

NYT om kernekraft, energi og klima.

Fremtidens reaktorer

Der er globalt voksende interesse for kerneenergien. Ca. 50 stk. af den fremherskende reaktortype, letvandsreaktoren, er under bygning og endnu flere er under planlægning. Samtidig arbejdes der på at udvikle fremtidens reaktorer, der kan være klar i form af prototyper i løbet af 2020-erne. Udgangspunktet er godt, idet en række forskningsprojekter i tidens løb har været langt fremme - men faldt for den politiske modstand mod kernekraft i enhver form. Det drejer sig i første række om tre typer: formeringsreaktoren, den integrerede hurtige reaktor og Pebble Bead reaktoren. Dertil kommer en række reaktorer, som kan udnytte grundstoffet thorium.

REN ENERGI sætter i dette og de følgende numre fokus på reaktortyper, som kan komme til at spille en rolle i fremtiden. Skulle nogen have brug for et leksikon, så henvises til hjemmesiden. BLA

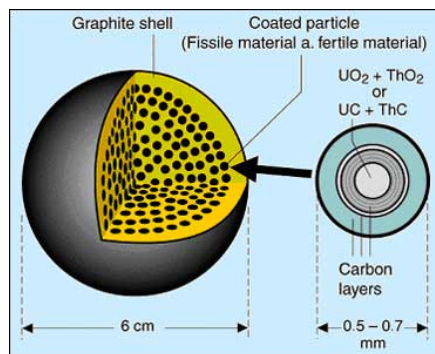
12301

En mulig vej til thorium

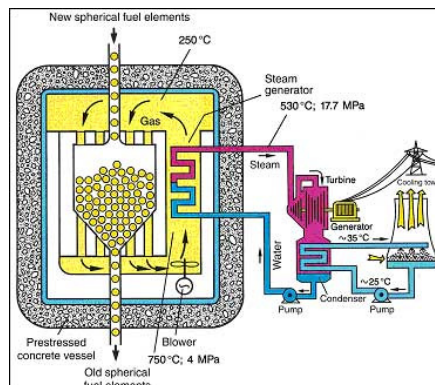
Der er en voksende interesse for energi fra thorium, grundstof nr. 90. I nr. 122 gav vi nogle grundlæggende oplysninger om thorium og på landsmødet i Odense hørte vi mere. Her var fokus på den såkaldte saltsmelte-reaktor. Men der er andre muligheder.

I Tyskland udvikledes fra 1960 og frem til 1988 en gaskølet højtemperatur reaktor (Pebble Bead reaktoren), der populært kaldes "kuglebunke-reaktoren".

Reaktorens brændselselementer er grafitkugler, der kaldes "pebbles", med en diameter på 6 cm. Inde i hver kugle er der et stort antal meget små kugler af uran eller thorium, omsluttet af det keramiske materiale siliciumcarbid. Uranet kan være beriget til f.eks. 8 %.



Reaktorkernen består af mange kugler i en reaktortank, der nederst ender i en tragt, hvor kuglerne tages ud. Kuglernes grafit virker som moderator og kølemidlet er helium.



Reaktorkernen er omgivet af en grafit-reflektor (ikke vist), der sender neutroner tilbage til reaktorkernen, hvor de kan bidrage til kædeprocessen. Inde i kanaler i denne reflektor findes kontrolstænger, evt. to sæt til hhv. nedlukning og reduktion af effekten.

Den første forsøgsreaktor på 15 MW kørte i Jülich i Tyskland i perioden 1971-1988. Over hele perioden leverede reaktoren knap 60 % af den maksimalt mulige energi. Det er overordentlig pænt for en helt nyudviklet forsøgsreaktor. Et af de gennemførte sikkerhedsforsøg bestod i, at man standsede de pumper, der førte kølegassen gennem reaktorkernen. Desuden blokerede man for de kontrolstænger, der skulle lukke reaktoren i tilfælde af uheld. Man havde naturligvis på forhånd beregnet, hvad der ville ske - og det holdt stik. Over flere dage steg temperaturen i reaktoren, som derved gik i stå af fysiske grunde. Varmen blev ledt bort gennem

grafit og reaktortank uden nogen tegn på nedsmeltning. Det var i 1977. Forsøget har nu været gentaget i Kina med den nye forsøgsreaktor HTR-10.

