



(12) PATENT

(19) NO

(11) 341444

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.
E21B 43/12 (2006.01)

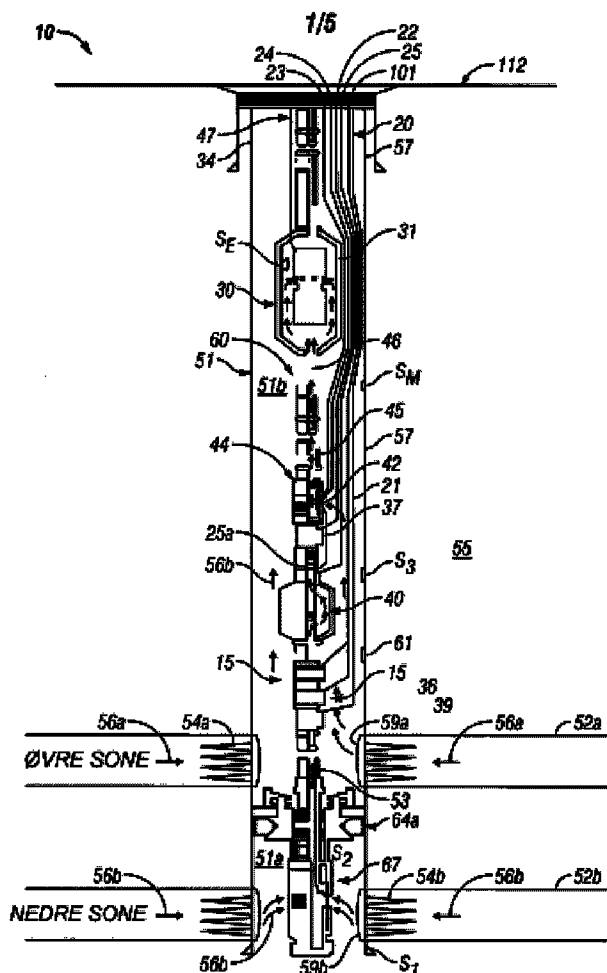
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20093166	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2008.04.18 PCT/US2008/60797
(22)	Inng.dag	2009.10.19	(85)	Videreføringsdag	2009.10.19
(24)	Løpedag	2008.04.18	(30)	Prioritet	2007.04.19, US, 11/737,313
(41)	Alm.tilgj	2010.01.18			
(45)	Meddelt	2017.11.13			

(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P.O. Box 4740, US-TX77019-2118 HOUSTON, USA
(72)	Oppfinner	Guy P Vachon, 1517 Haddon, US-TX77006 HOUSTON, USA Brian L Thigpen, 922 Arlington Street, US-TX77008 HOUSTON, USA Garabed Yeriazarian, 22311 Wildwood Grove Drive, US-TX77450 KATY, USA Jaedong Lee, 22918 Roberts Run Lane, US-TX77494 KATY, USA Chee M Chok, 4123 Swarthmore, US-TX77005 HOUSTON, USA Clark Sann, 6202 Conlan Bay Drive, US-TX77041 HOUSTON, USA Xin Liu, 23311 Angel Gate Court, US-TX77494 KATY, USA Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge
(74)	Fullmektig	

(54)	Benevnelse	System og fremgangsmåte for å overvåke fysisk tilstand til produksjonsbrønnsutstyr og å styre brønnens produksjon
(56)	Anførte publikasjoner	US 2005/0173114 A1 US 4926942 A
(57)	Sammendrag	

Et system og en fremgangsmåte for å produsere fluid fra en komplettert brønn er tilveiebrakt hvor fremgangsmåten i ett aspekt omfatter å bestemme en første innstilling av minst en første innretning som brukes ved produksjon av fluidet fra brønnen, å velge en første mengde inngangsparametre som omfatter minst en parameter vedrørende helsen til minst en andre innretning og flere parametre valgt fra en gruppe som består av informasjon vedrørende strømningsrate, trykk, temperatur, tilstedeværelse av et valgt kjemikalium, vanninnhold, sandinnhold og kjemisk injeksjonsrate, og å bruke den valgte mengden av parametre som inndata til en datamaskinmodell til å bestemme en andre innstilling for den minst ene første innretningen som vil frembringe minst en av forlenget levetid for den minst ene andre innretningen og forbedret strømningsrate for fluidet fra den komplette brønnen.



BAKGRUNN

1. Teknisk felt

[00001] Denne oppfinnelsen vedrører generelt overvåking av produksjonsbrønnutstyr for forbedret produksjon av hydrokarboner.

5

Bakgrunnsteknikk

[00002] Brønnhull bores i underjordiske formasjoner for produksjon av hydrokarboner (olje og gass). Det lages ulike brønntyper, inkludert vertikale brønner, hellende brønner, horisontale brønner og flerlagsbrønner. Noen slike brønner
10 trenger gjennom flere produksjonssoner og kan strekke seg over vesentlige avstander i de underjordiske formasjonene. Brønner blir typisk komplettert ved å sementere sammenføyde metalliske rør (kalt fôringen) i brønnen, der sementen danner en binding mellom formasjonen og fôringen som fôrer brønnen. Komplekse brønner kan omfatte flere fjernstyrte innretninger som strupeventiler, ventil, innretninger for kunstig løft, som en elektrisk nedsenkbar pumpe (ESP – electrical submersible pump), et utvalg sensorer som trykksensor, temperatur- og strømnings-
15 sensorer, hydrauliske ledninger som injiserer kjemikalier på ulike dybder i brønnen eller påvirker innretninger brønnhullet og elektriske innretninger, kretser og prosessorer som behandler data og signaler nede i brønnhullet og etablerer kommunikasjon med overflaten og annet utstyr i brønnhullet.

20

[00003] Forholdene i brønnhullet, så som høy trykkforskjell mellom formasjonen og brønnen, høy strømningsfart av formasjonsfluid og formasjons-bergets tilstand, som høy permeabilitet, kan gi for høy produksjon av sand, forårsake skalldannelse, korrosjon, hydrat, parafin og asfalten, som hver for seg kan slite på utstyr i brønnhullet, blokkere strømningsveier i brønnhullsutstyret og røret som
25 frakter fluidene til overflaten, redusere ytelsen til den elektriske pumpen osv. Sprekker i sementbindingen kan gjøre det mulig for uønsket fluid fra omkringliggende formasjoner å trenge inn i brønnen. For effektiv frembringelse av fluider fra formasjonen til overflaten er det ønskelig å overvåke tilstanden i brønnhullet og den fysiske tilstanden eller helsen til ulikt utstyr og iverksette tiltak som kan tilveiebringe forbedret eller optimal produksjon av hydrokarboner fra brønnen.

30

US 2005/173114 A1 vedrører et system og en fremgangsmåte for optimalisering av produksjonen fra en brønn. Et flertall sensorer er posisjonert for

å påvise en rekke produksjonsrelaterte parametere. Disse parametrene blir brukt på en borehullsmodell og validert. Avvik mellom beregnede parametre i borehullsmodellen og resultater basert på målte parametere indikerer potensielle problemområder som påvirker produksjonen negativt.

5 US 4,926,942 A vedrører en fremgangsmåte for å minimere produksjonen av sand i brønnapplikasjoner med nedsenkbar pumpe, hvor styring av fluidproduksjonshastigheter benyttes for å opprettholde en lav grad av forandring av formasjonstrykk.

OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

10 [00004] Det tilveiebringes en fremgangsmåte for å produsere fluid fra en komplettert brønn, som i ett aspekt omfatter: å bestemme en første innstilling av minst én første innretning i brønnhullet som brukes ved produksjon av fluidet fra brønnen ved en første strømningsrate, å bruke en styreenhet som omfatter en prosessor til å velge et sett parametre som omfatter minst én parameter som
15 vedrører den fysiske tilstand til minst én nedsenkbar pumpe (ESP) og flere parametre valgt fra en gruppe omfattende strømningsrate, trykk, temperatur, tilstedeværelse av et valgt kjemikalium, vanninnhold, sandinnhold og kjemisk injeksjonsrate, og ved å bruke den valgte settet av parametre som inndata til en datamaskinmodell å bestemme en andre innstilling for den minst ene innretningen
20 i brønnhullet som vil frembringe forlenget levetid for den elektriske nedsenkbare pumpen og forbedret strømningsrate for fluidet fra den kompletterte brønnen i forhold til den første strømningsraten, og å bruke prosessoren til automatisk å sette den minst ene innretningen i brønnhullet til den andre innstillingen.

[00005] Det beskrives også en fremgangsmåte som styrer driften av en
25 elektrisk nedsenkbar pumpe i en brønn som produserer fluider, hvor fremgangsmåten kan omfatte: å bestemme et driftsområde for den elektriske nedsenkbare pumpen som omfatter en maksimal eller optimal strømningsrate for den elektriske nedsenkbare pumpen som tilsvarer frekvensen og trykket over den elektriske nedsenkbare pumpen, å måle en operasjonell parameter for den
30 elektriske nedsenkbare pumpen ved å bruke en sensor i brønnen, og å endre en virkemåte for den elektriske nedsenkbare pumpen og/eller en annen innretning i brønnhullet for å drive den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor de operasjonelle grensene eller nær den maksimale strømningsraten.

[00006] I et annet aspekt er det tilveiebrakt et datamaskinsystem som implementerer fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av de foregående kravene for å styre drift av den elektrisk nedsenkbare pumpen (ESP) plassert i en brønn for å produsere et fluid fra brønnen, omfattende: en database som lagrer informasjon tilsvarende én av: et driftsområde for den elektriske nedsenkbare pumpen som er basert på en sammenheng mellom fluidstrømsrate, frekvens og trykk over den elektriske nedsenkbare pumpen, og en maksimal strømningsrate for den elektriske nedsenkbare pumpen som tilsvarer frekvensen og trykket, og hvori prosessoren innrettet for å benytte minst én målt driftsparameter for den elektriske nedsenkbare pumpen og informasjonen lagret i databasen og bestemmer en innstilling for minst den elektriske nedsenkbare pumpen og en annen innretning i brønnhullet som vil få den elektriske nedsenkbare pumpen til å virke ifølge ett av: innenfor driftsområdet og nær den maksimale strømningsraten; og hvori prosessoren sender kommandosignaler for å få den elektriske nedsenkbare pumpen og den andre innretningen i brønnhullet til å operere ifølge den bestemte innstillingen.

