(12) **PATENT**

(19) NO (11) **341183** (13) **B1**

**NORGE** (51) Int Cl.
***E21B 43/30 (2006.01)***

**Patentstyret**

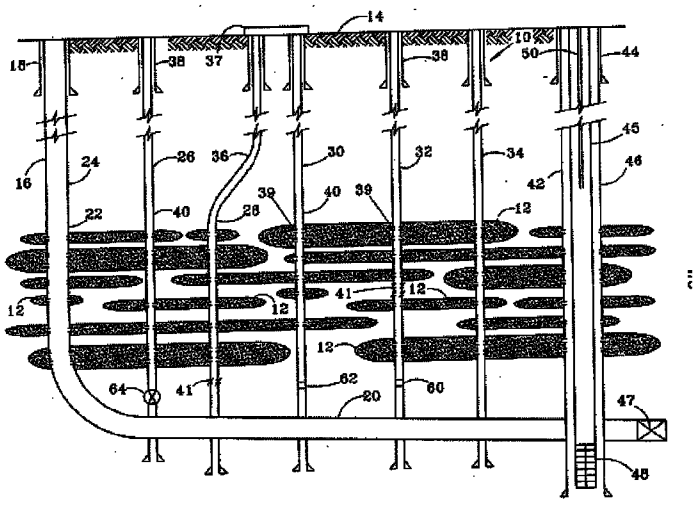
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (21) | Søknadsnr | 20073658 | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 2006.01.12 PCT/US2006/01180 |
| (22) | Inng.dag | 2007.07.17 | (85) | Videreføringsdag | 2007.07.17 |
| (24) | Løpedag | 2006.01.12 | (30) | Prioritet | 2005.01.14, US, 60/644,385 |
| (41) | Alm.tilgj | 2007.08.13 | | | |
| (45) | Meddelt | 2017.09.04 | | | |
| (73) | Innehaver | Halliburton Energy Services Inc, 3000 North Sam Houston Parkway East, Building J, US-TX77032 HOUSTON, USA<br>Dynamic Production Inc, 2801 Glenda Avenue, US-TX76117 FORT WORTH, USA | | | |
| (72) | Oppfinner | Stephen A Graham, 545 South Second Street, US-TX77401 BELLAIRE, USA<br>Charles E Graham III, 6836 Bee caves Road #204, US-TX76117 AUSTIN, USA<br>Jonathon G Weiss, 2801 Glenda Avenue, US-TX76117 FORT WORTH, USA | | | |
| (74) | Fullmektig | Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge | | | |

(54) Benevnelse **System og fremgangsmåte for produksjon av fluider fra undergrunnsformasjoner**

(56) Anførte publikasjoner WO 03/095795 A

(57) Sammendrag

System av undergrunnsbrønner inkluderer en undergrunns-strømningsbrønn (20) som har i det minste en del beliggende inne i eller under én eller flere undergrunnsformasjoner (12). Én eller flere dreneringsbrønner (26, 28, 30, 32 og 34) strekker seg hver fra overflaten og krysser/skjærer i det minste én av undergrunnsformasjonene ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet. En nedre del av hver dreneringsbrønn er i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen (20). En utvinningsbrønn (42) strekker seg fra overflaten og er også i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen (20), slik at fluider som går inn i dreneringsbrønnen strømmer inn i undergrunns-strømningsbrønnen (20) og deretter inn i utvinningsbrønnen.



## OPPFINNELSESOMRÅDET

Den foreliggende oppfinnelse vedrører utstyr og metoder for produsering av fluider fra en undergrunnsformasjon. Mer spesielt vedrører oppfinnelsen forbedrede metoder for utnyttelse av flere brønner for utvinning av olje eller andre formasjonsfluider på en måte mer effektiv enn hvis fluider ble utvunnet fra hver individuelle brønn.

## BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

Olje utvinnes typisk fra individuelle brønner, inklusive brønner som pumpes med en nedhullspumpe drevet av en stangstreng. Problemer med konvensjonell teknologi for utvinning av undergrunns-hydrokarboner inkluderer linseformede produserende soner som er forholdsvis små og heterogene og inkluderer situasjoner hvor reservoarkvalitet i tilstøtende sandlinser som er mål for et enkelt fraktureringsrings/pakkingstrinn ("frac stage") varierer betraktelig. Trykkutlading kan være høyere i én sone, og frakturstimulerings-metodikkene kan være lite virkningsfulle og stort sett ineffektive på grunn av at fraktureringsrings/pakkings-trinn som tar sikte på flere linser kan bevege seg i et enkelt intervall med den høyeste utmattings- og laveste frakturgradient. Endog i situasjoner hvor reservoarkvalitet og trykket i tilstøtende sandlinser som er mål for et enkelt fraktureringsrings/pakkingstrinn er liknende, kan nåværende metoder gi begrensede frakturhalvlengder i en enkelt sone og kan etterlate mange soner undersimulert på grunn av begrensninger i pumpekapasitet og fluidviskositet for å unngå for sterk frakturhøydevekst. Petrofysisk evaluering av logganalyse varierer betraktelig på grunn av variasjoner i litologi, variable og ekstremt lave vannsaltinnhold, og ukjente fluidinvasjonsprofiler. Mange brønner støter å tynne produksjons-sandstingere med en gjennomsnittlig tykkelse på fra anslagsvis 1,5 til 6 meter, i hvilket tilfelle det ikke er praktisk å komplettere alle sonene på grunn av behovet for frakturstimulering. Mange tynne soner er ansett å være for marginale å perforere og stimulere.

Brønner må være hovedsakelig vertikale hvis strålepumpe-løftesystemer anvendes, slik at feltområder med forhold med vanskelig tilgjengelige veier og lokalisering ikke kan lønnsomt utnyttes. Videre er der ingen effektiv måte å teste olje- og vannproduktivitet pr. sone under produksjon med et strålepumpe-løftesystem. Parafinavsetning er problematisk på grunn av at under produksjons-

fasen er det et behov for å redusere utstyrs- og løfteomkostninger for effektiv produksjon. "Offshore" eller landutvikling hvor overflatebegrensninger ikke tillater en høy densitet av brønnutvikling er ikke praktisk på grunn av behovet for et tilordnet strålepumpekunstig løftesystem. Signifikante kompletteringstider er nødvendig for trykkfallstesting og frakturstimulering ved bruk av sammenkoplede rør. Fraktureringsbehandlinger kan også være problematiske ved initial komplettering på grunn av at bergartsegenskaper av sand og skifere er liknende.

Forskjellige metoder har vært anvendt å for øke utvinningen av olje og andre undergrunnsfluider under anvendelse av et kooperativt arrangement mellom brønner. I noen anvendelser kan vann, naturgass, nitrogen, karbondioksid, damp eller et ytterligere fluid injiseres i en brønn slik at olje drives mot en produksjonsbrønn i avstand fra den første brønn. I tilfeller hvor sekundær vanninjeksjon øker gassdrivmekanismen, anvendes høyvolum kunstige løftesystemer vanlig i produksjonsfasen. Oppløselig gassdriv er den typiske primære drivmekanisme i slike relativt små, oppdelte reservoarer. Sekundær utvinning ved vanninjeksjon fra én brønn og utvinning fra en ytterligere brønn for trykkopprettholdelse og sveip er generelt ineffektiv på grunn av variabiliteter av bergartsegenskaper og ukjent kontinuitet av sandlinser mellom brønner. Injeksjon av vann i avviksbrønner, som tar sikte på spesifikke soner for trykkopprettholdelse og oljesveip, tillater generelt ikke operatøren å vite om injisert vann har erfart for tidlig gjennombrudd i produksjonssonen, ettersom alle soner er blandet sammen og bare total vannmengde og totale vannstrømningsmengder måles.

