

Landsby Nærvarme

En forundersøgelse støttet af Energistyrelsens EUDP midler.

Udarbejdet af: Carsten Bojesen, Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet.

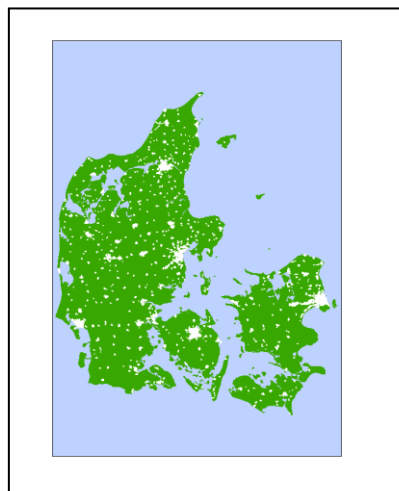
Dato: 23.04.2012

Indhold:

1. Baggrund
2. Idé og princip
3. Teknik
4. Jura
5. Økonomi
6. Case: Aarestrup

1. Baggrund

Lidt under 50% af det samlede opvarmningsbehov i Danmark dækkes i dag af fjernvarme. Figur 1 viser fjernvarmeområder i Danmark – de lyse områder.



Figur 1. Fjernvarmens geografiske udbredelse i Danmark 2010

Bemærk at de grønne områder markerer områder **uden** fjernvarme. Bebyggelserne i dette område udgøres næsten udelukkende af landsbyer/klynger af bebyggelser samt enkeltbeliggende huse.

Antallet af byer fordelt efter antal beboere og opdelt i landsdele i 2002:

Befolkningsanalyse	Under 25	%	25 - 199	%	200 - 499	%	500 - 749	%	750 - 999	%	Over 999	%	I alt
Hovedstaden	12.913	0,9	10.720	0,7	10.808	0,7	8.176	0,5	5.928	0,4	1.470.109	96,8	1.518.654
Midtjylland	147.348	12,5	55.778	4,7	56.204	4,8	37.931	3,2	27.552	2,3	850.594	72,4	1.175.407
Nordjylland	92.226	16,2	27.424	4,8	33.943	6,0	23.615	4,1	20.794	3,7	371.661	65,2	569.663
Sjælland	111.729	14,3	55.134	7,1	33.149	4,2	28.695	3,7	13.955	1,8	537.628	68,9	780.290
Syddanmark	144.893	12,6	67.248	5,8	55.793	4,8	33.192	2,9	25.291	2,2	827.177	71,7	1.153.594
Hovedtotal	509.109	9,8	216.304	4,2	189.897	3,7	131.609	2,5	93.520	1,8	4.057.169	78,1	5.197.608

Tabel 1

Tabel 1 viser antal indbyggere i danske byer fordelt på indbyggerantal/by. Tabellen viser at 1.140.000 personer eller ca. 22% af landets befolkning bor udenfor byer med mere end 999 indbyggere (Kilde: Lektor Jørgen Møller AAU).

Antal landsbyer og byer fordelt på indbyggerantal:

Befolkningsanalyse	25 - 199	200 - 499	500 - 749	750 - 999	Over 999	I alt
Hovedstaden	152	34	13	7	87	293
Midtjylland	744	184	62	32	119	1.141
Nordjylland	374	107	38	24	67	610
Sjælland	848	108	47	16	100	1.119
Syddanmark	953	171	55	30	143	1.352
Hovedtotal	3.071	604	215	109	516	4.515

Tabel 2

Der er ialt ca. 4000 landsbyer i Danmark med færre end 1000 indbyggere (Kilde: Lektor Jørgen Møller AAU). I langt hovedparten af disse landsbyer anvendes individuelle opvarmningsformer som oliefyr eller træpillefyr, ofte kombineret med en brændeovn.

Der er gennem senere år udarbejdet en række scenarier for en fremtidig energiforsyning uden fossile brændsler som olie, kul og naturgas: Varmeplan Danmark 2008 og 2010, IDA's klimaplan, Klimakommisionen 2010, Energinet.dk 2011 for blot at nævne nogle.