[00007] I et annet aspekt tilveiebringes et datamaskinlesbart medium hvorpå det er lagret et dataprogram som er tilgjengelig for en prosessor for å eksekvere instruksjoner i datamaskinprogrammet, og hvor datamaskinprogrammet kan omfatte: instruksjoner for å utføre fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 1-9, hvori datamaskinprogrammet videre omfatter: instruksjoner for å sende signaler for å drive brønnen tilsvarende den andre innstillingen av den minst ene første innretningen i brønnhullet, og instruksjoner for å estimere brønnens ytelse basert på den andre innstillingen.

[00008] Eksempler på de viktigere trekkene ved et system og en fremgangsmåte for å overvåke en fysisk tilstand til et produksjonsbrønnutstyr og å styre brønnens produksjon har blitt oppsummert nokså bredt slik at den følgende detaljerte beskrivelsen kan forstås bedre, og slik at bidragene til teknikkens stand kan forstås. Det er selvsagt flere trekk som vil bli beskrevet i det følgende og som vil danne innholdet i patentkravene.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

[00009] For en detaljert forståelse av systemene og fremgangsmåtene for å overvåke og styre produksjonsbrønner beskrevet og krevet her, vises det til de vedføyde tegningene og den følgende detaljerte beskrivelsen av tegningene hvor

5 like elementer er gitt hovedsakelig like henvisningstall, og hvor:

Figurene 1A og 1B sammen viser et skjematisk diagram av et produksjonsbrønnsystem for å produsere fluid fra flere produksjonssoner ifølge en mulig utførelsesform,

Figur 2 er et eksempel på et funksjonsdiagram av et styringssystem som

10 kan benyttes i et brønnsystem, inkludert systemet vist i figurene 1A og 1B, for å ta ulike målinger vedrørende brønnen, bestemme ønskede tiltak som kan iverksettes for å forbedre produksjonen fra brønnen, å automatisk iverksette en eller flere slike handlinger, predikere eller forutsi effekten av slike tiltak og å overvåke brønnens ytelse etter at slike tiltak er iverksatt, og

Figur 3 viser et eksempel på en todimensjonal operasjonell grense for en

15 elektrisk nedsenkbar pumpe som kan benyttes til å utføre en eller flere av fremgangsmåtene som beskrives her.

DETALJERT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

[00010] Figurene 1A og 1B viser samlet et skjematisk diagram av et produksjonsbrønnsystem 10 ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen. Figur 1A viser en produksjonsbrønn 50 som er konfigurert ved bruk av eksempel på utstyr, innretnin-

20 ger og sensorer som kan benyttes til å implementere konseptene og fremgangsmåtene som beskrives her. Figur 1B viser eksempler på overflateutstyr, innretnin-

25 ger, sensorer, styringer, datamaskinprogrammer, modeller og algoritmer som kan benyttes til å overvåke og vedlikeholde helsen til utstyr i brønnen og til å iverksette tiltak som kan tilveiebringe forbedret produksjon fra brønnen over brønnens 50 levetid. I ett aspekt er systemet 10 konfigurert til periodisk eller kontinuerlig å be-

30 nytte målinger fra ulike sensorer og andre data til å bestemme tilstanden til det ulike utstyret i systemet 10, inkludert, men ikke begrenset til, tilstanden til strupe-

ventiler, ventiler, ESP, sandsikter, fôring, sementbinding og rør. I et annet aspekt kan systemet 10 estimere eller predikere endringene i strømningsrate som skyldes en eller flere endringer i helsen til en eller flere innretninger. I et annet aspekt kan

systemet 10 bestemme tiltakene som kan iverksettes for å redusere, forhindre eller minimere videre forringelse av utstyret.

[00011] I et annet aspekt kan systemet 10 konfigureres til å bestemme de ønskede tiltakene som kan iverksettes for å forbedre, optimere eller maksimere produksjonen fra brønnen 50 basert på tilstanden til utstyret i brønnhullet og på overflaten som tilfredsstiller valgte kriterier. I ett aspekt kan systemet bruke en nodal analyse, nevrale nettverk eller andre algoritmer til å bestemme de ønskede tiltakene som vil forbedre produksjonen eller frembringe en høyere nåverdi for brønnen. I et annet aspekt kan systemet 10 konfigureres til å sende ønskede meldinger og alarmer til en operatør og/eller til andre lokasjoner vedrørende brønnens tilstand og tilpasningene som bør gjøres eller tiltak som bør iverksettes vedrørende de ulike operasjonene av brønnen 50 for å gjøre en eller flere av de følgende: drive den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor valgte begrensninger, justere en eller flere parametre for å forbedre, optimere eller maksimere produksjonen av hydrokarboner fra brønnen basert på vekselvirkningen mellom ulike parametre i brønnhullet, begrense eller eliminere negative effekter av en skadelig tilstand som potensielt kan oppstå eller faktisk oppstår, så som oppbygging av et kjemikalium som skall, korrosjon, hydrat og asfalten, forutsi svikt av et bestemt utstyr, så som fôring, sementbinding, ventil eller strupeventil, og terminere produksjon fra en eller flere berørte soner før feilen oppstår i det bestemte utstyret osv. I et annet aspekt kan systemet beregne nåverdi basert på nåværende drift av brønnen og produksjonen etter at ett eller flere tiltak er iverksatt som beskrevet her.

[00012] I et annet aspekt kan systemet 10 være konfigurert til å overvåke eventuelle tiltak som iverksettes av operatøren som følge av meldingene som sendes av systemet, oppdatere tiltak som skal iverksettes etter justeringer foretatt av operatøren, utføre utvalgte justeringer når operatøren unnlater å iverksette visse tiltak, å automatisk styre og overvåke en hvilken som helst eller flere av innretningene eller utstyret i systemet 10, og å tilveiebringe statusrapporter til operatøren og andre lokasjoner, inkludert en eller flere fjerntliggende lokasjoner. I et annet aspekt kan systemet 10 være konfigurert til å etablere en toveis kommunikasjon med en eller flere fjerntliggende lokasjoner og/eller styringer via en eller flere egnede datakommunikasjonsforbindelser, inkludert internett, kablede eller trådløse

forbindelser og å bruke en eller flere egnede protokoller, inkludert internett-protokollene.

[00013] Fig 1A viser en brønn 50 laget i en formasjon 55 som produserer formasjonsfluider 56a og 56b fra to eksempler på produksjonssoner, henholdsvis 52a (øvre produksjonssone) og 52b (nedre produksjonssone). Brønnen 50 er vist 5 føret med en fôring 57 som har perforeringer 54a ved den øvre produksjonssonen 52a og perforeringer 54b ved den nedre produksjonssonen 52b. En plugg (packer) 64, som kan være en fjernbar plugg, plassert over eller opphulls fra de nedre produksjonssoneperforeringene 54b isolerer den nedre produksjonssonen 52b fra 10 den øvre produksjonssonen 52a. En sikt 59b nær perforeringene 54b i brønnen 50 kan være installert for å forhindre eller begrense inntrenging av fast stoff, som sand, i brønnhullet fra den nedre produksjonssonen 52b. Tilsvarende kan en sikt 59a brukes ved de øvre produksjonssoneperforeringene 54a for å forhindre eller begrense inntrenging av fast stoff i brønnen 50 fra den øvre produksjonssonen 15 52a.

[00014] Formasjonsfluidet 56b fra den nedre produksjonssonen 52b kommer inn i ringrommet 51a i brønnen 50 gjennom perforeringene 54b og inn i et rør 53 via en strømstyringsventil 67. Strømstyringsventilen 67 kan være en fjernstyrt sleideventil eller en hvilken som helst annen egnet ventil eller hylseventil som kan regu- 20 lere strømmen av fluid fra ringrommet 51a inn til produksjonsrøret 53. En justerbar strupeventil 40 i røret 53 kan brukes til å regulere fluidstrømmen fra den nedre produksjonssonen 52b til overflaten 112. Formasjonsfluidet 56a fra den øvre produksjonssonen 52a kommer inn i ringrommet 51b (ringromsdelen over pluggen 64a) gjennom perforeringer 54a. Formasjonsfluidet 56 kommer inn i produksjons- 25 røret eller ledningen 45 via innløp 42. En justerbar ventil eller strupeventil 44 forbundet med ledningen 45 regulerer fluidstrømmen inn til ledningen 45, og kan brukes til å justere strømmen av fluid til overflaten 112. Hver ventil, strupeventil og annen slik innretning i brønnen kan opereres elektrisk, hydraulisk, mekanisk og/eller pneumatisk fra overflaten. Fluidet fra den øvre produksjonssonen 52a og 30 den nedre produksjonssonen 52b går inn i ledningen 46.

[00015] I tilfeller hvor formasjonstrykket ikke er tilstrekkelig til å skyve fluidet 56a og/eller fluidet 56b til overflaten, kan en kunstig løftemekanisme, som en elektrisk nedsenkbar pumpe (ESP) eller et gassløftesystem benyttes til å løfte

fluidene fra brønnen til overflaten 112. I systemet 10 er en elektrisk nedsenkbar pumpe 30 i en manifold 31 vist som den kunstige løftemekanismen som mottar formasjonsfluidene 56a og 56b og pumper disse fluidene via røret 47 til overflaten 112. En kabel 34 forsyner den elektriske nedsenkbare pumpen 30 med kraft fra en kraftkilde 132 (Fig 1B) som styres av en styreenhet 130 for den elektriske nedsenkbare pumpen. Kabelen 134 kan også omfatte toveis datakommunikasjonsforbindelser 134a og 134b, som kan omfatte en eller flere elektriske ledere eller fiber-optiske forbindelser for å tilveiebringe en toveis signal- og dataforbindelse mellom ESP 30, ESP-sensorer S_E og styreenheten 130 for ESP. ESP-styreenheten 130 kan være et datamaskinbasert system som kan omfatte en prosessor, som en mikroprosessor, minne og programmer som kan benyttes til å analysere og styre driften av den elektriske nedsenkbare pumpen 30. I ett aspekt mottar styreenheten 130 signaler fra sensorer S_E (Fig 1A) vedrørende faktisk pumpefrekvens, strømningsrate gjennom pumpen, fluidtrykk og temperatur assosiert med ESP 30, og den kan motta målinger eller informasjon vedrørende visse kjemiske egenskaper så som korrosjon, skalldannelse, asfaltener osv., og respondere på dem eller andre verdier for å styre driften av den elektriske nedsenkbare pumpen 30. I ett aspekt kan ESP-styreenheten 130 være konfigurert til å endre pumpehastigheten til den elektriske nedsenkbare pumpen ved å sende styresignaler 134a som respons på data mottatt via forbindelsen 134b eller instruksjoner mottatt fra en annen styreenhet. ESP-styreenheten 130 kan også stenge av kraftforsyningen til ESP gjennom kraftledningen 134. I et annet aspekt kan ESP-styreenheten 130 tilveiebringe data og informasjon vedrørende den elektriske nedsenkbare pumpen (frekvens, temperatur, trykk, kjemisk sensorinformasjon osv.) til den sentrale styreenheten 150, som i sin tur kan tilveiebringe styre- eller kommandosignaler til ESP-styreenheten 130 for å utføre valgte operasjoner med den elektriske nedsenkbare pumpen 30.