I andre anvendelser bores en enkelt brønn fra overflaten og flere horisontale eller laterale brønner strekker seg fra den vertikale brønn for å maksimere utvinningen av olje fra brønnen. Forskjellige problemer eksisterer likevel i forbindelse med tidligere kjente metoder for utnyttelse av eksisterende teknologi for utvinning av formasjonsfluider. Hull blir konvensjonelt boret, logget og testet for å identifisere sandstingere for komplettering. Produktive soner kan også selekteres delvis basert på geologisk kartlegging, tverrsnitt og både petrofysisk og fluidanalyse. Generelt blir et produksjons-fôringsrør festet med sement for å dekke hele sand- eller skifersonen, og alle soner som skal testet, perforeres eller fraksjoneres med en fôringsrør-perforeringsanordning. Anvendelsen av produksjonsrør med egnede broplugger eller pakningssammenstillinger for å isolere spesifikke

soner for trykkfallstesting involverer kostbar riggtid. Mange ganger må sement-, vann- eller gassoner tømmes og sanden i borehullet må renses ut og trykkfallstest gjennomføres på nytt, som også er riggtid-intensiv og kostbar. Ytterligere riggtid anvendes for å frakturere eller stimulere en enkelt sone eller grupper av stingere ved bruk av flere fraktureringstrinn. Sementsoner blir typisk tømt for overskudds-vann hvis sonen signifikant reduserer produksjon fra andre brønner. Store strålepumper anvendes typisk for kunstig løft for å pumpe oljen til overflaten og brønner blir typisk overhalt med operasjoner som involverer trykkfallstester, tømmingssementering eller rekompletteringsoperasjoner. Den manglende evne til å teste produksjonsinnstrømning fra spesifikke soner under produksjonsmodusen er også et problem, ettersom alle soner er typisk sammenblandet og produsert ved hjelp av strålepumpe-løftesystemer. Parafinavsetning på staver og rør i produk-sjonsbrønner er et signifikant problem ettersom produsert olje beveger seg sakte mot overflaten og avkjøles mens den beveger seg oppover i brønnen. Høye driftsomkostninger resulterer således fra tidligere kjente metoder og utstyr for utvinning av undergrunns-formasjonsfluider.

Et antall utfordringer møtes vanlig når det anvendes en nåværende utnyttelsesmetode, inklusive:

- Signifikante kompletteringstider kreves for trykkfallstesting ("swab testing") og frakturstimulering ved bruk av sammenskjøtede rør.
- Linseformede produksjonssoner har ofte relativt liten størrelse med heterogene bergartsegenskaper og krever således at selskaper som utvikler slike reserver borer brønner med meget små brønnavstander. Høye brønndensiteter er ofte nødvendig for å utnytte det store antall relativt små sandlinser og reservoaravdelinger som kan være meget kostbart. Når de ses i aggregat kan antallet av overliggende reservoarer inneholde signifikant oljemengde på plass, men når en enkelt reservoaravdeling kompletteres for produksjon kan utviklingen være ulønnsom. Offshore- eller land-utvikling hvor overflatebegrensninger ikke tillater en høy densitet av brønn-utvikling er ikke praktisk på grunn av behovet for et tilordnet strålepumpe-kunstig løftesystem.
- Mange brønner påtreffer tynne produksjon-sandstingere med en gjennom-snittlig tykkelse på anslagsvis fra 1,5 til 6 meter, i hvilket tilfelle det ikke er

praktisk å komplettere alle sonene på grunn av behovet for frakturstimulasjon. Mange tynne soner er ansett å være for marginale til å perforere og stimulere ved bruk av nåværende kompletteringspraksiser.

