

(19) **DANMARK**

(10)

DK 178832 B1



(12)

PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **E 21 B 43/01 (2006.01)** **E 21 B 36/00 (2006.01)**
- (21) Ansøgningsnummer: **PA 2009 00355**
- (22) Indleveringsdato: **2009-03-13**
- (24) Løbedag: **2007-10-19**
- (41) Alm. tilgængelig: **2009-03-13**
- (45) Patentets meddelelse bkg. den: **2017-03-06**
- (86) International ansøgning nr: **PCT/NO2007/000373**
- (86) International indleveringsdag: **2007-10-19**
- (85) Videreførelsesdag: **2009-03-13**
- (30) Prioritet: **2006-10-27 NO 20064918**
- (73) Patenthaver: **Statoil Petroleum AS, Forusbeen 50, 4035 Stavanger, Norge**
- (72) Opfinder: **William Bakke, Lyngåsveien 15, N-3440 Røyken, Norge**
- (74) Fuldmægtig: **Awapatent A/S, Strandgade 56, 1401 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Undersøisk behandlingssystem**
- (56) Fremdragne publikationer:
WO 02/18746 A1
US 2004/0149445 A1
US 6772840 B2
WO 03/086976 A2
US 4679598 A
- (57) Sammendrag:
Undersøisk behandlingssystem til produktion af olie og/eller gas fra én eller flere produktionsbrønde (1), navnlig brønde som producerer tung olie på dybt vand og med høj viskositet. Systemet omfatter, ud over produktionsbrønden(e) (i.), én eller flere injektionsbrønde (2) til injektion af produceret vand, en separator (3), en produktionspumpe (4), en vandinjektions- og cirkulationspumpe (5) og et opvarmningsarrangement (6). En vandcirkulations- og injektionsrørledningsløjfe (7) er tilvejebragt til indbyrdes at forbinde separatoren (3), injektions- og cirkulationspumpen (5), opvarmningsindretningen (6), strømningsstyringsindretningen (11) og brøndene (1, 2), hvorved cirkulation af opvarmet vand til brøndene (1, 2) via separatoren (3) og opvarmningsindretningen (6) muliggøres.

Fortsættes ...