[00016] Et utvalg hydrauliske, elektriske og datakommunikasjonsledninger (samlet henvist til med tall 20 i Fig 1A) er ført inn i brønnen 50 for å operere de ulike innretningene i brønnen 50 og til å innhente målinger og andre data fra de ulike sensorene i brønnen 50. Som et eksempel, kan et rør 21 tilføre eller injisere et bestemt kjemikalium fra overflaten inn i fluidet 56b gjennom en stamme 36. Tilsvarende kan et rør 22 tilføre eller injisere et bestemt kjemikalium fra overflaten

inn i fluidet 56a i produksjonsrøret gjennom en stamme 37. Ledninger 23 og 24 kan operere strupeventilene 40 og 42 og kan brukes til å operere enhver annen innretning, så som ventilen 67. Ledning 25 kan tilføre elektrisk kraft til visse innretninger i brønnhullet fra en egnet kraftkilde på overflaten. Toveis datakommunikasjonsforbindelser mellom sensorer og/eller deres tilhørende elektroniske kretser (generelt vist til med tall 25a og plassert på ett eller flere egnede steder i brønnhullet) kan etableres ved enhver ønsket fremgangsmåte, inkludert, men ikke begrenset til, via kabler, optiske fibre, akustisk telemetri ved bruk av en fluidledning, elektromagnetisk telemetri osv.

[00017] I ett aspekt er et utvalg av andre sensorer plassert på egnede steder i brønnen 50 for å tilveiebringe målinger eller informasjon vedrørende et antall brønnhullsparametre av interesse. I ett aspekt kan en eller flere måler- eller sensorbærere, som bæreren 15, plasseres i produksjonsrøret for å huse et vilkårlig antall egnede sensorer. Bæreren 15 kan omfatte en eller flere temperaturmålere, trykkmålere, strømningsmålere, resistivitetsmålere, sensorer som gir informasjon om tetthet, viskositet, vanninnhold eller vannandel og kjemiske sensorer som gir informasjon om skalldannelse, korrosjon, asfaltener, hydrater osv. Tetthetssensorer kan være fluidtetthetsmålinger for fluid fra hver produksjonssone og tettheten av det kombinerte fluidet fra to eller flere produksjonssoner. Resistivitetsmåleren eller en annen egnet sensor kan tilveiebringe målinger vedrørende vanninnholdet eller vannandelen i fluidblandingen mottatt fra hver produksjonssone. Andre sensorer kan brukes til å estimere olje/vann-forholdet og gass/olje-forholdet for hver produksjonssone og for det kombinerte fluidet. Temperatur-, trykk- og strømningsmålerne tilveiebringer målinger av trykk, temperatur og strømningsrate av fluidet i ledningen 53. Ytterligere målerbærere kan brukes til å innhente trykk-, temperatur- og strømningsmålinger, vanninnhold vedrørende formasjonsfluidet som kommer fra den øvre produksjonssonen 52a. Ytterligere sensorer i brønnhullet kan brukes på andre ønskede steder til å tilveiebringe målinger vedrørende kjemiske egenskaper ved brønnhullsfluidet, så som parafiner, hydrater, sulfider, skall, asfalten, emulsjoner osv. I tillegg kan sensorer S_1 - S_m være permanent installert i brønnhullet 50 for å tilveiebringe akustiske eller seismiske eller mikroseismiske målinger, målinger av formasjonstrykk og -temperatur, resistivitetsmålinger og målinger vedrørende egenskapene til fôringen 51 og formasjonen 55. Slike sensorer kan

være installert i fôringen 51 eller mellom fôringen 51 og formasjonen 55. I tillegg kan sikten 59a og/eller sikten 59b være belagt med sporstoffer som frigjøres når vann er tilstede, hvilke sporstoffer kan detekteres ved overflaten eller i brønnhullet for å bestemme eller forutsi vanngjennomtrenging. Det kan også tilveiebringes sensorer ved overflaten, så som en sensor for å måle vanninnholdet i det mottatte fluidet, samlet strømnings-rate for det mottatte fluidet, trykk ved brønnhodet, temperatur osv. Andre innretninger kan brukes til å estimere produksjonen av sand for hver sone.

[00018] Generelt kan det plasseres egnede sensorer på egnede steder i brønnen 50 for å innhente målinger av enhver ønsket parameter av interesse. Slike sensorer kan omfatte, men er ikke begrenset til, sensorer for å måle trykk tilsvarende hver produksjonssone, trykk langs en valgt lengde av brønnhullet, trykk inne i et rør som fører formasjonsfluidet, trykk i ringrommet, sensorer for å måle temperaturer på utvalgte steder langs brønnhullet, sensorer for å måle fluidstrøm-rater tilsvarende hver av produksjonssonene, samlet strømningsrate, strømning gjennom den elektriske nedsenkbare pumpen, sensorer for å måle temperatur og trykk i den elektriske nedsenkbare pumpen, kjemiske sensorer for å tilveiebringe signaler som tilsvarer oppbygging av kjemikalier som hydrater, korrosjon, skall og asfalten, akustiske eller seismiske sensorer som måler signaler generert ved overflaten eller i andre brønner og signaler som skyldes fluidtransport fra injeksjonsbrønner eller som skyldes frakturering, optiske sensorer for å måle kjemiske sammensetninger og andre parametre, sensorer for å måle ulike egenskaper for formasjonen som omgir brønnen, så som resistivitet, porøsitet, permeabilitet, fluidtetthet osv. Sensorene kan installeres i rørene i brønnen, eller i en hvilken som helst innretning, eller de kan være permanent installert i brønnen, for eksempel i fôringen, i brønnhullsveggen eller mellom fôringen og veggen. Sensorene kan være av enhver egnet type, inkludert elektriske sensorer, mekaniske sensorer, piezoelektriske sensorer, fiberoptiske sensorer, optiske sensorer osv. Signalene fra sensorene i brønnhullet kan behandles helt eller delvis nede i brønnhullet (så som av en mikroprosessor og tilhørende elektroniske kretser som står i signal- og dataforbindelse med sensorene og innretningene nede i brønnhullet) og deretter formidles til styreenheten 150 på overflaten via en signal/dataforbindelse, så som

forbindelsen 101. Signalene fra sensorene i brønnhullet kan også sendes direkte til styreenheten 150.

[00019] Det vises igjen til figur 1B, hvor systemet 10 ytterligere vises å omfatte en kjemisk injeksjonsenhet 120 ved overflaten for å tilføre additiver 113a inn i brønnen 50 og additiver 113b til fluidbehandlingsenheten 170 på overflaten. De ønskede additivene 113a fra en kilde 116a (så som en lagertank) derav kan injiseres inn i brønnhullet 50 via injeksjonsledninger 21 og 22 av en egnet pumpe 118, så som en positiv forskyvningspumpe. Additivene 113a strømmer gjennom ledningene 21 og 22 og slippes ut i manifoldene 30 og 37. De samme eller forskjellige injeksjonsledninger kan brukes til å føre additiver til forskjellige produksjonssoner. Separate injeksjonsledninger, så som ledningene 21 og 22, muliggjør uavhengig injisering av forskjellige additiver ved forskjellige brønndybder. I et slikt tilfelle benyttes forskjellige additivkilder og pumper til å lagre og pumpe de ønskede additivene. Additiver kan også injiseres inn i en rørledning på overflaten, så som ledningen 176, eller behandlings- og prosessanlegg på overflaten, så som enheten 170.

[00020] En egnet strømningsmåler 120, som kan være en lavstrømningsmåler med høy presisjon (så som en måler av tannhjulstypen eller en nutasjonsmåler), måler strømningsraten gjennom ledningene 21 og 22 og frembringer signaler som er representative for de tilhørende strømningsratene. Pumpen 118 drives av en egnet innretning 122, så som en motor eller en trykkluftinnretning. Pumpeslaget og/eller pumpefarten kan styres av styreren 80 via en driverkrets 92 og styreledning 122a. Styreren 80 kan styre pumpen 118 ved å benytte programmer lagret i et minne 91 forbundet med styreren 80 og/eller instruksjoner frembrakt til styreren 80 fra den sentrale styreren eller prosessoren 150 eller en fjerntliggende styrer 185. Den sentrale styreren 150 kommuniserer med styreren 80 via en egnet toveisforbindelse 85, som kan være en kablet, optisk fiber eller trådløs forbindelse som kan bruke en hvilken som helst eller flere egnede protokoller. Styreren 80 kan omfatte en prosessor 92 og resident minne 91 for å lagre programmer, tabeller, data og modeller. Prosessoren 92 benytter signaler fra fluidmålingsinnretningen mottatt via ledningen 121 og programmer lagret i minnet 91 til å bestemme strømningsraten til hvert av additivene, og viser disse strømningsratene på skjermen 81. En sensor 94 kan gi informasjon om en eller flere parametre for

pumpen, så som pumpefarten, slaglengden osv. For eksempel kan pumpefarten eller slaglengden økes når den målte mengden av additiv som injiseres er mindre enn den ønskede mengden, og senkes når den injiserte mengden er større enn den ønskede mengden. Styreren 80 omfatter også kretser og programmer, generelt vist til med henvisningstall 92, for å tilveiebringe grensesnitt mot skjermen 81 og til å utføre andre ønskede funksjoner. En nivåsensor 94a frembringer informasjon om det gjenværende innholdet i kilden 116. Alternativt kan den sentrale styreren 150 sende kommandoer til styreren 80 vedrørende additivinjiseringen eller den kan utføre funksjonene til styreren 80. Mens figurene 1A og 1B viser én produksjonsbrønn, skal det forstås at et oljefelt kan omfatte flere produksjonsbrønner og også et utvalg av brønner som støttebrønner, injeksjonsbrønner, prøvebrønner osv. Verktøyene og innretningene vist i figurene kan benyttes i et vilkårlig antall slike brønner, og kan konfigureres til å virke sammen eller uavhengig av hverandre.