På basis af disse gode erfaringer gik man i Tyskland videre til et prototype kraftværk på 300 MWe, den såkaldte THTR (Thorium High Temperature Reactor). Den blev opført ca. 40 km øst for Dortmund. Den indeholdt 674.000 kugler, hvoraf halvdelen indeholdt thorium og højt beriget uran og resten fungerede som moderator eller neutronabsorbere.

Denne reaktor var udstyret med kontrolstænger, som gik ned i "kuglebunken". Det medførte flere skader på kuglerne end man havde haft ved prototypen. Desuden viste det sig, at reaktoren på forskellige punkter havde andre egenskaber, end man havde forventet. Den kørte fra 1983 til 1989. Kuglerne blev udskiftet under drift og i gennemsnit fik en kugle turen gennem reaktoren seks gange. Efter udtagning af en kugle bliver dens sammensætning målt. På basis heraf besluttedes det, om den skulle have endnu en tur eller om den skulle udtages som affald.

Denne type reaktor er særlig interessant derved, at den er velegnet til at levere procesvarme til industrien. Hermed kan man f.eks. fremstille brint. Hvis man har kul, kan man derfra gå videre til methan. Det var baggrunden for, at begge de omtalte reaktorer blev opført i Nordrhein-Westfalen, hvor der er store forekomster af kul.

Projektet føres nu videre i Sydafrika og i Kina, som også har kul. De første "pebbles" er produceret i Sydafrika og sendt til undersøgelse i USA og Rusland. Her skal det afprøves, hvordan de reagerer på en kraftig neutronbestråling. Her er et tilfælde, hvor Kina og Sydafrika arbejder med et meget lovende projekt, der kræver forskning og udvikling på højeste niveau, ikke mindst på området materialefysik. Var det ikke noget for Danmark at komme med i dette projekt? Derfor kan vi jo godt fortsætte med at sende vindmøller til Kina, så længe de vil have dem.



Hvorfor opgav Tyskland?

Der cirkulerer forskellige påstande, bl.a. i debatten på ing.dk. Følgende citater kan tjene som illustration af, hvilket kendskab danske ingeniører i 2010 har til nuklear teknik:

"Så vidt jeg har forstået kan man ikke regulere effekten i en pebble bead reaktor. Den kører bare på fuld skrue (24/7)".

"Og som om det ikke var nok, så base-rede ZA' sit program på de sørgelige rester af den 20 årige (1968-1988) tyske indsats på området, der som bekendt sluttede da Tyskland opgav selve pebble-bead konceptet som praktisk ubrugeligt og lukkede AVR reaktoren med et brag."

En tysk version lyder således:

"I dag videreudvikles disse brændsels-elementer i Kina. Det er klart, at denne udvikling led et kolossalt tilbageslag ved den rent politiske beslutning om stop for THTR. Også AVR kunne have været ført videre som forsøgsreaktor i årevis."

Se også 12304.

BLA, www.buerger-fuer-technik.de

12302

Japan genstarter Monju hurtig reaktor

Japan har nu genstartet en forsøgsreaktor efter en lækage af natrium i kølekredsløbet for 14 år siden. Der er tale om en hurtig formeringsreaktor på 280 MWe ved Monju. Tilladelsen fra sikkerhedsmyndigheden og de lokale myndigheder har taget lang tid, og der har været omkring 1000 møder med lokale borgere og byråd. Denne forsøgsreaktor skal bane vejen for Japans brug af hurtige reaktorer fra midten af århundredet. Monju blev startet i august 1995, hvor den efterfulgte den hurtige formeringsreaktor, Jojo, som havde været i drift fra 1977. Monju blev dog lukket ned 4 måneder senere, efter at mere end en ton flydende natrium var lækket fra det sekundære kølekredsløb. Selv om der ikke var nogen tilskadekomne, og ingen radioaktivitet slap ud af bygningerne, blev uheldet kompliceret af operatørens forsøg på at dække over omfanget af skaden. Der er foretaget væsentlige ændringer på anlægget.

JF, WNN 6/5/10

12303

Europæerne overvejen- de positive over for kernekraft

Eurobarometers opinionsundersøgelse for 2009 med 26.470 deltagere i 27 EU lande viste en tydeligt mere positiv

holdning til kernekraft end de tre forrige år. Befolkningens holdning i de lande, som har kernekraft, var generelt mere positiv end i andre lande.