- I situasjoner hvor reservoarkvalitet i tilstøtende sandlinser målsøkt for et enkelt fraktur-stimuleringstrinn varierer i betraktelig grad eller hvor trykkutladning er høyere i én sone, kan nåværende frakturstimuleringsmetodikker ha lav virkningsgrad og være stort sett ineffektive på grunn av at frakturtrinn som tar sikte på flere linser vil gå i det enkle intervall med den høyeste trykkutladnings/laveste frakturgradient.
- I situasjoner hvor reservoarkvaliteten og trykket i tilstøtende sandlinser målrettet for et enkelt frakturtrinn er liknende, kan nåværende stimulasjonsmetoder gi begrensede frakturhalvlengder i en enkelt sone og etterlate mange soner undersimulert hovedsakelig på grunn av begrensninger i pumpekapasitet og fluidviskositet for å unngå for sterk fraktur-høydevekst.
- Sekundær utvinning med vann- og gass-, og/eller dampinjeksjon fra en brønn og utvinning fra en ytterligere brønn for trykkopprettholdelse og sveip har generelt liten virkningsgrad på grunn av: (1) variabilitet av bergartsegenskaper, og (2) ukjent kontinuitet av sandlinser mellom brønner.
- Petrofysisk evaluering ved hjelp av logganalyse er komplisert på grunn av: (1) variasjoner i litologi, (2) variable og ekstremt lavt vannsaltinnhold, og (3) ukjente fluid-invasjonsprofiler.
- Mange tynne soner vil bli ansett å være for marginale for perforering og stimulering på grunn av den relativt høye omkostning ved komplettering.
- Brønner må være hovedsakelig vertikale hvis strålepumpe-løftesystemer anvendes slik at feltarealer hvor det dreier seg om vanskelig tilgjengelige veier og lokaliteter eller i mange offshore-miljøer kan ikke lønnsomt utnyttes.
- Nåværende tilgjengelige metoder tillater ikke testing av olje- og vannproduktivitets pr. sone mens de sammenblandede sand/skifer-sekvenser produseres med strålepumpe-løftesystemer. Injeksjon av vann, damp og/eller gasser i avviksbrønner som tar sikte på spesifikke soner for trykkopprettholdelse og oljesveip tillater generelt ikke operatøren å vite om injisert vann har erfart for tidlig gjennombrudd i den kompletterte sone av

produksjonsbrønnene, ettersom alle soner er sammenblandet og bare total vannmengde og vannstrømningsmengder måles. Nåværende kompletterings- og produksjonsmetoder i disse oljefelt-utviklingssituasjoner krever dyr og tidkrevende riggintervensjon ved bruk av trykkfalls-testprosedyre i et forsøk på å fastslå i hvilke soner det dreier seg om for store mengder vann, damp og/eller gass.

- I mange oljefelt er parafinavsetning inne i produksjonsrøret og på utsiden av stangstrenger i produksjonsbrønner problematisk under produksjonsfasen. Ettersom råolje beveger seg forholdsvis sakte opp gjennom produksjonsstrengen mot overflaten avkjøles oljen og dette bidrar signifikant til problemet. Å fjerne slik parafin fra nedhulls rør- og stangstrenger er et kostbart problem i mange slike oljefeltutviklinger.
- Parafinavsetning på stenger og produksjonsrør i produksjonsbrønner er et signifikant problem ettersom produsert olje beveger seg sakte mot overflaten og avkjøles mens den beveger seg oppover i brønnen.

I ytterligere utnyttelsesmetoder bores en enkelt brønn fra overflaten og flere horisontale eller laterale brønner strekker seg ut fra den vertikale brønn for å maksimere utvinningen av olje fra brønnen. Forskjellige problemer eksisterer likevel i forbindelse med tidligere kjente metoder for utnyttelse av eksisterende teknologi for utvinning av formasjonsfluider. Høye operasjonsomkostninger resulterer således fra tidligere kjente metoder og utstyr for utvinning av undergrunns formasjonsfluider.

US-patent 5,074,360 beskriver et hovedsakelig horisontalt borehull boret for å krysse et forut eksisterende hovedsakelig vertikalt borehull. Det horisontale borehull kan bores fra overflaten og flere horisontale brønner kan bores for å krysse en felles vertikal brønn, eller bores fra et felles sete til flere vertikale brønner. US-patent 4,458,945 beskriver et system som utnytter vertikale adgangssjakter som strekker seg gjennom den olje- og gassførende sone. Et rørsystem er lagt gjennom horisontale tunneler som gjensidig forbinder produksjonsbrønnene og krysser et flertall dreneringstype-utvinningsseter til en pumpe ved bunnen av en vertikal aksesjakt slik at den oppsamlede olje og gass pumpes til overflaten. Produksjonsbrønnene strekker seg fra den horisontale tunnel oppover til produksjonssonen. US-patent 6,848,508 viser en entringsbrønn