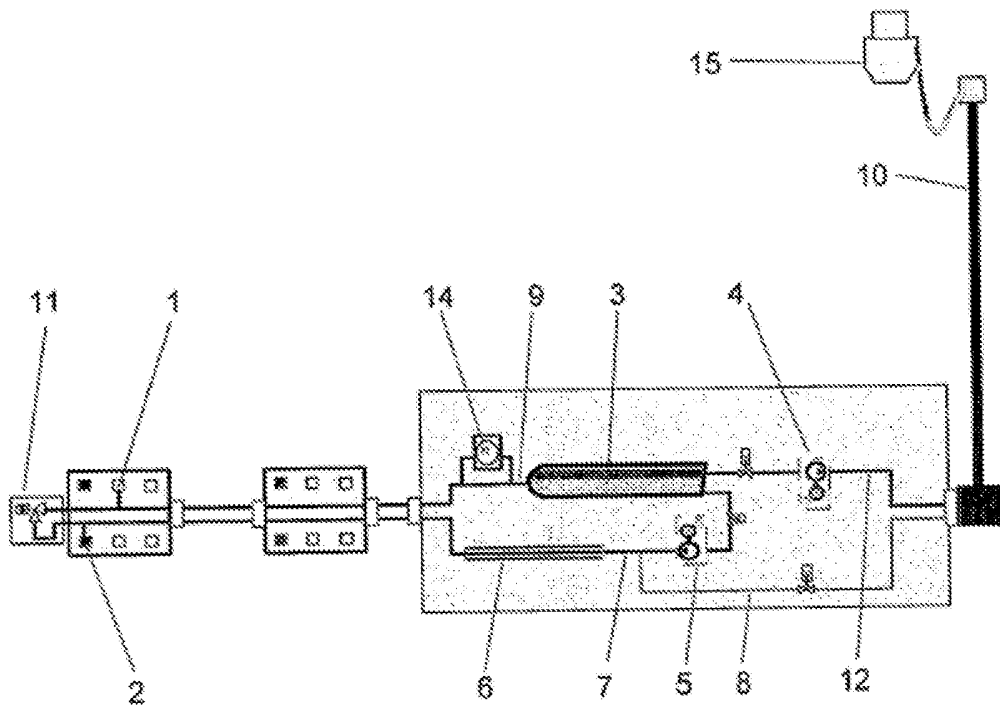


Fig. 1

Opfindelsen angår et undersøisk behandlingssystem i forbindelse med produktion af olie og/eller gas fra én eller flere brønde, navnlig brønde som producerer tung olie på dybt vand og med høj viskositet.

Undersøiske olie- og gasfeltudviklinger på dybere vand og tættere på arktiske områder står over for forskellige tekniske udfordringer som et resultat af de mere fjendtlige miljømæssige betingelser. At overvinde disse udfordringer kræver en kombination af grundig og innovativ konstruktion af produktionssystemer og ekstensivt og stramt styret flerfasestrømningssikring, såvel som driftsmæssige strategier og procedurer. Konstruktion af undersøiske produktionssystemer starter normalt med fluidkarakterisering fulgt af etablering af en feltarkitektur og udvikling af økonomiske produktionsgangkonfigurationer, som er i overensstemmelse med sikkerhed og minimumskrav til indgreb. At forstå og konstruere for de forskellige strømningssikringsbetingelser og krav af dybvandssystemet kan føre til minimale indgreb og mindst mulige produktionstab. Ydelsesmålet for operationer ved stabil tilstand skal være som et minimum ved ankomsten til platformen at opnå temperaturer, som er over hydratdannelsesstemperaturerne og/eller voksopståelsestemperaturen (WAT). Ydelsesmålet for overgangsoperationer, dvs. nedlukningsoperationer, er at opnå tilstrækkelig nedkølingstid før rørledningens indhold køler til hydratdannelsesstemperaturen efter nedlukning. Ud over nedlukning kommer trykaflastning og voksfjernelse i spil som andre større overgangsudfordringer på dybere vand.

Undersøiske rørledningsbundter er almindeligt kendte og repræsenterer forbedrede rørledningssystemer til transport af olie og gas og fjernbetjening af undersøiske olie- og gasbrønde. Sådanne bundter kan omfatte en bærerørledning (yderkappe eller -skal), inden i hvilken der kan være tilvejebragt én eller flere strømningssledninger for olie eller gas, rørledning(er) eller anden indretning til opvarmning såvel som hydrauliske og/eller elektriske styreledninger til fjernbetjening af brøndene. Denne bundtløsning kan tilvejebringe højeffektiv termisk isolering og/eller aktive varmeelementer for at minimere termiske tab.

Bundtløsninger er almindeligt anvendt, blandt andet i situationer, hvor operationen finder sted på dybt vand, hvor havbundsområder

er overfyldte, hvor førerløse operationer er påkrævede eller hvor forankringsmønsteret indskrænker den tilgængelige havbund. Imidlertid løser bundtløsninger som sådan ikke de udfordringer, der er forbundet med brøndoperationer på dybt vand med lave temperaturer og produktion af tung olie med høj viskositet, men kan inkluderes i løsningerne konstrueret til sådanne situationer.

US 2004/0149445 beskriver et system til at assistere strømmingen af produktionsfluid fra en kulbrintebrønd omfattende at tilføre vand til produktionsfluiden fra et brøndhoved og at lede blandingen til et undersøisk system, hvor vandet separeres fra blandingen, og at genanvende vandet til brug med yderligere produktionsfluid.

Med den foreliggende opfindelse er tilvejebragt et undersøisk behandlingssystem i forbindelse med produktionen af olie og/eller gas fra én eller flere brønde, navnlig brønde, som producerer tung olie på dybt vand og med høj viskositet. Systemet er konstrueret til at opretholde foretrukken produktionstemperatur, og er navnlig konstrueret til at opnå de påkrævede temperaturforhold under opstart og nedlukning.