Et flertal erkendte værdien af kernekraft af hensyn til forsyningssikkerheden, og for at sikre mere stabile og konkurrence-dygtige energipriser, men kun 46 % mente, at det ville hjælpe med til at begrænse klimænderingerne. Samlet, mente 17 %, at andelen af kernekraft i el-produktionen burde øges. Og dette oven i de 39 %, som mente, at den nuværende andel skulle opretholdes. Dog var der 34 % som foretrak, at andelen blev nedsat.

Mens 59 % følte, at kernekraftværker kan blive kørt sikkert, tror flertallet, at risici i forbindelse med kernekraft er undervurderet. En manglende sikkerhed over for terroristangreb mod kernekraftværker, og lagring og kontrol af radioaktivt affald blev nævnt som største bekymring. Således mente 82 % at kontrollen med atomaffald burde ligge i EU regi.

For dem, der deltog i undersøgelsen, viste massemedierne sig at være hovedkilden for information om kernekraft, med TV som den største kilde (72 %) foran aviser (40 %), og internet (27 %). Dog, videnskabsfolk og nationale sikkerhedsmyndigheder samt internationale organisationer, som International Atomic Energy Agency, IAEA, blev udpeget som de mest pålidelige kilder til information om kernekraft, frem for journalister. Information fra NGO'er (grønne organisationer) blev der stolet mindre på end på journalister.

JF, WNN 30/4/10

12304

Interesse for at huse Allegro reaktorprojekt.

Tjekkiet, Ungarn og Slovakiet er interesseret i at huse Allegro-projektet og vil udarbejde et fælles forslag om placering, drift og udvikling af den nye reaktortype.

Der er tale om en gaskølet (He) hurtig reaktor (GFR: Gas-cooled Fast Reactor) med en effekt på 50-80 MWt. Det støttes økonomisk af "Generation IV International Forum", hvor bl.a. Frankrig, Japan, Schweiz og EU er partnere.

Frankrig har foreslået, at projektet placeres i Centraleuropa, og Tjekkiet, Ungarn og Slovakiet har sluttet op om ideen.

I maj i år underskrev de tre lande en fælles erklæring om i løbet af de næste 2-3 år at udarbejde planer for reaktoren og den overordnede organisering af

arbejdet omkring Allegro. Frankrigs Atom Energi Kommission vil bidrage til udarbejdelsen af planerne.

Man foreslår desuden, at Allegro kommer med på listen over "European Strategy Forum on Research Infrastructures" - et EU-forum, der støtter faciliteter til forsknings- og udviklingsprojekter i stor skala.

Allegro bliver en del af EU's GFR-program blandt en række generation-IV reaktorer. Formålet er at demonstrere GFR-teknologi og kortlægge dens potentiale relativt til det alternative design med natriumkøling, som led i det internationale samarbejde om næste generations reaktorer.

Reaktorens primære kølemiddel skal være helium, med vand under tryk i en sekundær sløjfe. Kernen skal have enten keramisk brændsel og en udgangstemperatur på 850 graders C; eller blandet uran-plutoniumoxid med en udgangstemperatur på 560 grader. Reaktoren vil kunne bygges i perioden 2014-2022.

Forsøgsreaktoren Allegro skal belyse sikkerhedsforholdene og afprøve kapaciteten af højtemperatur-komponenterne og de termiske forhold (bortledning af varme). Den bliver et trin på vejen til en effektgenererende prototype.

SDA, wnn

12305

Forskere vil bygge ny svensk testreaktor

Den svenske Riksdag besluttede midt i juni **med et rystende lille flertal**, at der kan opføres nye reaktorer til erstatning for de bestående. Det fremgår af et interview med *Dagens Nyheter*, at svensk forskning er klar:

"Vi er netop begyndt at sondere terrænet" siger KTH-professor Janne Wallenius.

I generation-IV kernekraftværker skal uran kunne genanvendes. De hurtige "generatorer" er en videreudvikling af de såkaldte formeringsreaktorer, der benytter uran-238 i stedet for uran-235. Naturligt uran består af en meget større andel uran-238, så der i dag udnyttes en meget lille del af naturens uranressourcer.