Generelt forventes en øget udbredelse af fjernvarme til en dækningsgrad på 50-70 % af det samlede opvarmningsbehov i Danmark. Områder uden fjernvarmeforsyning er ikke behandlet detaljeret i ovennævnte rapporter. Det nævnes blot kort at opvarmning forventes at skulle klares vha. individuelle varmepumper som i stor udstrækning skal drives af vindmølle el. En del af opvarmningsbehovet kan eventuelt ved afbrænding af biomasse.

Alle scenarier har den samme endelige målsætning. Uenigheden opstår når diskussionen går på HVORDAN vi når til målet. Hvilken vej skal vi gå, hvilke barrierer skal ryddes af vejen og hvilke virkemidler skal vi bruge. Landsby Nærvarme konceptet er én vej til målet som gør det muligt at navigere uden om uoverstigelige investeringer.

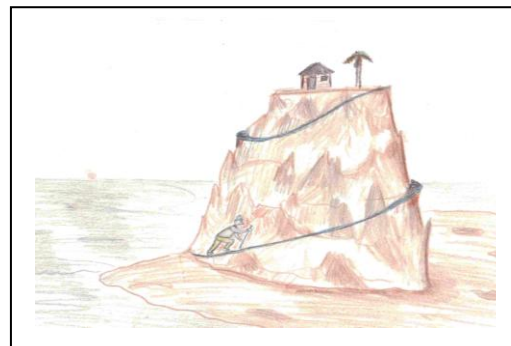
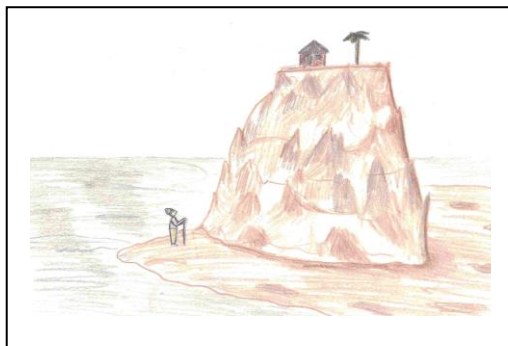
2. Idé og princip

Der fremsættes følgende generelle hypoteser om landsbyer:

1. Boligstandarden og indkomsten i landsbyer er gennemsnitligt lavere end i byområder. Mange landsbyer er beliggende i såkaldte udkantsområder.
2. Den dominerende opvarmningsform er individuel olie eller naturgas fyr ofte suppleret med brændeovn

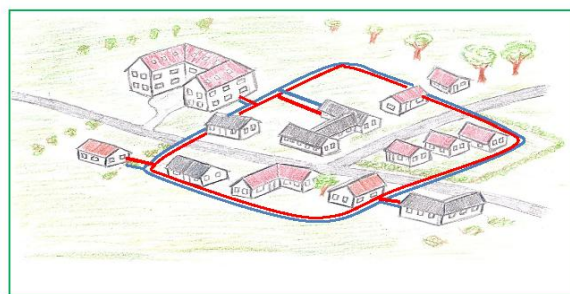
Et skift fra individuelle fyr og til varmepumpe, som her forudsættes at være af typen jord-til-vand, kan være problematisk pga investeringen på kr 65.000 – 120.000, og i mange tilfælde er der fysiske begrænsninger i det areal som er tilgængeligt for jordslanger fordi mange af bebyggelserne i landsbyerne har små jordlodder.

Ovennævnte er potentielle barrierer for skift af opvarmningsformen i områder udenfor kollektiv varmeforsyning. Den idé som herværende projekt er baseret på er en trinvis omstilling til fælles varmeforsyningen i landsbyer og klynger af huse. Nedenstående figurer illustrerer problematikken.



TRIN 1. Fælles varmeforsyning med eksisterende forsyningsenheder

I en landsby etableres en ringformet rørstreng som forbinder de eksisterende opvarmningsenheder i alle bebyggelserne. Rørstrengen består af rør til hhv. varmt fremløbsvand og afkølet returnvand.



Figur 2. Landsby Nærvarmestreng i landsby

Rørstrengen lægges på hensigtsmæssig økonomisk og praktisk måde som minimerer udgifterne til stikledninger opbrydning og genetablering af veje og fortove. Arbejdet udføres så vidt det er muligt af lokale entreprenører.

På hver husstandstilkobling monteres energimålere (flow og temperaturer) og reguleringsventiler. Varmevexlerunits er unødvendige da den samlede kreds er relativt lille. Det samlede væskevolumen og -tryk i Landsby Nærvarme systemet er derfor begrænset.