[00021] Figur 2 viser et funksjonsdiagram over et eksempel på et produksjonsbrønnsystem 200 som kan benyttes til å overvåke helsen til ulike innretninger i systemet 10 (figurene 1A og 1B) og som respons dertil å styre driften av en eller flere innretninger i systemet 10 for å øke levetiden til en eller flere innretninger i systemet og/eller forbedre, optimere eller maksimere produksjonen fra brønnen og/eller reservoaret. Systemet 200 omfatter en sentral styreenhet eller styrer 150 som omfatter en eller flere prosessorer, så som en prosessor 152, egnede minneinnretninger 154 og tilhørende kretser 156 som er konfigurert til å utføre ulike funksjoner og fremgangsmåter beskrevet her. Systemet 200 omfatter en database 230 lagret på et egnet datamaskinlesbart medium som er tilgjengelig for prosessorene 152. Databasen 230 kan omfatte: (i) brønnkompleteringsdata og informasjon, så som typer og plassering av sensorer i brønnen, sensorparametre, typer innretninger og deres parametre, så som typer og størrelser av strupeventiler, strupeventilposisjoner, typer og størrelser av ventiler, ventilposisjoner, fôringsveggtykkelse osv, (ii) formasjonsparametre, så som bergarter i de ulike formasjonslagene, porøsitet, permeabilitet, mobilitet, resistivitet og dybde for hvert formasjonslag og hver produksjonssone, (iii) sandsiktparametre, (iv) sporstoffinformasjon, (v) parametre for elektriske nedsenkbare pumpen, så som effekt, frekvensområde, driftstrykkområde, maksimal trykkdifferanse over den elektriske

nedsenkbare pumpen, driftstemperaturområde og operasjonelle grenser, så som kurvene 370 vist i figur 3, (vi) historiske ytelsesdata for brønnen, inkludert produksjonsrater over tid for hver produksjonssone, trykk og temperaturverdier over tid for hver produksjonssone, (vii) nåværende og tidligere innstillinger av strupe-ventiler og ventiler, (viii) informasjon om intervensjon og vedlikeholdsarbeider, (ix) sand- og vanninnhold tilhørende hver produksjonssone over tid, (x) opprinnelige seismiske data (to- eller tredimensjonale kart) og oppdaterte seismiske data (fire D seismiske kart), (xi) overvåkingsdata for vannfronter, (xii) mikroseismiske data som kan vedrøre seismisk aktivitet som skyldes forflytning av fluidfronter, frakturering osv., (xiii) fôringsinspeksjonslogger, så som innhentet ved bruk av akustiske eller elektriske loggeverktøy som tilveiebringer et bilde av fôringen som viser groper, fordypninger, hull, sprekker i fôringen, og (xiv) hvilke som helst andre data som kan være nyttig ved bestemmelsen av helsen til innretningene nede i brønnhullet, bestemmelsen av de ønskede tiltak og til å overvåke virkningene av de iverksatte tiltakene for å utvinne hydrokarbonene med en forbedret eller optimert rate fra brønnen 50.

[00022] I en brønns levetid utføres typisk en eller flere tester, samlet vist til ved henvisningstall 224, for å estimere helsen til ulike brønnelementer og ulike parametre for produksjonssonene og formasjonslagene som omgir brønnen. Slike tester kan omfatte, men er ikke begrenset til: foringsinspeksjonstester som bruker elektriske eller akustiske logger til å bestemme tilstanden til fôringen og formasjonsegenskaper, trykktesting som kan omfatte trykkoppbygging eller trykktransienter, temperatur og strømningstester, seismiske tester som kan bruke en kilde på overflaten og seismiske sensorer i brønnen til å bestemme grensebetingelser for vannfronter og reservoar, mikroseismiske målinger som responderer på en operasjon i brønnhullet, så som en frakturering eller vanninjisering, tester for å overvåke fluidfronter, sekundære utvinningstester osv. Alle slike testdata 224 kan lagres i et minne og tilveiebringes for prosessoren 152 for å overvåke produksjonen fra brønnen 50, å utføre analyse vedrørende å bestemme helsen til det ulike utstyret og for å forbedre, optimere eller maksimere produksjonen fra brønnen 50 og reservoaret.

[00023] I tillegg kan prosessoren 152 i systemet 200 periodisk eller kontinuerlig aksessere måledata 222 fra sensorer nede i brønnhullet, måledata 226 fra

overflaten og enhver annen ønsket informasjon eller målinger 228. Målingene 222 fra sensorene nede i brønnhullet omfatter, men er ikke begrenset til: informasjon vedrørende vanninnhold eller vannandel, resistivitet, tetthet, viskositet, sandinnhold, strømningsrater, trykk, temperatur, kjemiske egenskaper ved eller sammen-
 5 setninger av fluider inkludert tilstedeværelse av, mengde og plassering av korrosjon, skall, parafin, hydrat og asfalten, gravitet, helning, elektriske og elektromagnetiske målinger, olje/gass- og olje/vann-forhold og strupeventil- og ventilposisjoner. Overflatemålingene 226 omfatter, men er ikke begrenset til: strømningsrater, trykk, strupeventil- og ventilposisjoner, ESP-parametre, vanninnhold bestemt ved
 10 overflaten, kjemiske injeksjonsrater og lokasjoner, deteksjonsinformasjon om sporstoffer osv.

[00024] Systemet 200 omfatter også programmer, modeller og algoritmer 232 lagret på ett eller flere datamaskinlesbare media som er tilgjengelig for prosessoren 152 for å eksekvere instruksjoner inneholdt i programmene. Prosessoren 152
 15 kan benytte ett eller flere programmer, modeller eller algoritmer til å utføre de ulike funksjonene og fremgangsmåtene som beskrives her. I ett aspekt kan programmene/modellene/algoritmene 232 ha form av en brønnnytelsesanalysator (WPA-well performance analyzer) som brukes av prosessoren 152 til å analysere noen av eller alle måledataene 222, 226, testdataene 224, informasjonen i databasen
 20 230 og enhver annen ønsket informasjon som gjøres tilgjengelig for prosessoren for å estimere eller forutsi en eller flere parametre ved brønndriften.

[00025] En brønns tilstand kan endres som følge av en rekke ulike faktorer, så som: en sone begynner å produsere uønskede mengder vann og/eller sand, tilstedeværelse av kjemikalier som skall, korrosjon, parafin, hydrat og asfalten, svekkelse av fôringen som groper, sprekker og fordypninger, sammenbrudd av
 25 utstyr nede i brønnhullet, inkludert sandsikter, ventiler i brønnhullet, strupeventiler, ESP og annet utstyr, tilstopping av rør i brønnen osv. For stor sandproduksjon kan skade og/eller stoppe til sandsikter, strupeventiler, ventiler og ESP, og kan stoppe til rør som frakter fluid til overflaten. Endringer av tilstanden nede i brønnhullet, så
 30 som trykk, temperatur og strømningsrater, vannandel osv. kan fremskynde dannelsen av skall, korrosjon, hydrat, parafin og asfalten, som hver kan påvirke innretningene nede i brønnhullet. Noen av disse endringene kan påvirke mer enn én innretning i brønnen. For eksempel kan korrosjon påvirke flere metalliske innret-

ninger, skall kan gjøre det vanskelig å endre en strupeventil eller ventilposisjon, asfalten kan påvirke virkemåten til rør og ESP, økning av vanninnhold eller for høyt trykkfall mellom formasjonen og brønnen kan føre til at asfalten flokkulerer, hvilket i sin tur kan påvirke virkemåten til flere andre innretninger, sprekker i en sementbinding kan gjøre det mulig for vann far andre formasjoner å trenge inn i perforeringene og deretter inn i brønnen, hvilket i sin tur kan øke vannandelen til uønsket nivå, hvilket kan begynne å forårsake de andre problemene beskrevet over. I mange situasjoner kan derfor en endring i en eller flere parametre gjøre det nødvendig å iverksette ett eller flere tiltak for å motvirke de potensielle følgene av en slik endring. Det er også ønskelig å forutsi eller estimere når og utstrekning av endringene og iverksette tiltak for å redusere eller eliminere de skadelige virkningene av en slik potensiell endring, hvilke vil føre til en forbedret produksjon av hydrokarboner fra brønnen.

[00026] I ett aspekt kan systemet 200 som bruker WPA 260 konfigureres til å tilveiebringe et reguleringssystem med lukket sløyfe for å overvåke utstyrets helse og frembringe løsninger som vil tendere mot å forbedre, optimere eller maksimere produksjon fra brønnen som nærmere beskrevet nedenfor.

[00027] Det vises til figurene 2 og 3, hvor systemet 200 i ett aspekt kan bestemme en eller flere parametre som indikerer helsen og/eller driftsmiljøet for den elektriske nedsenkbare pumpen og iverksette tiltak som kan øke den elektriske nedsenkbare pumpens levetid og/eller drive den mer effektivt. Hver ESP har driftsspesifikasjoner og det er generelt anbefalt å drive den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor sine spesifiserte grenser. Systemet 200 kan i ett aspekt konfigureres til å drive den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor operasjonelle grenser 370 eller hovedsakelig nær kurven 350 for maksimal strøm vist i figur 3.