Opfindelsen er kendetegnet ved trækkene som defineret i det medfølgende, uafhængige krav 1.

De afhængige, underordnede krav 2 til 13 definerer fordelagtige træk ved opfindelsen.

Den foreliggende opfindelse vil blive beskrevet videre i det følgende ved brug af eksempler og med henvisning til figurerne, hvor:

fig. 1 viser en principskitse eller -plan over et behandlingssystem ifølge opfindelsen, og

fig. 2 viser en principskitse eller -plan over et alternativt behandlingssystem ifølge opfindelsen.

Fig. 1 viser, som nævnt ovenfor, en principskitse eller -plan over behandlingssystemet ifølge opfindelsen. Systemet kan omfatte én eller flere produktionsbrønde 1 til produktion af olie og/eller gas, én eller flere injektionsbrønde 2 til injektion af produceret vand, en strømningstyringsindretning 11, en separator 3, en produktionspumpe 4, en vandinjektions- og -cirkulationspumpe 5 og en opvarmningsindretning 6. Opvarmningsindretningen kan fortrinsvis være i form af et elektrisk op-

varmningssystem, men afhængigt af miljøsituationen, f.eks. den omgivende temperatur, kan tilstrækkelig varme tilvejebringes gennem arbejdet (varmeenergien), som genereres af cirkulationspumpen 5.

Hovedtrækket ved opfindelsen er tilvejebringelsen af en vand-
5 cirkulations- og -injektionsrørledningssløjfe 7, der indbyrdes forbinder separatoren 3, injektions- og -cirkulationspumpen 5, opvarmningsindretningen 6, strømningsstyringsindretningen 11 og brøndene 1 og 2. Vand tilføres indledningsvis til systemet gennem en vandtilførselsledning 8, og opvarmes af cirkulationspumpen og om nødvendigt af opvarmningsindretningen 6. Det opvarmede vand cirkuleres af cirkulationspumpen 5 til injektionsbrønden 2, videre til strømningsstyringsindretningen 11 og produktionsbrønden 1 og derefter til separatoren 3, før det endelig returneres fra separatoren til cirkulationspumpen 5. Ved opstart af produktionsbrøndene forhindrer det opvarmede vand i rørledningssløjfesystemet voks og/eller hydrater i at aflejres i rørledningssystemet. Før
15 produktionen startes, opvarmer det varme vand gradvist brønden til den påkrævede opstartstemperatur for at undgå at enhver voks eller hydrater, som forefindes i den producerede olie, vil aflejres i brønden eller produktionsrørledningssystemet. Videre vil produceret brøndfluid under
20 opstart blande sig med vandet i sløjfen, og vil efter et stykke tid, efterhånden som produktionen øges, nå betingelserne for stabil tilstand. Således strømmer produceret fluid i form af olie/vand og eventuelt gas gennem produktions- og cirkulationsrørledningen 9 til separatoren 3, hvor hoveddelen af kulbrinterne (olie og eventuelt gas) separeres fra
25 vandet. Den producerede olie og eventuelt gas, der er tilstede i fluidstrømningen, overføres ved hjælp af produktionspumpen 4 fra separatoren 3 til den ønskede destination 15 (en platform, produktionsskib, ilandføringsrørledning, kystterminal etc.) via en produktionsrørledning 12. Alternativt, som vist i fig. 2, kan olien og gassen transporteres individuelt fra separatoren i separate olie- og gasrørledninger 12, henholdsvis
30 13.

Det producerede vand cirkuleres på den anden side fra separatoren 3 af cirkulationspumpen 5 til injektionsbrønden 2 og/eller til strømningsstyringsindretningen 11. Baseret på mængden af produceret

vand fra brøndene, kan videre yderligere injektionsvand tilføres til cirkulationssystemet gennem vandtilførselsledningen 8 for at opretholde tilstrækkeligt med vand til injektion og for at opretholde de ønskede vandspærretilstande for at opnå den bedst mulige separationssituation i separatoren 3. En flerfasedetekteringsindretning 14 er tilvejebragt før separatoren 3 for at måle mængden af vand, der er tilstede i fluidstrømmingen foran separatoren, hvor vand tilføres til systemet gennem tilførselsledningen 8, strømningsstyringsindretningen 11 eller produktions/injektionsborehovedreduktionsventiler, som justeres tilsvarende baseret på disse og andre målinger.