som strekker seg fra overflaten mot en undergrunnssone. Skrå brønner strekker seg fra terminus av et entrings-borehull til undergrunnssonen, eller kan alternativt strekke seg fra en hvilken som helst annen passende entringsdel. Hvor der er flere undergrunnssoner i varierende dybder kan skrå brønner strekke seg gjennom den undergrunnssone som ligger nærmest overflaten inn i og gjennom den dypeste undergrunnssone. Leddede borehull kan strekke seg fra hver skrå brønn inn i hver undergrunnssone. US-patent 6,119,776 beskriver en metode for produksjon av olje ved bruk av vertikalt atskilte horisontale brønndeler med frakturer som strekker seg mellom disse deler.

WO 03/095795 A beskriver en fremgangsmåte for undergrunns-behandling av undergrunns-materialer som omfatter et injeksjonsmønster og et utvinnings-mønster som omfatter sideboringer som strekker seg fra hovedboringen.

Ulempene ved den tidligere teknikk overvinnes ved den foreliggende oppfinnelse, og et forbedret system og fremgangsmåte for produksjon av fluider fra en undergrunnsformasjon beskrives i det følgende.

## OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et system av undergrunns-brønner, karakterisert ved at det omfatter: en undergrunns-strømningsbrønn med minst én del liggende under i det minste én av to eller flere undergrunns-formasjoner vertikalt adskilt av ett eller flere fluidimpermeable lag; et flertall dreneringsbrønner som hver strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer i det minste to av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner hver ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet og som har en nedre del i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen, idet undergrunns-strømningsbrønnen mellom hver lokalitet av fluidkommunikasjon med en dreneringsbrønn og en felles utvinningsbrønn er vinklet 45° eller mindre i forhold til horisontalen; og den felles utvinningsbrønn som strekker seg fra overflaten og i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen, slik at formasjonsfluider som går inn i nevnte to eller flere dreneringsbrønner fra nevnte to eller flere formasjoner strømmer inn i undergrunns-strømningsbrønnen og deretter inn i den felles utvinningsbrønnen.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også en fremgangsmåte for oppbygging av et brønnsystem, karakterisert ved at den omfatter: boring av et

flertall av dreneringsbrønner som hver strekker seg fra overflaten og krysser/-skjærer i det minste to eller flere undergrunnsformasjoner ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet, idet undergrunnsformasjonene er vertikalt adskilt av ett eller flere fluidimpermeable lag; boring av en undergrunns-strømningsbrønn med minst en del underliggende i det minste én av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner vertikalt adskilt av ett eller flere fluidimpermeable lag og i fluidkommunikasjon med en nedre del av nevnte én eller flere dreneringsbrønner, idet undergrunns-strømningsbrønnen mellom hver lokalitet av fluidkommunikasjon med en dreneringsbrønn og en felles utvinningsbrønn er vinklet 45° eller mindre i forhold til horisontalen; boring av den felles utvinningsbrønn som strekker seg fra overflaten og i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen; og utvinning av fluider til overflaten gjennom den felles utvinningsbrønn, slik at formasjonsfluider som går inn i flertallet av dreneringsbrønner strømmer gjennom dreneringsbrønnene og til undergrunns-strømningsbrønnen og deretter til utvinningsbrønnen.

Ytterligere utførelsesformer av systemet og fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen fremgår av de uselvstendige patentkrav.

I en utførelsesform inkluderer et system for produksjon av fluider fra én eller flere undergrunnsformasjoner et undergrunns-strømningsrør ("flow line") med minst én del som ligger inne i eller under nevnte én eller flere undergrunns-formasjoner, én eller flere dreneringsbrønner ("drainage wells") som hver strekker seg fra overflaten, og en utvinningsbrønn ("recovery well") som strekker seg fra overflaten. Hver dreneringsbrønn krysser nevnte én eller flere undergrunns-formasjoner og har en nedre ende i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsrørborehullet. Utvinningsbrønnen inkluderer en produksjonsstreng og er i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningrøret.