Figur 3 viser et plott 300 av forholdet mellom strømningsrate eller gjennomstrømning (i fat per dag eller BPD – "barrels per day") og trykkforskjell (vannsøyle eller "head" i fot) svarende til ulike frekvenser (hastigheter) for et eksempel på en ESP installert i en brønn, så som brønnen 50. Strømningsraten vises langs den horisontale aksene, mens trykkforskjellen er vist langs den vertikale aksene. Hver heltrukne kurve er et plott av strømningsraten mot trykkforskjell som tilsvarer en bestemt driftsfrekvens for den elektriske nedsenkbare kurven. For eksempel tilsvarer kurven 310 frekvensen 30Hz, kurven 312 tilsvarer 60Hz og kurven 314 tilsvarer

90Hz. Den stiplede linjen 330 viser den minimale strømningsraten som en funksjon av frekvens og trykkforskjell hvorved ESP bør drives, hvilket kan være basert på driftsspesifikasjonene for den elektriske nedsenkbare pumpen eller et annet kriterion. Tilsvarende svarer linjen 350 til den maksimale ønskede strømningsraten fra den elektriske nedsenkbare pumpen. Omhyllingskurven 370 avgrenset av kurvene 310, 314, 330 og 350 definerer således et driftsområde for den elektriske nedsenkbare pumpen. Kurven 380 tilsvarer den beste eller optimale driften av ESP, og kan bestemmes ved bruk av en hvilken som helst ønsket fremgangsmåte, eller den kan settes vilkårlig basert på kjent oppførsel for elektriske nedsenkbare pumper. I ett aspekt forsøker systemet, som nærmere beskrevet nedenfor, å drive den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor omhyllingskurven 370 og kan forsøke å drive hovedsakelig nær linjen 380.

[00028] Som bemerket over, kan ulike tilstander nede i brønnhullet alene eller i kombinasjon påvirke den elektriske nedsenkbare pumpens helse og drift. Styreren 150 overvåker sensorene nede i brønnhullet periodisk eller hovedsakelig kontinuerlig for å bestemme ulike parametre for den elektriske nedsenkbare pumpen, inkludert temperaturen i eller nær pumpen, absolutt trykk ved pumpen, trykkforskjell over pumpen, strømningsrate gjennom ESP, krafttilførsel til den elektriske nedsenkbare pumpen og dens tilsvarende frekvens. I tillegg kan styreren benytte hvilken som helst informasjon som beskrevet over, så som informasjon vedrørende sandproduksjon, partikkelstørrelsen til fast materiale i fluidet, vannandel, tilstedeværelse og utbredelse av kjemikalier som skall, korrosjon, parafin, hydrat og asfalten for å bestemme deres virkning på ESP, og den kan iverksette tiltak avhengig av slike bestemte virkninger.

[00029] For eksempel kan modeller brukt av WPA frembringe at sand som produseres og/eller sandens partikkelstørrelse tilsier å endre eller redusere strømningsraten fra en bestemt sone, å endre krafttilførselen til den elektriske nedsenkbare pumpen osv. I et annet aspekt kan WPA foreslå å endre strømningsraten gjennom ESP når temperaturen eller trykket vedrørende den elektriske nedsenkbare pumpen ikke tilfredsstiller ett valgt eller en mengde kriterier, så som at trykket eller temperaturen er for høyt. I et annet aspekt kan WPA foreslå å endre mengden eller typen av kjemikalier som injiseres når systemet detekterer at uønskede kjemikalier overstiger visse grenser eller at vannandelen ligger over en

valgt grense for å forhindre eller redusere muligheten for en skadelig virkning på den elektriske nedsenkbare pumpen. I et annet aspekt kan WPA forutsi virkningen på ESP fra en enkelt eller kombinasjon av parametre og foreslå tilsvarende tiltak. I et annet aspekt kan WPA foreslå rensing av ESP, så som ved spyling, som res-

5 pons på tilstedeværelse av sand, korrosjon, skall, hydrat, parafin eller asfalten eller å injisere kjemikalier i den elektriske nedsenkbare pumpen (ESP).

[00030] I ett aspekt kan WPA benytte modeller og algoritmer som bruker flere inngangsparametre og frembringer en mengde tiltak som når de iverksettes vil gi forlenget levetid for ESP og forbedret produksjon fra brønnen. WPA kan bruke en

10 iterativ metode, utføre en nodal analyse, benytte et nevralt nettverk eller andre algoritmer til å frembringe mengden av tiltak. Prosessoren kan utføre tilsvarende funksjoner for andre fluidløftmekanismer, som gassløftmekanismer.

[00031] I et annet aspekt kan prosessoren 152 iverksette ett eller flere tiltak basert på produksjonen av sand. Prosessoren kan avgjøre at en bestemt innret-

15 ning, som en ventil eller strupeventil, er tilstoppet, tilstoppes med en bestemt hastighet eller at sandens partikkelstørrelse vil skade en eller flere innretninger i brønnen. Den kan bestemme i hvilket omfang en bestemt sandsikt er blitt skadet. Prosessoren som bruker WPA kan foreslå å stenge av den bestemte sonen, eller å endre strømmen fra sonen for å spyle en strupeventil eller ventil osv. Prosesso-

20 ren kan også forutsi virkningen av sandproduksjon på en eller flere innretninger i brønnhullet. I tillegg kan prosessoren benytte informasjonen vedrørende den elektriske nedsenkbare pumpen beskrevet over, og foreslå en kombinasjon av tiltak, så som å endre strømmen fra en strupeventil og strømmen fra den elektriske nedsenkbare pumpen i rekkefølge eller hovedsakelig samtidig for å redusere

25 sandproduksjonen, forlenge levetidene til den elektriske nedsenkbare pumpen, strupeventilen og/eller sandsikten osv.

[00032] Styreren kan også bestemme mengden av sand og kjemikalier som passerer gjennom den elektriske nedsenkbare pumpen. WPA kan ved å benytte en eller flere av disse parametrene estimere eller forutsi en fysisk tilstand for den

30 elektriske nedsenkbare pumpen, og foreslå ett eller flere korrigerende tiltak. Hvis for eksempel pumpens temperatur overstiger en valgt verdi, kan WPA foreslå at pumpens frekvens økes med en viss mengde for å øke fluidstrømmen gjennom den, hvilket i sin tur vil redusere temperaturen til et akseptabelt nivå. Alternativt,

eller i tillegg, kan WPA foreslå å redusere strømningsraten fra en valgt sone for å redusere innstrømmingen av sand. WPA kan foreslå å endre driften av den elektriske nedsenkbare pumpen basert på en eller flere faktiske, forventede eller forutsagte endringer i brønnens tilstand.

5 [00033] I et annet aspekt kan prosessoren iverksette ett eller flere tiltak basert på tilstedeværelsen og omfanget av visse kjemikalier i fluidet. I ett aspekt kan prosessoren foreslå å endre den kjemiske injeksjonsraten, å endre strømningsraten fra en bestemt sone ved å endre posisjonen til en strupeventil eller ventil, å endre en strupeventils eller ventils posisjon en gang eller mer enn en gang for å
10 fjerne skall eller korrosjon fra strupeventilen eller ventilen, å øke produksjonen fra en annen sone når endring av strupeventilens posisjon enten ikke er gjennomførbart eller ikke gir den tilsiktede virkning, å utføre en opprensning så som spyling, drift osv.

[00034] I et annet aspekt kan prosessoren estimere omfanget av erosjon på
15 rør eller føring, og frembringe tiltak å iverksette. Mål for erosjon kan være et omfang av korrosjon, skalldannelse, plassering og omfang av groper, sprekker og fordypninger osv. Informasjon om korrosjon, skall osv. kan tilføres eller beregnes av prosessoren 152. Brønnloggedata, som innhentet av elektriske eller akustiske loggere, kan brukes til å tilveiebringe kvantitative estimater av føringserosjon og/eller
20 bilder av føringen. Modellen tilveiebringer de ønskede tiltak basert på tilstedeværelse, temperatur og omfang av kjemikaliyet, vannproduksjon og andre parametre. I et annet aspekt kan prosessoren, for eksempel ved å bruke en eller flere av den kjemiske oppbyggingsraten, brønnloggingsinformasjonen, vannfrontplasseringen og/eller andre data, forutsi eller ekstrapolere tilstanden til en hvilken som helst
25 innretning over tid, inkludert tilstanden til føringen og sementbindingen, og som respons på dette foreslå tiltak som vil tendere til å øke utstyrets levetid og/eller tilveiebringe forbedret produksjon av hydrokarboner fra brønnen. Tiltakene kan være en kombinasjon av tiltak som kan omfatte å endre en kjemisk injeksjonsrate, å utføre en renseoperasjon, å endre en strupeventil- eller ventilposisjon, å endre
30 den elektriske nedsenkbare pumpens fart, å endre strømmen gjennom en annen kunstig løftemekanisme, å stenge ned en sone og/eller å endre produksjonen fra en annen sone osv.

[00035] I et annet aspekt kan prosessoren bestemme tiltak ut fra tilstanden til sementbindingen mellom fôringen og formasjonen. Sementbindingsloggere (typisk akustiske loggere) frembringer logger som kan vise plassering og omfang av sprekker i sementbindingen. Prosessoren kan ved å bruke WPA ekstrapolere eller
5 forutsi nåværende logginformasjon om sementbindingen og historiske data lagret i databasen, mikroseismiske målinger og/eller firedimensjonal seismikk sementbindingens tilstand over en tidsperiode og dens virkning på produksjonen av fluider fra brønnen og bestemme foreslåtte tiltak.

[00036] I ett aspekt benytter således prosessoren som bruker WPA flere
10 inndata og kan bruke en nodal analyse eller nevrale nettverk eller andre algoritmer til å tilveiebringe korrigerende tiltak som vil forlenge levetiden til en eller flere innretninger i brønnen og tilveiebringe forbedret produksjon av hydrokarboner fra brønnen. WPA kan, i tillegg til å estimere innretningenes helse, estimere utstyrets resterende levetid, forutsi produksjonsraten over tid fra brønnen, foreslå avhjelp-
15 ende arbeider som spyling, frakturering, overhaling osv.