Ved nedlukning, når produktionen af olie og gas stoppes, opretholdes cirkulation af vand for at holde temperaturen på det ønskede niveau for at undgå voks- eller hydrataflejringer. Hvis produktionen stoppes i et længere stykke tid, kan det være passende at stoppe cirkulationen af vand i systemet. I et sådant tilfælde skal al olien i cirkulationssystemet imidlertid evakueres og erstattes med vand og/eller af en blanding af vand og traditionelle inhibitorer. Vand eller en vand/inhibitorblanding skal injiceres ind i produktionsbrønden for at undgå aflejringer af voks og opbygning af hydrater i de øvre dele af produktionsbrønden, som køles ned af de kolde omgivelser.

Som indikeret ovenfor kan enhver separator bruges til at separerer vandet fra kulbrinterne i systemet. Imidlertid kan en rørledningsseparator i nogen situationer repræsentere det foretrukne valg på grund af separationsydeevne og strukturel konstruktion. Således kan systemet som beskrevet ovenfor og omfattende separatoren 3, opvarmningsindretningen 6, pumpene 4, 5 og cirkulations- og produktionsrørledningssystemet 7, 8, 9, ved at bruge en rørledningsseparator nemt passe inden i et rørledningsbundtarrangement, som kunne gøre systemet ifølge opfindelsen ganske kompakt og anvendeligt til dybvandsinstallationer.

Den vertikale søjle 10 på højre hånds side af fig. 1 og 2 indikerer et bundrørsbundt, som er forbundet til en produktionsplatform eller skib etc. 15, og kan omfatte alle fordrede bundrør og tilførselsledninger såsom produktionsledninger 10, 13, vandtilførselsledningen, gasløfteledninger og elektriske kabler etc.

Den foreliggende opfindelse som defineret i kravene er ikke begrænset til de ovennævnte eksempler og de vedhæftede figurer. Således fordrer systemet ikke brugen af injektionsbrønd(e) til at håndtere produceret vand. I stedet vil det producerede vand kunne håndteres af en
5 bortskaffelsesløsning, for eksempel en bortskaffelsesbrønd.

Injektions- og produktionsbrøndene kan være placeret som individuelle brønde, brønde i skabelon (template wells) eller rørbundtintegrerede brønde (bundle integral wells).

Videre kan separatoren og pumpestationen udgøre en separat
10 modulær installation, eller er integreret i rørledningssløjfen.

Endvidere kan vandforsyningen til systemet være tilført ved hjælp af en separat, vandproducerende brønd.

P A T E N T K R A V

1. Undersøisk behandlingssystem til produktion af olie og/eller gas fra én eller flere produktionsbrønde (1), hvor systemet, ud over produktionsbrønden(e) (1), omfatter én eller flere injektions- eller bortskaffelsesbrønde (2) til injektion af produceret vand eller produceret vandaflejring(er), en separator (3) med et indløb og udløb for vand, olie og/eller gas, en vandinjektions- og -cirkulationspumpe (5) og en strømningsstyringsindretning 11, og k e n d e t e g n e t ved, at en vandcirkulations- og -injektionsrørledningsssløjfe (7, 9) er tilvejebragt til indbyrdes at forbinde separatoren (3), injektions- og cirkulationspumpen (5) og strømningsstyringsindretningen (11), hvor systemet er konfigureret således, at temperaturen af mediet i sløjfen før opstart og under produktion af enhver af brøndene kan styres ved at tilføre varmeenergi, således at den resulterende viskositet af strømmingen, som løber ind i separatoren, styres efter opstart af brønde, og at vand kan tilføres til den producerede fluid fra produktionsbrøndene (1), hvorved vandproduktionsforholdene i fluidstrømmingen, der løber ind i separatoren, styres.