I Sovjetunionen har man haft blykølede testreaktorer af den type, som svenske forskere anbefaler. I Rusland planlægger man nu at bygge en blykølet reaktor til kommerciel drift. Svenske forskere vil dog udføre deres egen forskning for at forsikre sig om blykølingens fordele.

En generation-IV reaktor findes endnu ikke i drift i verden. Den reaktor, som nu skal bygges i Olkiluoto i Finland, er den første europæiske reaktor af generation-III. Den er en videreudvikling af de letvandsreaktorer, som benyttes i dag.

Med hurtige reaktorer i generation-IV kan man udvinde hundrede gange mere energi end med dagens reaktorer – og de skal drives af det, vi i dag betragter som brændselsaffald. Desuden skal en meget større andel af det uran, som brydes i dag, kunne udnyttes. Opbevaringstiden for affaldet reduceres fra årtusinder til nogle få århundreder.

Sådan reaktorer vil ikke blive aktuelle for kommerciel drift i Sverige inden for de nærmeste 20 år. Men svenske forskere søger netop nu finansiering til en testreaktor.

- *Vi er de seneste måneder begyndt at sonde terrænet, siger Janne Wallenius, professor i reaktor fysik på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH).*

Hvad er formålet med at have sådan en testreaktor i Sverige?

- *Hvis vi har held med at gøre blyreaktoren økonomisk bæredygtig, så betyder det en meget interessant mulighed for svensk materialeindustri.*

For at kunne genanvende brugt brændsel kræves et andet kølemiddel end vand i reaktoren. Og Janne Wallenius, som leder et samarbejdsprojekt mellem KTH, Chalmers og Uppsala Universitet om generation-IV teknikken, anbefaler altså bly som kølemiddel.

Netop nu har forskerne på KTH fremslået deres eget brændselsaffald, som de vil udføre blykølingstest på. Der er dog udført mere forskning med natrium som kølemiddel. I Frankrig er det meget sandsynligt, at en natriumkølet reaktor vil blive bygget og være i kommerciel drift om godt ti år. Men natrium som kølemiddel er meget bekosteligt.

- *Man skal sikre at natriummet ikke kommer i kontakt med luft, hvorved det bryder i brand. Det medfører ekstra omkostninger, siger Janne Wallenius. De omkostninger slipper man for med bly. Til gengæld er bly meget korrosivt - det angriber stål. Og teknikken til at beskytte stål fra bly er ikke industrielt moden i dag.*

Hvor kan en testreaktor placeres?

- *Formentligt i tilslutning til et af de eksisterende kernekraftværker, siger Janne Wallenius. Vi er netop nu begyndt*

at tale med kernekraftværkerne, om de ville være interesserede i at have en sådan reaktor på deres område.

Til fremtidens reaktorer regnes også højtemperaturreaktorer. De kan drives af plutonium eller thorium. Indien planlægger helt at stoppe med at anvende uran og i stedet satse på thorium i sin kernekraft, eftersom de har meget mere af det. Der findes ivrige fortalere for thorium også andre steder. Janne Wallenius hører ikke til dem. Han mener ikke, at der er grund til at satse på thorium som brændsel, eftersom der findes så meget uran, som allerede er gravet op. Uran som indeholder store mængder uudnyttet energi.

- *Thoriumfans plejer at foretrække såkaldte smeltet salt reaktorer; men dem er det ikke muligt at få godkendt i Europa i dag. I dem er brændslet i smeltet form under normal drift. Radioaktive luftarter går lige ud af reaktoren. Det strider mod hele sikkerhedsfilosofien i moderne kernekraft, siger han.*

Ifølge kernekraftforskere er fjerde generations reaktorer lige så sikre, som de i dag eksisterende. Men der findes andre risici. Oparbejdningen af det brugte brændsel kan medføre udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne. Da visse af fremtidens reaktorer kan arbejde med plutonium, som også anvendes i kernevåben, findes der en vis uro for, hvad et større omløb af dette grundstof i verden vil medføre. Til ulemperne hører også omkostningerne. De nye reaktorer er meget dyrere end de nuværende. Det vil betyde dyrere el. Men ifølge Janne Wallenius findes der gode forudsætninger for at udnytte generation-IV kernekraft i Sverige.