[00037] Som beskrevet over, sender prosessoren meldinger til operatøren om å iverksette ønskede tiltak, sender denne informasjonen til fjernstyringsenheten 185 og fremviser de ønskede data til bruk for operatøren. Prosessoren fortsetter å overvåke effekten av tiltakene iverksatt av operatøren. Så snart operatøren gjør en endring, fortsetter den sentrale styreren 150 å overvåke de ulike parametrene og avgjør om effekten av endringene som er gjort tilsvarer de forventede resultatene. Styreren fortsetter å overvåke de ulike innretningenes helse, de ulike parametrene og strømmingen fra de ulike sonene. I tilfellet med en elektrisk nedsenkbar pumpe, overvåker det spesifikke driftpunktet i omhyllingskurven 370 og
20 kan fortsette å påtrykke endringer for å holde pumpens drift innen omhyllingskurven 370 eller eventuelt nær kurven 380. Styreren kan imidlertid avgjøre at for å oppnå forbedret eller optimal produksjon, kan det være mer ønskelig å drive den elektriske nedsenkbare pumpen i et bestemt delområde av omhyllingskurven 370 som kan, men ikke må, inneholde den maksimale strømkurven 380, mens produksjonen fra en eller flere soner økes eller reduseres.
25 30

[00038] I et annet aspekt bruker styreren WPA til å estimere den forventede produksjonsraten fra brønnen basert på endringene som er foreslått eller utført, og utfører en nåverdianalyse for å bestemme den økonomiske virkningen av endring-

ene. I ett aspekt bruker styreren flere parametre i modellen og bestemmer innstillingene av de ulike innretningene som vil øke utstyrets levetid og/eller forbedre produksjonen av hydrokarboner fra brønnen. Inngangsdataene kan være en vilkårlig kombinasjon av parametre som velges fra parametre vedrørende helsen til en eller flere innretninger i brønnhullet, faktiske driftsparametre for de ulike innretningene, så som den elektriske nedsenkbare pumpens frekvens, nåværende innstilling av strupeventiler og ventiler, sandproduksjon, vannandel, tilstedeværelse og omfang av kjemikalier, kjemiske injeksjonsrater, temperatur og trykk på ett eller flere steder i brønnhullet og andre ønskede parametre. WPA kan også bruke målinger foretatt ved overflaten eller resultater beregnet fra målingene foretatt ved overflaten, målinger foretatt i brønnhullet eller resultater beregnet fra målinger foretatt i brønnhullet, testdata, informasjon fra databasen og enhver annen informasjon som kan være pertinent for en bestemt brønn og bruker en nodal analyse og/eller en annen fremoverseende modell til å oppnå de nye innstillingene. Den nodale analysen kan omfatte prediksjon av effektene av de nye innstillingene på produksjonen og gjenta denne prosessen inntil en kombinasjon av nye innstillinger (endelig plan) som vil forlenge utstyrets levetid og/eller forbedre, optimere eller maksimere produksjonen fra den bestemte brønnen er funnet.

[00039] Det vises på nytt til figur 2B, hvor den sentrale styreren kan konfigureres til automatisk å iverksette ett eller flere av de anbefalte tiltakene, for eksempel ved å sende kommandosignaler til de utvalgte innretningsstyrerne, så som til ESP-styreren for å justere driften av ESP 242, styreenheter eller aktuatorer (160, Fig 1A og element 240) som styrer strupeventiler 244 i brønnhullet, ventiler 246 i brønnhullet, strupeventiler 249 ved overflaten, styreenhet 250 for injeksjon av kjemikalier, andre innretninger 254 osv. Slike tiltak kan iverksettes i sanntid eller nær sanntid. Den sentrale styreren 150 fortsetter å overvåke virkningene av de iverksatte tiltakene 264. I et annet aspekt kan den sentrale styreren 150 eller den fjerntliggende styreren 185 være konfigurert til å oppdatere én eller flere modeller/algoritmer/programmer 234 til videre bruk ved overvåkning av brønnen. Systemet 200 kan således virke i form av en lukket sløyfe for å overvåke brønnens ytelse, iverksette eller bevirke at det iverksettes ønskede tiltak, og fortsette å overvåke virkningene av slike tiltak.

[00040] Mens den ovenstående beskrivelsen er rettet mot visse eksempler på utførelsesformer og fremgangsmåter, vil ulike modifikasjoner være nærliggende for fagfolk på området. Det er meningen at alle slike modifikasjoner innen omfanget av de vedføyde patentkravene omfattes av den foregående beskrivelsen. I tillegg er sammendraget tilveiebrakt for å tilfredsstille visse formelle krav, og skal ikke brukes til å begrense patentkravenes omfang.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for å produsere fluid fra en brønn (50), omfattende:
å bestemme en første innstilling av minst én innretning i brønnhullet som
5 brukes ved produksjon av fluidet fra brønnen ved en første strømningsrate,
å bruke en styreenhet (150) som omfatter en prosessor (152) til å velge et
sett parametre som omfatter minst én parameter vedrørende den fysiske
tilstanden til minst én elektrisk nedsenkbar pumpe (ESP) og flere parametre valgt
fra en gruppe omfattende strømningsrate, trykk, temperatur, tilstedeværelse av et
10 valgt kjemikalium, vanninnhold, sandinnhold og kjemisk injeksjonsrate;
fremgangsmåten er
karakterisert ved at
å bruke det valgte settet av parametre som inndata til en datamaskinmodell
til å bestemme en andre innstilling for den minst ene innretningen i brønnhullet
15 som vil frembringe forlenget levetid for den elektriske nedsenkbare pumpen og for-
bedret strømningsrate for fluidet fra den kompletterte brønnen i forhold til den
første strømningsraten, og
å bruke prosessoren til automatisk å sette den minst ene innretningen i
brønnhullet til den andre innstillingen.
20
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å drive brønnen tilsvarende den andre innstillingen av den minst ene første innretningen i brønnhullet og å bestemme en ytelse for brønnen basert på den bestemte andre innstillingen.
- 25 3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor den minst ene parameteren vedrørende den fysiske tilstanden til den elektriske nedsenkbare pumpen vedrører minst én av: den elektriske nedsenkbare pumpen, en ventil, en strupeventil, en føring som fører brønnen, et rør som frakter fluidet fra brønnen mot overflaten og en sandsikt.
- 30 4. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, videre omfattende:
å estimere en strømningsrate fra brønnen over en utstrakt tidsperiode basert på den andre innstillingen, og

å estimere en nåverdi for brønnen tilsvarende den estimerte strømningsraten for den utstrakte tidsperioden.

- 5 5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor gruppen videre omfatter informasjon vedrørende: resistivitet, fluidtetthet, fluidsammensetning, en kapasitansmåling forbundet med fluidet, vibrasjon, akustiske målinger i brønnen, trykkdifferensial over en innretning i brønnen, olje-vannforhold og gass-oljeforhold.
- 10 6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor gruppen videre består av: mikroseismiske målinger, testmålinger av trykktransienter, brønnloggingsmålinger, en måling vedrørende tilstedeværelsen av én av avleiring, hydrat, korrosjon, parafin og asfalten.
- 15 7. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, videre omfattende:
 å predikere at én av følgende inntreffer: vanngjennombrudd, kryssflyttilstand, sammenbrudd av en innretning installert i brønnen, og
 å bestemme den andre innstillingen basert på en slik prediksjon.
- 20 8. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, hvor den andre innstillingen utgjør minst én av: å endre den kjemiske injeksjonsraten, å endre driften av en elektrisk nedsenkbar pumpe, å stenge ned en produksjonssone, å endre en strupeventils posisjon, å endre en ventils posisjon og å endre strømmen gjennom en kunstig løftemekanisme.
- 25 9. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, videre omfattende å sende en melding vedrørende den andre innstillingen til minst én av: en operatør og en lokasjon i avstand fra brønnen.
- 30 10. Datamaskinsystem som implementerer fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av de foregående kravene for å styre drift av den elektriske nedsenkbare pumpen (ESP) plassert i en brønn for å produsere et fluid fra brønnen, omfattende:

en database (230) som lagrer informasjon tilsvarende én av: et driftsområde for den elektriske nedsenkbare pumpen som er basert på en sammenheng mellom fluidstrømsrate, frekvens og trykk over den elektriske nedsenkbare pumpen, og en maksimal strømningsrate for den elektriske nedsenkbare pumpen som tilsvarer frekvensen og trykket,

hvor prosessoren (152) er innrettet for å benytte minst én målt driftsparameter for den elektriske nedsenkbare pumpen og informasjonen lagret i databasen og bestemmer en innstilling for minst den elektriske nedsenkbare pumpen og en annen innretning i brønnhullet som vil få den elektriske nedsenkbare pumpen til å virke ifølge ett av: innenfor driftsområdet og nær den maksimale strømningsraten; og

hvor prosessoren (152) sender kommandosignaler for å få den elektriske nedsenkbare pumpen og den andre innretningen i brønnhullet til å operere ifølge den bestemte innstillingen.

11. System ifølge krav 10, hvor den målte driftsparameteren for den elektriske nedsenkbare pumpen er én av: en strømningsrate, en frekvens, en temperatur, et trykk nær den elektriske nedsenkbare pumpen og trykkforskjell over et brønnhullsegment nær den elektriske nedsenkbare pumpen.

12. System ifølge krav 10, hvor prosessoren bestemmer innstillingen slik at den bestemte innstillingen opprettholder én av temperatur, trykk, og differensialtrykk assosiert med den elektriske nedsenkbare pumpen innenfor en valgt grense.

13. System ifølge krav 10 eller 12, hvor innstillingen er én av å endre: frekvensen til den elektriske nedsenkbare pumpen, kraft til den elektriske nedsenkbare pumpen, en strupeventils posisjon, en ventils posisjon og strømning fra en valgt sone.

14. System ifølge krav 10, hvor prosessoren videre bestemmer en kjemisk injeksjonsrate som vil hemme dannelse av én av avleiring, korrosjon, parafin, hydrat og asfalten i fluidet i brønnen.