2. System ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at rørledningsssløjfen er tilvejebragt i en bundtindretning.

3. System ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at rørledningsssløjfen udgøres af individuelle, fleksible eller rigide strømningssledninger.

4. System ifølge ethvert af kravene 1 til 3, k e n d e t e g n e t ved, at injektions- og produktionsbrøndene (1, 2) er indrettet som individuelle brønde, brønde i skabelon (template wells) eller rørbundtintegrerede brønde (bundle integral wells).

5. System ifølge ethvert af kravene 1 til 4, k e n d e t e g n e t ved, at separatoren (3) og pumpen (5) udgør en separat, modulær installation eller er integreret i rørledningsssløjfen.

6. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at produktionspumpen (4) er tilvejebragt ved udløbsenden af separatoren for at overføre den producerede olie og gas til den ønskede destination gennem en produktionsrørledning (10).

7. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at produktionspumpen (4) er tilvejebragt ved udløbsenden af separatoren for at overføre den producerede olie og gas til den ønskede destination gennem en produktionsrørledning (10).

n e t ved, at der er tilvejebragt en separat gasproduktionsledning (13) til evakuering af den producerede gas.

8. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g -
n e t ved, at der er tilvejebragt en vandforsyning til systemet ved hjælp
5 af en separat, vandproducerende brønd.

9. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g -
n e t ved, at strømningsstyringsindretningen (11) kan udgøre mere end
én indretning og/eller separate, genvindelige moduler.

10. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e -
10 t e g n e t ved, at rørledningssløjfen (7, 9) indbyrdes forbinder separa-
toren (3), injektions- og cirkulationspumpen (5), strømningsstyringsind-
retningen (11), de én eller flere produktionsbrønde (1) og de én eller fle-
re injektions- eller bortskaffelsesbrønde (2).

11. System ifølge ethvert af de foregående krav 1-9, k e n d e -
15 t e g n e t ved, desuden at omfatte en opvarmningsindretning (6), hvor
rørledningssløjfen (7, 9) indbyrdes forbinder separatorens (3), injektions-
og cirkulationspumpen (5), opvarmningsindretningen (6) og strømnings-
styringsindretningen (11).

12. System ifølge ethvert af de foregående krav 1-9, k e n d e -
20 t e g n e t ved, desuden at omfatte en opvarmningsindretning (6), hvor
rørledningssløjfen (7, 9) indbyrdes forbinder separatorens (3), injektions-
og cirkulationspumpen (5), opvarmningsindretningen (6), strømnings-
styringsindretningen (11), de én eller flere produktionsbrønde (1) og de
én eller flere injektions- eller bortskaffelsesbrønde (2).

25 13. System ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e -
t e g n e t ved, at de én eller flere produktionsbrønde (1) er brønde,
som producerer tung olie med høj viskositet på dybt vand.

