550	14,1
			160	661	10,8
	9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31	8	50	400	23,4
			100	615	12,0
			160	744	9,3
	16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34	6	50	385	25,1
			100	596	12,5
			160	722	9,6

Bilag 4 Forbrugeroversigt for BWS 165 anlægget

Forbruger oversigt for tanktype BWS 165 og med solfanger type BA 30

Samlet anlægspris for naturgas og solvarmeanlæg 44.271 kr.

Merinvestering i forhold til et rent naturgasanlæg 7.271 kr

Typiske forbrug af varmt brugsvand:

1 til 2 personer ca. 50 liter pr. døgn

3 personer ca. 100 liter pr. døgn

4 eller flere personer ca. 160 liter pr. døgn

Vejnavne	Vejnumre	Kategori	Forbrug i liter per dag	Besparelse i kr. per år	Tilbagebetalingstid i år
Ardfuren	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	2	50	437	27,8
			100	632	15,9
			160	736	13,0
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 26	1	50	419	29,8
			100	601	17,1
			160	694	14,0
	22, 24	3	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	647	15,4
Barkæret	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17	1	50	419	29,8
			100	601	17,1
			160	694	14,0
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28	2	50	437	27,8
			100	632	15,9
			160	736	13,0
	30, 32	3	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	647	15,4
Dyrholmen	1, 5, 9, 14, 16, 18, 20, 22, 24	5	50	437	27,8
			100	636	15,8
			160	745	12,8
	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12	9	50	385	34,6
			100	555	19,1
			160	644	15,5
Dyssestien	1, 2	13	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	648	15,4
	3, 4, 6	12	50	438	27,6
			100	636	15,8
			160	743	12,8

Bilag 4 Forbrugeroversigt for BWS 165 anlægget

Døllevangen	1, 3, 5, 7	11	50	427	26,2
			100	618	15,1
			160	719	12,3
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	12	50	438	27,6
			100	636	15,8
			160	743	12,8
	9, 11, 13, 15, 16, 17, 19	13	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	648	15,4
Hellekisten	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14	11	50	427	26,2
			100	618	15,1
			160	719	12,3
	2, 4, 6, 8, 10, 12	12	50	438	27,6
			100	636	15,8
			160	743	12,8
	15, 16, 17, 18, 19	13	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	648	15,4
Jættestuen	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18	6	50	414	30,4
			100	602	17,0
			160	703	13,8
	3, 7, 11	8	50	428	28,7
			100	620	16,3
			160	725	13,2
Langdyssen	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50	2	50	437	27,8
			100	632	15,9
			160	736	13,0
	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32	1	50	419	29,8
			100	601	17,1
			160	694	14,0
	21, 23, 25, 27, 56, 58, 60, 62, 64, 66	10	50	453	26,2
			100	656	15,1
			160	767	12,3
	34, 36	2	50	437	27,8
			100	632	15,9
			160	736	13,0
	52, 54, 54A	13	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	648	15,4
Meteorvej		10	50	453	26,2
			100	656	15,1
			160	767	12,3
Offerlunden	1	10	50	453	26,2
			100	656	15,1
			160	767	12,3
	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10	11	50	427	26,2
			100	618	15,1
			160	719	12,3
	5, 9	12	50	438	27,6
			100	636	15,8
			160	743	12,8
	11, 13	6	50	414	30,4
			100	602	17,0
			160	703	13,8

Bilag 4 Forbrugeroversigt for BWS 165 anlægget

Runddyssen	8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 30	9	50	385	34,6
			100	555	19,1
			160	644	15,5
	24, 28, 32	5	50	437	27,8
			100	636	15,8
			160	745	12,8
	34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 52, 56, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 78, 82	14	50	375	36,4
			100	540	19,9
			160	620	16,3
	50, 54, 58, 76, 80, 84	4	50	437	27,8
			100	636	15,8
			160	745	12,8
Stordyssen	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14	13	50	386	34,5
			100	558	19,0
			160	648	15,4
	9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31	8	50	428	28,7
			100	620	16,3
			160	725	13,2
	16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34	6	50	414	30,4
			100	602	17,0
			160	703	13,8