15. System ifølge krav 10 eller 11, videre omfattende en skjerm og hvor prosessoren viser meldinger vedrørende drift av brønnen og den elektriske nedsenkbare pumpen.
- 5 16. System ifølge krav 10, hvor prosessoren estimerer den forventede levetiden til den elektriske nedsenkbare pumpen basert på dens nåværende driftsparametre og flere parametre vedrørende brønnen.
- 10 17. Datamaskinlesbart medium hvorpå det er lagret et dataprogram som er tilgjengelig for en prosessor for å eksekvere instruksjoner i datamaskinprogrammet, hvor datamaskinprogrammet omfatter:
- instruksjoner for å utføre fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 1-9, hvori datamaskinprogrammet videre omfatter:
- instruksjoner for å sende signaler for å drive brønnen tilsvarende den andre
- 15 innstillingen av den minst ene første innretningen i brønnhullet, og
- instruksjoner for å estimere brønnens ytelse basert på den andre innstillingen.
- 20 18. Datamaskinlesbart medium ifølge krav 17, hvor den minst ene parameteren vedrørende den fysiske tilstanden til den elektriske nedsenkbare pumpen vedrører minst én av: den elektriske nedsenkbare pumpen, en ventil, en strupeventil, en føring som fører brønnen, et rør som frakter fluidet fra brønnen mot overflaten og en sandsikt.
- 25 19. Datamaskinlesbart medium ifølge krav 17, hvor datamaskinprogrammet videre omfatter:
- instruksjoner for å estimere en strømningsrate fra brønnen over en utstrakt tidsperiode basert på den andre innstillingen, og
- instruksjoner for å estimere en nåverdi for brønnen tilsvarende den esti-
- 30 merte strømningsraten for den utstrakte tidsperioden.