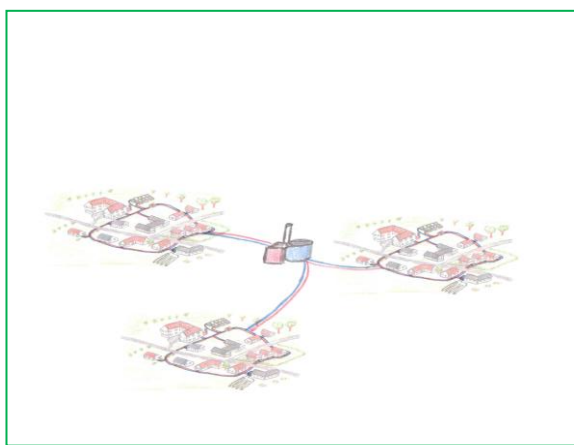
Der aftales en prioriteringsliste for varmeleverandørerne – første, anden, tredje osv. leverandør. Leverandørerne ind- og udkobles som funktion af varmebehovet.

TRIN 2. Etablering af fælles forsyningsenheder og udfasning af eksisterende

Efterhånden som investeringsmulighederne tillader det etableres nye og fælles varmforsyningsenheder på Landsby Nærvarme rørsystemet. Dette kunne være en stor varmepumpe, et solvarmeanlæg, flisfyr eller andet.

Såfremt der på et tidspunkt trækkes en fjernvarmetransmissionsledning i nærheden af landsbyen kan en tilkobling til denne også være en mulighed.

Yderligere kan man forestille sig sammenkobling af flere separate ringsystemer med henblik på fælles udnyttelse af forskellige ressourcer til levering af varme. Se figur 3.



Figur 3. Sammenkobling af flere ringsystemer

3. Teknik

En pumpestation til tryksætning og cirkulation samt eventuelt en mindre akkumuleringskøle tank kobles på rørstrengen.

Varmen til de tilsluttede bebyggelser skal leveres fra udvalgte bebyggelsers eksisterende varmforsyningsenheder. Disse enheder forsynes med en styreenhed til ind- og udkobling samt en pumpe som kan overvinde trykforskellen mellem rørstrengens varme og kolde del.

Forbrugertilslutningerne forsynes med energimåler og reguleringsventiler. Da Landsby Nærvarme kredsen har begrænset tryk og vandvolumen forventes det at en intern varmeveksler ikke er nødvendig.

Ind- og udkobling af forsyningsenhederne sker via en overordnet styring (baseret på måling af udetemperatur samt frem- og returtemperatur på Landsby Nærvarme kredsen?). Ved programmering af den overordnede styreenhed skal der tages hensyn til tidskonstanterne ved forskellige varmforsyningsenheder. For eksempel er der behov for længere varslings- opstarts- og driftstid hvis enheden er et halmfyr end hvis der er tale om et olie- eller gasfyr.

4. Jura

4.1 Organisation

Forbrugere og leverandører til Landsby Nærvarme organiseres i et andelsselskab (a.m.b.a) efter normale regler. Andelsselskabet definerer de lokale regler for køb og salg af varme. Reglerne beskrives i andelsselskabets vedtægter. Andelsselskabet konstituerer sig selv med bestyrelse og generalforsamling.

Nedenfor skitseres et muligt regelsæt.

4.2 Fysisk Etablering af Landsby Nærvarme

Den mest hensigtsmæssige rørføring og rørdimensioner for Landsby Nærvarme rørledningen beregnes af en rådgiver under hensyntagen til:

- Husenes placering i forhold til hinanden
- Placering af eksisterende opvarmningsenheder i det enkelte hus
- Minimum længder af stikledninger
- Varmeeffektbehov for det enkelte hus.

Grænseflade for andelsselskabet

Landsby Nærvarme a.m.b.a systemet omfatter distributionsrørledninger, pumpestation, eventuel akkumuleringstank og den overordnede styring. Forbrugere og leverandører af varme indgår en individuel kontrakt med Landsby Nærvarme

Forsynings- og aftage kontrakter

Før etablering af Landsby Nærvarme laves bindende aftaler om forsyningspligt for varmelieferandørerne samt aftage pligt for varmekonsumenterne.