- *Vi har kørt med letvandsreaktorer så længe i Sverige, at vi nu har tilstrækkeligt med brugt brændsel til at starte ti generation-IV reaktorer. Og når de er godt og vel startede kører de videre på deres eget affald. FP, Dagens Nyheters Netavis*

REO's kommentar: Med denne type reaktorer vil Sverige kunne producere omkring 15 til 20 gange mere elektricitet, end deres nuværende kernekraftværker har produceret siden 1972. Vel at mærke med det meget omtalte radioaktive affald som brændsel. Hvad mon de så vil gøre med de milliarder af kroner, som er sparet op til at finansiere deponeringen?

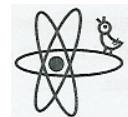
Han efterlod sig spor

Professor dr.phil. Bent Elbek er død, 81 år gammel. Han var en videnskabsmand af den gamle skole, som forenede et højt fagligt niveau med fremragende pædagogiske evner. I begyndelsen af 1960'erne blev han leder af Niels Bohr Institutets tandemaccelerator laboratorium ved Risø. Her gennemførtes i de følgende år frontlinjeforskning i atomkernens struktur, specielt med henblik på samspillet mellem enkelte partiklers bevægelser og kernens bevægelser som helhed. Denne indsats fra Bent Elbeks og andre eksperimentalfysikeres side blev husket, da Nobelprisen i 1975 havnede i København hos Aage Bohr og Ben Mottelson. I sin nobelforelæsning henviste sidstnævnte til det kreative og fantasifulde arbejde, der var udført af eksperimentalfysikere, og uden hvilket man ikke ville være nået til den dybtgående forståelse af atomkernens struktur. Her havde han uden tvivl bl.a. Bent Elbek i tankerne.

Omkring 1970 vendte Elbeks interesse sig mod samfundets energiforsyning. Hans bog "Energi, energi – energikrise" udkom næsten samtidig med den første oliekrise i 1973. Bogen var skrevet inden andre begyndte at tænke på, hvilke problemer, der kunne opstå. Bogen indeholdt en grundig analyse af, hvordan samfundets energiforbrug udvikler sig. I slutningen af 1970'erne var Bent Elbek den drivende kraft i en energiplan fra Venstres energiudvalg. Denne havde tre hovedpunkter: sælg naturgassen, elektrificer jernbanerne og indfør atomkraft.

I midten af 1970'erne spillede Bent Elbek og hans hustru Eja en central rolle ved oprettelsen af REO. Fra 1976 var Eja foreningens første formand. Da REO samlede søsterorganisationer fra en række europæiske lande i Roskilde i 1983 åbnede Eja og Bent deres hjem for deltagerne. Stemningen var god - ingen kunne forudse den nedtur for europæisk lederskab, som ventede.

Personligt havde jeg den glæde at kende Bent Elbek først som lærer, siden som kollega og sidst som kampfælle. Det har været med til at berige mit liv. Udviklingen tog ikke den retning, som vi havde håbet. Men sikkert er det, at Bent Elbek har efterladt sig spor, både som videnskabsmand og som engageret borger. Måtte det ikke blive glemt. Bertel Lohmann Andersen



12306

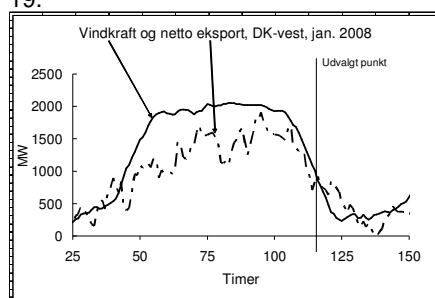
REO klager til Udvalg Vedrørende Videnskabelig Uredelighed.

REO har i maj 2010 indsendt en klage til UVVU over 14 fremtrædende danske forskere. Sagen er en udløber af striden om vindkraften, som tidligere på året udspillede mellem CEPOS og forskergruppen CEESA. REO har ikke været part i striden, men var først med påpegingen af, at en stor del af dansk vindkraft bliver eksporteret. Det skete i rapporten om vindkraft i dansk elforsyning 2005 og 2006, som udkom i september 2007. Året efter kom resultatet af samme analyse for år 2007.

Resultatet er, at for de tre omtalte år dækker vindkraften mellem 10 og 14 % af det danske elforbrug. Hermed er Danmark førende i verden på området vindkraft. REO's rapport blev mødt med en samlet afvisning fra politikere og vindkraftindustri: dækningen med vindkraft i dansk elforbrug er 20 %. Basta! Det betyder, at al den producerede vindkraft anvendes her i landet. Efter nogle få "udslip" døde debatten.