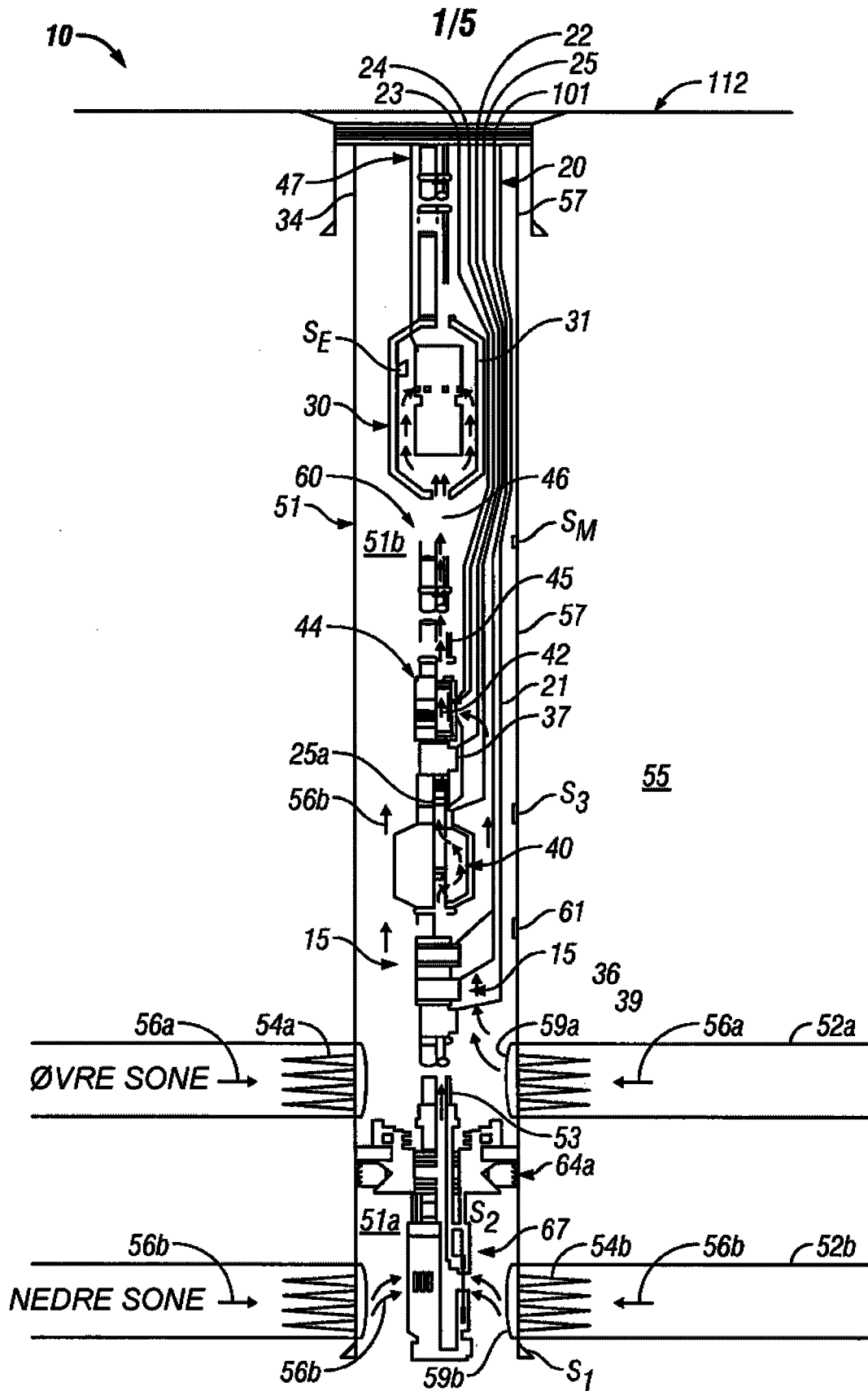


FIG. 1A

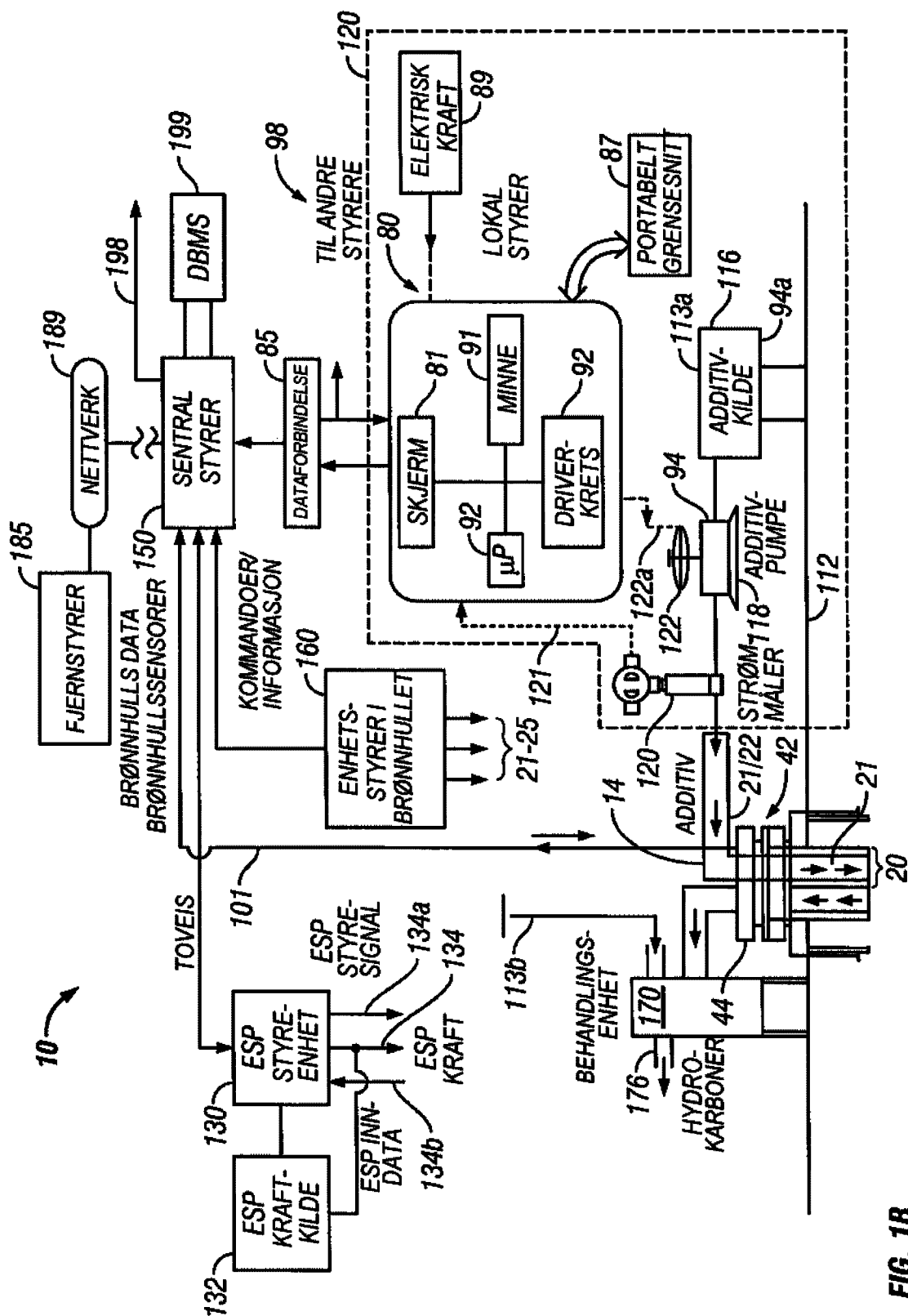


FIG. 1B

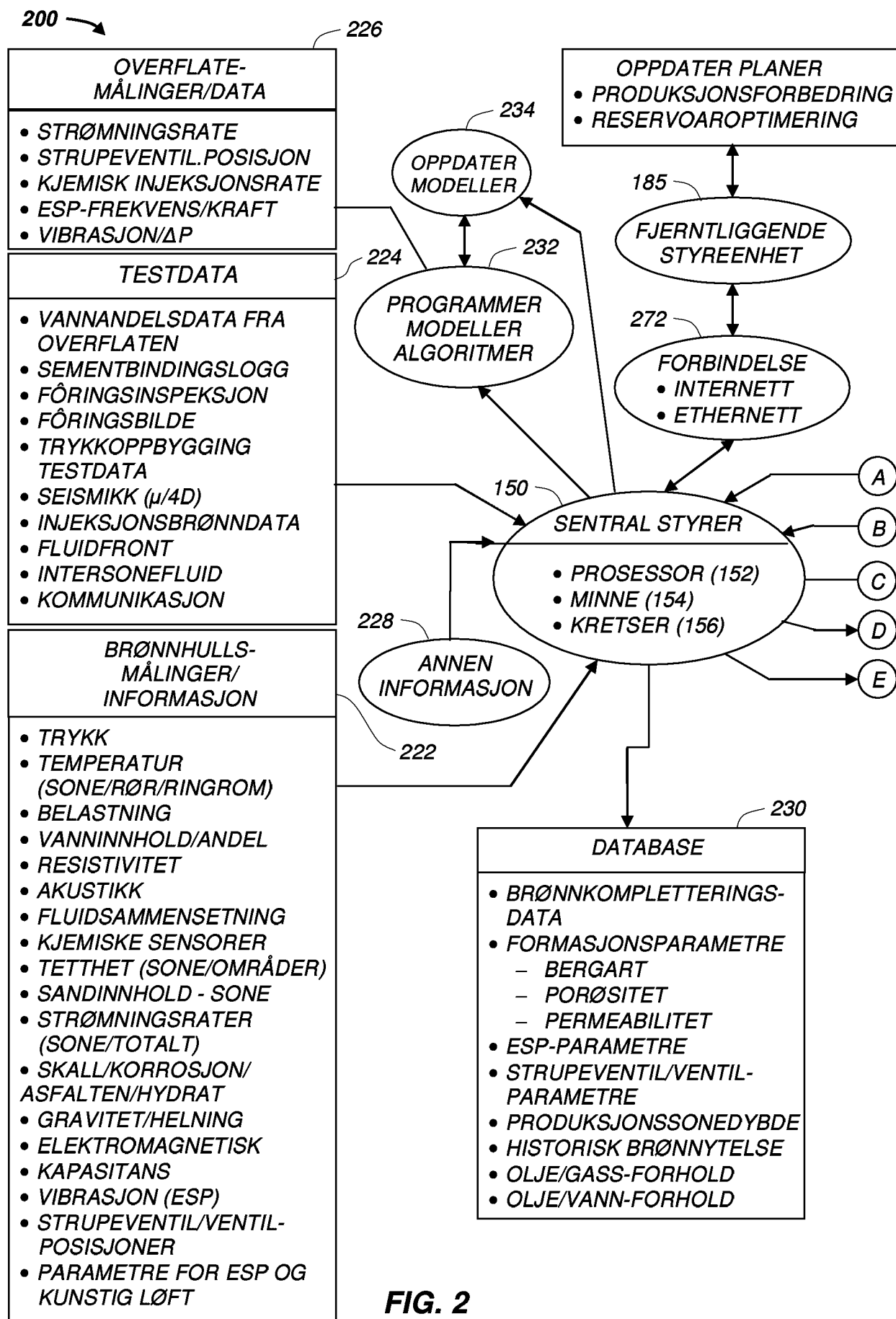


FIG. 2

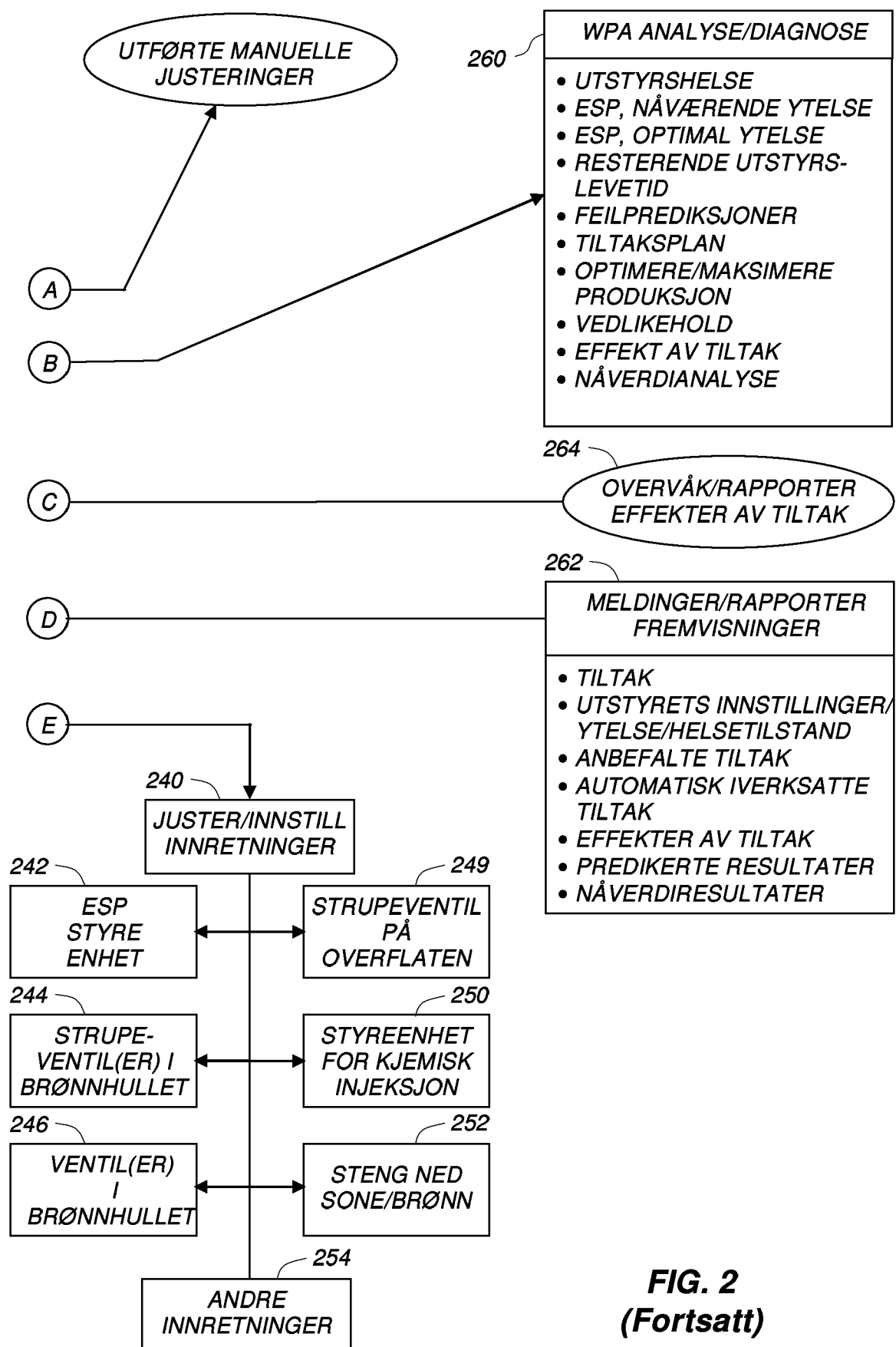


FIG. 2
(Fortsatt)

5/5

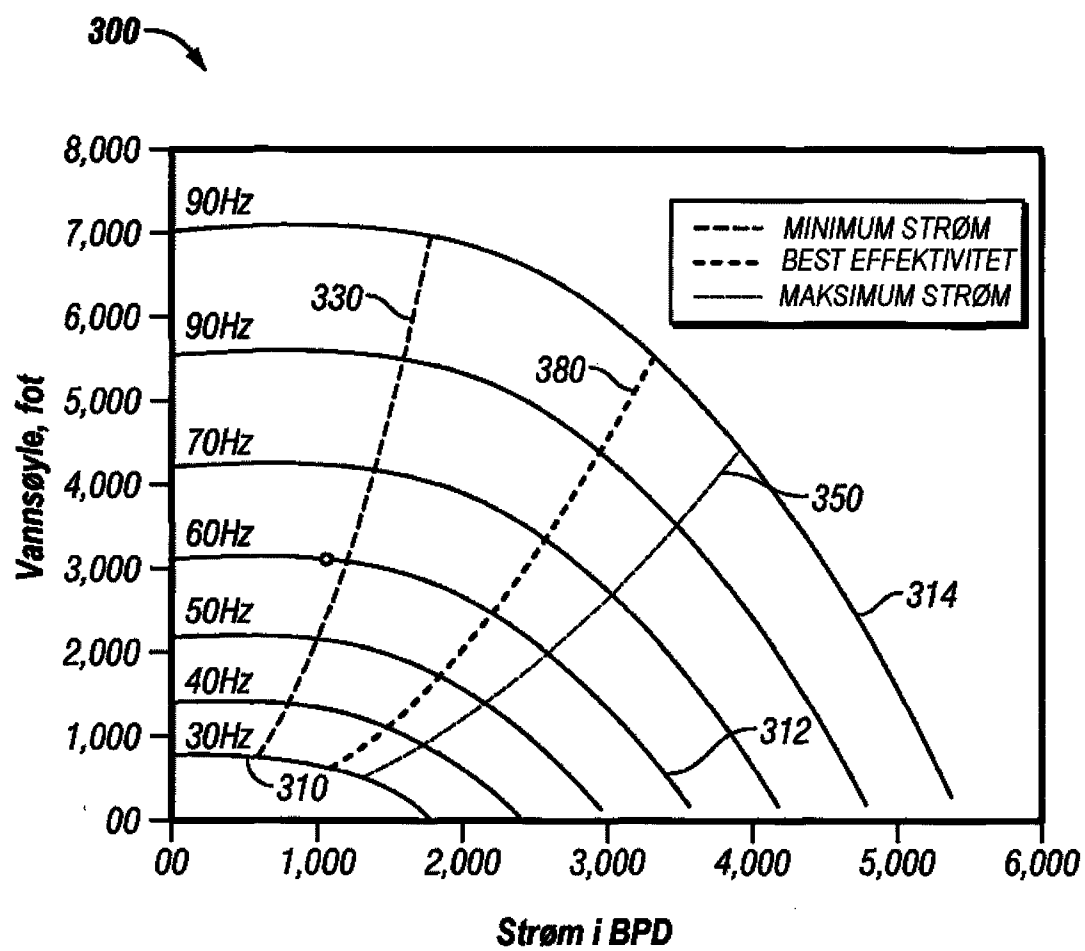


FIG. 3