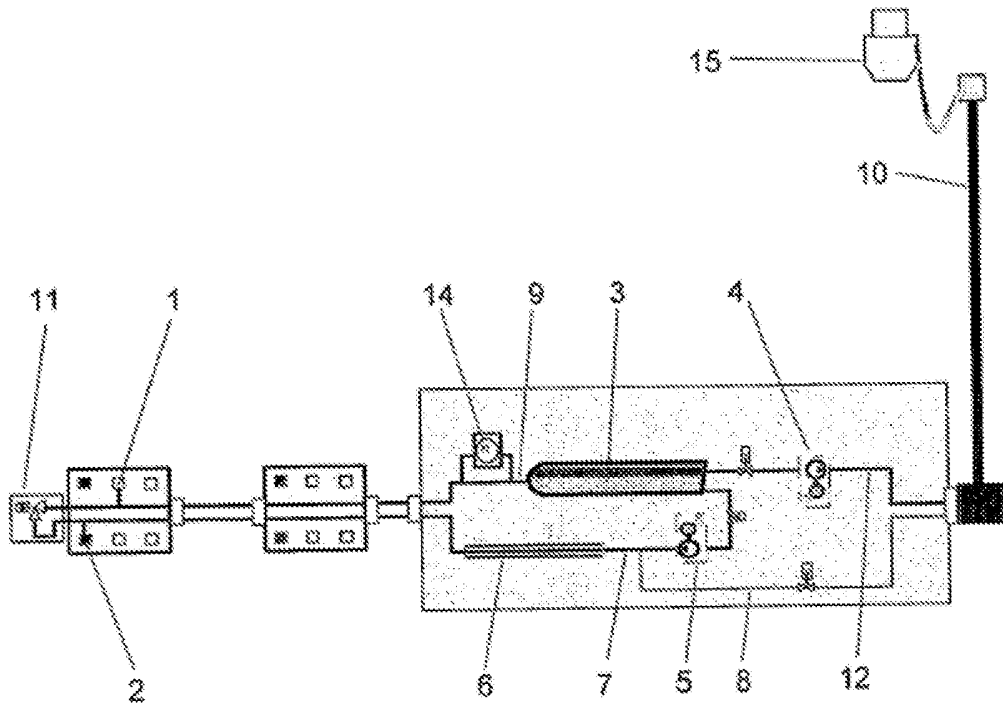


Fig. 1

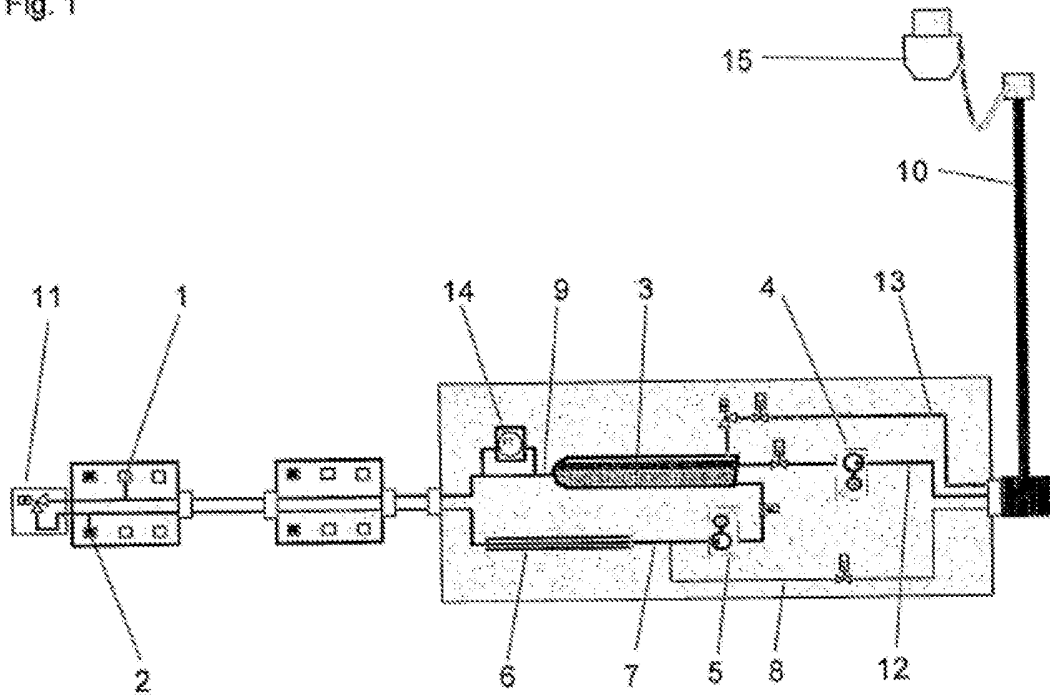


Fig. 2

NYHEDSUNDERSØGELSESRAPPORT - PATENT		Ansøgningsnummer PA 2009 00355
1. <input type="checkbox"/> Ikke-søgbare krav (se boks nr. I).		
2. <input type="checkbox"/> Opfinderisk enhed mangler før nyhedsundersøgelsen (se boks nr. II).		
A. KLASSIFIKATION E 21 B 43/01 (2006.01); E 21 B 36/00 (2006.01) Ifølge International Patent Classification (IPC)		
B. UNDERSØGELSESMOMRÅDE PCT-minimumsdokumentation undersøgt (klassifikationssystem efterfulgt af klassifikationssymboler) IPC, CPC: E21B		
Undersøgt dokumentation ud over PCT-minimum DK, NO, SE, FI: IPC-klasser som anført ovenfor.		
Anvendte elektroniske databaser (navnet på database og evt. søgetermer) EPODOC, WPI		
C. RELEVANTE DOKUMENTER		
Kategori*	Citerede dokumenter evt. med angivelse af relevante afsnit	Relevant for krav nr.
A	US 2004/0149445 A1 (APPLEFORD, D. E. et al.) 2004.08.05	1 – 10
A	WO 02/18746 A1 (ABB RESEARCH LTD.) 2002.03.07	1 – 10
A	US 6772840 B2 (HEADWORTH, C.S.) 2004.08.10	1 – 10
A	US 4679598 A (JOE, T.P.) 1987.07.14	1 – 10
A	WO 03/086976 A2 (ABB OFFSHORE SYSTEMS, INC:) 2003.10.23	1 – 10
<input type="checkbox"/> Yderligere dokumenter er listet i fortsættelse af Box C.		
*	Kategori af citerede dokumenter:	
"A"	Dokument, der repræsenterer den kendte teknik (teknikkens stade) uden at foregribe nyhed eller væsentlig adskillelse.	"P" Dokument, der er publiceret i perioden mellem prioritets- og indleveringsdatoen.
"D"	Dokument citeret i ansøgningen.	"T" Dokument, som ikke er i konflikt med ansøgningen, men som er citeret for at forstå det grundlæggende princip eller teorien bag opfindelsen.