To år senere kom CEPOS med en rapport på engelsk, der viste det samme og som også omhandlede økonomiske forhold. Men nu rykkede den samlede hær af forskere i vindkraft ud med en modrapport. Heri blev det bevist, at næsten al vindkraft anvendes her i landet. Det forholder sig nemlig således, at når det blæser meget, og der er stor eksport, så kommer den eksporterede strøm fra kulfyrede kraftværker. I deres iver efter at bevise dette, begik de 14 forskere en fejl: de udvalgte to punkter ud af årets 8784 timer og konkluderede på basis af disse. Hvis man inddrager flere punkter omkring de udvalgte, så kommer man til et andet resultat.

Figuren viser situationen omkring et af de udvalgte punkter: den 5. januar kl. 19.



Det ses tydeligt, at der er eksport i det udvalgte punkt. Det skyldes - ifølge forskerne - at prisen var høj.

REO tør godt være uartig og henlede opmærksomheden på, at eksporten vokser sammen med vindkraften - og falder sammen med denne. Et ganske pudsigt sammenfald, når nu man kan forske sig frem til, at det ikke er vindkraft, der eksporteres.

REO står uforstående over for den hid-sighed, hvormed myten om den 20 % dækningsgrad med vindkraft forsvares, når nu 10 til 15 % også er flot. Men myten vil med sikkerhed vise sig ikke at være holdbar på langt sigt. BLA



Forkortelser:

BLA	Bertel Lohmann Andersen
JF	Jacques Florisson
SDA	Søren Dahl Andersen
FP	Fritz Primdahl
wnn	World Nuclear News

På generalforsamlingen i Odense den 20. marts 2010 blev Bertel Lohmann Andersen genvalgt til formand for en periode på to år. Valg til bestyrelsen: genvalg af Henrik Fog, Bernard Gilland, Morten Grenness og Peter Schoubye, nyvalg af Ib Yde. Der var genvalg af suppleanten Poul Hansen og af revisor Jørgen Holm. Nyvalgt som revisor blev Vagn Henriksen. Gunnar Lund Jensen blev valgt til revisorsuppleant.

Generalforsamlingen besluttede at forhøje kontingentet for medlemskab til 250,- kr pr år. Bestyrelsen arbejder hårdt og vil gerne udvide den beskedne sekretærhjælp, som den hidtil har haft. Det frigør kræfter til kreative opgaver, som der er hårdt brug for. Hvis disse skal realiseres, er det heller ikke gratis. Derfor forhøjelsen.

Det kan konstateres, at mange mennesker er enige i REO's synspunkter og udtrykker glæde over, at der er nogen, der "gør noget". Desværre kan det ikke ses på tilgangen af medlemmer. Der er en tilgang - men den er alt for lav. Gør noget!

ISSN 0108-9439

REN ENERGI. Nyt om kernekraft, energi og miljø, udgives af landsforeningen REEL ENERGI OPLYSNING (REO) og udkommer med 4 numre årligt. Ansvarshavende redaktører Bertel Lohmann Andersen og Per Brøns.

Formålet er gennem redelig nyhedsformidling at bidrage til en objektiv opfattelse af kernekraftens rolle i fremtidens energiforsyning. REO er en landsforening, der blev grundlagt i november 1976 med det formål at arbejde for en bred folkelig forståelse for det fornuftige i at indføre atomkraft i Danmark. Medlemskab koster 250 kr pr år. Rabatten for studerende og pensionister er afskaffet ved beslutning på generalforsamlingen 2009.

Et firmamedlemskab kan fås for 750 kr. Medlemmer modtager bladet. Abonnement på bladet REN ENERGI koster 95 kr pr. år.

Besøg REO's hjemmeside: www.reo.dk.

REO kan kontaktes således:

e-mail: reelenergioplysning@mail.dk.

Telefon: 2125 5420.

Postadresse:

REEL ENERGI OPLYSNING
c/o Bertel Lohmann Andersen
Kulsvierparken 71
2800 Lyngby

Indbetalinger kan ske på
Giro: 300-0753, type 01.
c/o Henrik Fog
Travervænget 18
2920 Charlottenlund

Bankoverførsel
Danske Bank 9570 300-0753

Tryk: Felix Bogtryk