Forsyningspligt

Varmelieferandørerne forpligter sig kontraktlig til at kunne levere en varmeeffekt på XX kW over YY år. For eksempel maksimalt 50 kW effekt til rådighed for Landsby Nærvarme gennem 10 år.. Andet kan eventuelt aftales undervejs i forløbet. Ind-og udkoblingstider aftales med den enkelte varmelieferandør og vil have sammenhæng med opvarmningssystemet.

Lieferandører som eksempelvis har halmfyr vil have behov for længere tid til varsling og opstart samt længere driftstid end leverandører som har olieforbrændere.

Kontrakter skal være knyttet til produktionsenheden/bebyggelsen

Aftage pligt

De tilsluttede varmekonsumenter forpligter sig kontraktlig til at være tilsluttede Landsby Nærvarmesystemet i XX år.

Aftage forpligtelsen skal tinglyses og følge ejendommen.

Prisen (fast tarif) kan være en funktion af den maksimale effekt som kan udnyttes af den enkelte ejendom. Det foreslås at der indledningsvist tages udgangspunkt i husets BBR oplysninger. Såfremt der observeres afvigelser i effektbehovet i ejendommens energimåler justeres i henhold til dette (i det efterfølgende år). Ved at bruge denne metode elimineres behovet for at investere i for eksempel effektbegrænsere som sikrer at forbrugeren ikke på noget tidspunkt har større effektforbrug end aftalt. Den faste afgift skal have et niveau som sikrer varmeproducenten en acceptabel forrentning af investeringen samt betaling for at stille effekt til rådighed.

5. Økonomi

Etableringsomkostninger

Etablering af rørsystemet finansieres af varmekonsumenterne efter en fordelingsnøgle som kan være proportionelt med det pågældende hus' varmeeffektbehov. Derudover kan finansieringen ske efter et solidarisk princip som betyder at alle betaler samme procentuelle del af investeringen uanset om afstande mellem husene og beliggenhed i øvrigt varierer. Landsby Nærvarme rørstrengen, pumpestation og øvrige fælles installationer er fællesejede af andelsselskabet.

Stikledninger og husinstallationer betales af den enkelte varmekonsumer eller varmelieferandør.

Driftsomkostninger

Landsby Nærvarme a.m.b.a. aftaler en prioritering med varmelieferandørerne, 1. leverandør, 2. leverandør osv. Aftalen kan for eksempel baseres på laveste leveringspris. Det kunne dog også være en mulighed at basere leveringsprioriteringen på graden af miljørigtighed og bæredygtighed af det anvendte brændsel og effektiviteten af varmeproduktionsanlægget.

Konkrete tarifieringssystemer, priser og aftaler for prisregulering aftales parterne imellem.

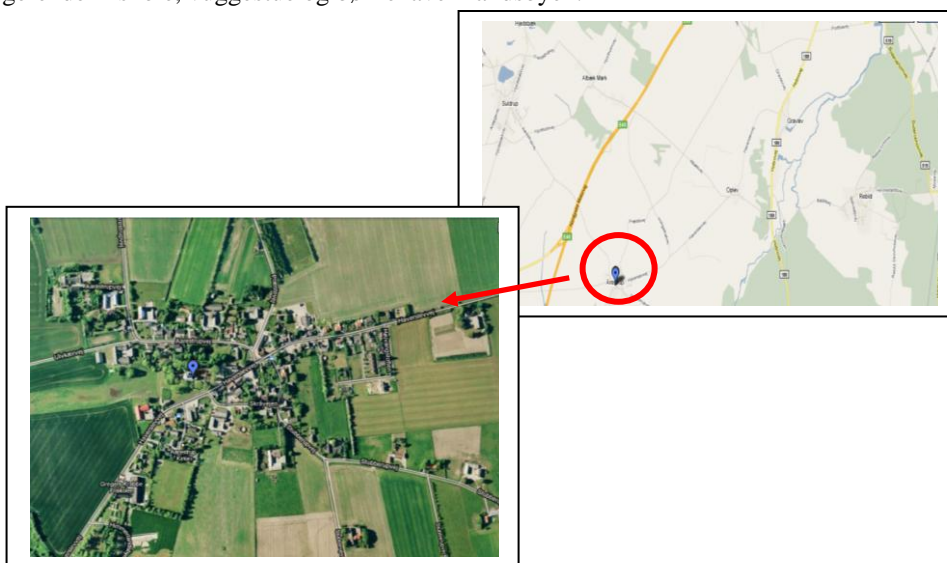
6. Case: Aarestrup

Validering af Landsby Nærvarme konceptet tager udgangspunkt i én eller flere konkrete landsbyer i Danmark. Karakteristisk for landsbyer er forskellighed, hvilket er en af de største udfordringer for at lave Landsby Nærvarme standardløsninger. Der kan dog identificeres to parametre som en forudsætning for potentiel etablering af Landsby Nærvarme:

1. Tæt beliggenhed af beboelser i landsbyen
2. Aktive beboere og et overvældende flertal af beboere som er positive overfor etableringen

Til en foreløbig og teoretisk vurdering af Landsby Nærvarme konceptet er det valgt at analysere et udsnit af en konkret landsby. Såfremt det viser sig gennemførligt kan det analyserede landsby udsnit blive model for en efterfølgende demonstration af Landsby Nærvarme konceptet. På grund af størrelse, beliggenhed, status samt en aktiv borgerforening er det valgt at lave en nærmere analyse i landsbyen Aarestrup.

Aarestrup er en landsby som ligger i Rebild Kommune i Himmerland. Aarestrup har i alt xxx beboere og xxx husstande. Der er en velfungerende friskole, vuggestue og børnehave i landsbyen.



Figur 7 Aarestrup

6.1 Aarestrup udsnit

For at begrænse omfanget af projektet er der valgt at tage udgangspunkt i et mindre udsnit af Aarestrup. Udsnittet omfatter Højgaardstoftet og en del af Haverslevvej – i alt ca. 15 husstande og inklusive Gregers Krabbe friskolen, børnehave og vuggestue. Se figur 8.



Figur 8 Aarestrup Udsnit

6.2 Den eksisterende varmforsyning og varmekonsumet

Kortlægningen af varmforsyning og varmekonsum er gennemført ved en kombination af interviews med beboere i området, brug af BBR data fra GIS programmer ved Lektor Bernd Möller, AAU samt oplysninger indhentet af civ. Ing. Anna Brobach, Planenergi.

Alle beboelser opvarmes i dag vha oliefyr. I flertallet af beboelserne suppleres varmen fra oliefyret med brændeovn. Gregers Krabbe friskolen har i efteråret 2010 fået installeret nyt træpillefyr. Vuggestuen og børnehaven opvarmes med oliefyr.

Det samlede varmebehov er beregnet til 631 MWh fordelt på 311 MWh produceret med træpiller og 320 MWh produceret med olie suppleret med brændeovn.

Variationen i varmebehovet er ikke kortlagt men forventes at følge den gennemsnitlige årsvariation for varmebehovet i Danmark. Figur 9 viser den forventede årlige variation i varmebehovet i form af en varighedskurve. Det maksimale varmeeffektbehov er ca. 200 kW.

naboerne) kan lave udgravningerne og derved reducere omkostninger (og måske være lidt skånsomme overfor haveanlæg etc.)

6.4 Etableringsomkostninger

Der er lavet en beregning af hvad det vil koste at etablere Landsby Nærvarme konceptet i Aarestrup udsnittet. Omkostningerne er baseret på at entreprenørarbejdet udføres af et entreprenørfirma.

Investeringsoversigt		
Rør til ledningsnet	kr	507,874
Grave arbejde og genetablering	kr	214,000
Pumpestation	kr	27,880
Central styring	kr	20,000
Trykholde system	kr	25,000
Husinstallation forbrugere	kr	75,000
Husinstallation producenter	kr	112,500
Etableringsomkostninger i alt	kr	982,254

Tabel 1. Investeringsoversigt Aarestrup udsnit

Husstandsinstallationerne hos forbrugerne omfatter energimåler samt regulerings- og afspærringsventiler. Det forventes at der ikke er behov for varmeveksler og intern cirkulationspumpe fordi Landsby Nærvarme kredsen er lille og primær trykket er lavt. Herved spares på investering og på driftsomkostninger.

Hos producenterne skal der yderligere installeres en pumpe som kan pumpe vand fra sekundærside til primærside dvs overvinde trykforskellen mellem frem og retur.