"E"	Dokument, der har indleverings- eller prioritetsdato, der ligger før indleveringsdatoen for den behandlede ansøgning, men som er offentliggjort senere end indleveringsdatoen.	"X" Særlig relevant dokument; opfindelsen har ikke nyhed eller adskiller sig ikke væsentligt fra kendt teknik, når dokumentet vurderes alene.
"L"	Dokument, som kan kaste tvivl over et påstået prioritetskrav, eller som citeres for at fastlægge offentliggørelsesdatoen for et andet dokument, eller citeret af andre årsager (som specificeret).	"Y" Særlig relevant dokument; opfindelsen adskiller sig ikke væsentligt fra kendt teknik, når dokumentet kombineres med ét eller flere dokumenter af samme art, og kombinationen af disse er nærliggende for fagmanden.
"O"	Dokument, der omhandler ikke-skriftlig offentliggørelse, fx foredrag, udstillinger eller film.	"&" Dokument i samme patentfamilie.
Patent- og Varemærkestyrelsen Helgeshøj Allé 81 2630 Taastrup		Dato for færdiggørelsen af nyhedsundersøgelsen 30. oktober 2015
Telefon nr. +45 4350 8000 Fax nr. +45 4350 8001		Nyhedsundersøgelsen er udført af Jens Bjørn Telefon nr. +45 4350 8168

NYHEDSUNDERSØGELSESRAPPORT - PATENT		Ansøgningsnummer PA 2009 00355
C (Fortsættelse). RELEVANTE DOKUMENTER		
Kategori*	Citerede dokumenter med angivelse af relevante afsnit	Relevant for krav nr.

Boks nr. I Ikke-søgbare krav

Nyhedsundersøgelsen er ikke udført for følgende krav:

1. Krav nr.:
fordi indholdet af det/de krav ikke anses for at angå en opfindelse:

2. Krav nr.:
fordi en meningsfyldt undersøgelse ikke kan foretages, nemlig:

3. Krav nr.:
af andre grunde:

Boks nr. II Opfinderisk enhed mangler før nyhedsundersøgelsen

Der er konstateret flere opfindelser i ansøgningen:

SUPPLERENDE BOKS

Fortsættelse af boks nr. [.]