Den overordnede styring, som har til primær opgave at ind- og udkoble forsyningsenheder, er endnu ikke fastlagt.

6.4 Drift og driftsøkonomi

Konceptet for Landsby Nærvarme bygger på at varmen, i hvert fald i en periode, leveres fra de eksisterende forsyningsenheder, dvs. oliefyr og træpillefyr. For Aarestrup udsnittet vil det fordelagtigt at lade skolens træpillefyr køre som grundlast det vil sige med så høj driftstid som muligt. Nedenstående tabel viser driftstider og varmeproduktion for et år.

Beregnet periode: 01-2011 - 12-2011			
Varmebehov:			
Varme ab værk			602,6 MWh
Max. varmebehov			0,2 MW
Varmeproduktioner:			
Kedel1		46,6 MWh/år	7,7 %
Kedel2		56,5 MWh/år	9,4 %
Træpillekedel		499,6 MWh/år	82,9 %
Ialt		602,6 MWh/år	100,0 %
Elproduktion fra energianlæg:			
	Alleperioder [MWh/år]	Afårlig produktion	
Eludveksling:			
	Ialt [MWh/år]		
Leveret electricitet, Spot marked	0,0		
Modtaget electricitet, Spot marked	0,0		
Leveret electricitet, Enhedstarif	0,0		
Modtaget electricitet, Enhedstarif	0,0		
Driftstimer:			
	Ialt [h/år]	Afårlig timer	
Kedel1	3.567,0	40,7%	
Kedel2	2.538,0	29,0%	
Træpillekedel	8.760,0	100,0%	
Ud af total i periode	8.760,0		
Starter:			
Kedel1	77		
Kedel2	94		
Træpillekedel	12		
Brændsler:			
Efter brændsel			
	Brændselsforbrug		
olie	11.558,7 l		
Træpiller	114,2 tøn		
Efter produktionsenhed			
Kedel1	49,1 MWh	=	4.907,1 l
Kedel2	66,5 MWh	=	6.651,7 l
Træpillekedel	555,1 MWh	=	114,2 tøn
Ialt	670,7 MWh		

Tabel 2. Varmeproduktion efter produktionsenhed over et år. Kilde: Planenergi

Skolens træpillefyr forventes at levere grundlast og være i drift hele året. I tabellen er det forudsat at der er to typer oliefyr. En ældre med lav effektivitet og en nyere med højere effektivitet. Oliefyrene skal supplere træpillefyret i de koldeste måneder. Produktion og produktionsstider er vist på varighedskurven i figur 9.

Ved at benytte træpillefyret mest muligt vil brændselsomkostninger kunne holdes på et minimum. Derudover undgås tomgangstab til oliefyrene i sommermånederne hvor disse ellers stort set kun sørger for opvarmning af varmt brugsvand.

Tabel 3 viser en økonomisk oversigt for etablering og drift af Landsby Nærvarme i Aarestrup udsnittet.

Drift		Uden Landsby Nærvarme		Med Landsby Nærvarme	
Varmebehov af værk		552	MWh	603	MWh
Varmeproduktion med træpiller		311.11	MWh	555.43	MWh
Varmeproduktion med olie		320.00	MWh	121.31	MWh
Samlet varmeproduktion		631.11	MWh	676.74	MWh
Varmeproduktionsomkostninger					
Produktion med træpiller		137,610	kr	245,676	kr
Produktion med oliefyr		292,472	kr	110,874	kr
Brændsels omkostninger i alt		430,081	kr	356,550	kr
Årlig besparelse i varmeproduktion				73,532	kr
Drift og vedligehold		10,933	kr	17,269	kr
Elforbrug til cirkulationspumper		0	kr	9,045	kr
Samlede årlige driftsudgifter		441,015	kr	382,864	kr
Samlet årlig besparelse				58,151	kr
Simpel tilbagebetaling				16.9	år

Table 3 Oversigt over økonomi for Landsby Nærvarme investering i Aarestrup udsnit

Forudsætninger: Oliepris 9 kr/liter
 Træpille pris 2150 kr/ton
 Nettab: 51 MWh/år

I beregningseksemplet er der forudsat en oliepris på 9 kr. Hvis olieprisen eksempelvis stiger til **12 kr/liter** og andet ikke ændres vil den uforrentede tilbagebetalingstid reduceres til **8.3 år**.