En ytterligere utførelsesform inkluder et system et flertall dreneringsbrønner som hver strekker seg fra overflaten og krysser nevnte én eller flere undergrunns-formasjoner. Hver av dreneringsbrønnene har en nedre ende i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen. En pumpe kan være anordnet for pumping av fluider fra utvinningsbrønnen eller til overflaten.

Ifølge en utførelsesform av fremgangsmåten for produksjon av fluider fra én eller flere undergrunnsformasjoner bores en undergrunns-strømningsbrønn som

har minst en del inne i eller beliggende under nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner. Fremgangsmåten inkluderer tilveiebringelse av én eller flere dreneringsbrønner som hver strekker seg fra overflaten og krysser nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner og har en nedre ende i kommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen. En utvinningsbrønn som strekker seg fra overflaten er anordnet til å være i fluidkommunikasjon med undergrunnsstrømningsbrønnen. Fluider kan utvinnes fra den nedre ende av utvinningsbrønnen.

Ytterligere utførelsesformer og trekk og fordeler ved den foreliggende oppfinnelse vil fremgå av den følgende detaljerte beskrivelse, hvori henvisning gjøres til figurene i de vedføyde tegninger.

## KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Fig. 1 er et sideriss av en utførelsesform av et system for utvinning av olje ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2 er et toppriss av de forskjellige brønner vist i fig. 1.

Fig. 3 er et toppriss av en ytterligere utførelsesform av et system ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 4 er et toppriss av enda en ytterligere utførelsesform av et system ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 5 er et sideriss av en ytterligere utførelsesform av et system for utvinning av formasjonsfluider.

Fig. 6 er et sideriss av et system for utvinning av formasjonsfluider i en "offshore"-anvendelse.

## DETALJERT BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSESFORMER

Den foreliggende oppfinnelse kan anvendes i utvinning av hydrokarboner i oljefelt-utviklingsanvendelser hvorved hydrokarbonene er dispergert i stabelvis sekvens av høyt oppdelte reservoarer inne i et forholdsvis tykt samlet intervall av permeable sand og impermeable ikke-produktive skifere. I mange tilfeller er den ønskede hydrokarbonproduksjon råolje fra forholdsvis små sandlinser og reservoaravdelinger med dårlig reservoarkontinuitet og heterogene bergartsegenskaper og som vanlig krever frakturstimulering. På grunn av den forholdsvis lille størrelse

av hver sandlinse eller reservoaravdeling oppnår sammenblanding av mange separate soner til en enkelt komplettering virkningsfull og lønnsom utnyttelse.

I en utførelsesform, muliggjør den foreliggende oppfinnelse at et forholdsvis stort antall forholdsvis tynne reservoarer kan kompletteres virkningsfullt, eventuelt med fraktureringsstimulasjon, fra en undergrunns-strømningsbrønn og flere dreneringsbrønner. Undergrunns-strømningsbrønnen er i fluidkommunikasjon med en utvinningsbrønn. Under anvendelse av denne dreneringsteknikk kan et forholdsvis stort feltareal utvikles med en enkel utvinningsbrønn og et enkelt kunstig løftsystem som f.eks. en elektrisk neddykkbar pumpe, en frem- og tilbakegående stangpumpe drevet av en pumpejekk, en pumpe med progressivt hulrom drevet av en roterende stangstreng, en hydraulisk drevet jet-pumpe, eller drevet fra et gassløftesystem. I stedet for å ha tallrike vertikale brønner som hvert virker til å pumpe et felt for utvinning av hydrokarboner fra et gitt feltområde kan produksjonen fra feltområdet kombineres til en utvinningsbrønn.

Fig. 1 illustrerer et system 10 for utvinning av fluider fra én eller flere undergrunnsformasjoner 12. Systemet inkluderer et flertall av brønner som hver strekker seg fra overflaten 14. De fagkyndige vil innse at hver av brønnene vist heri, kan være boret som del av programmet for å utvinne fluid fra undergrunnsformasjonene, eller én eller flere av brønnene kan være eksisterende, som forklart videre i det følgende, slik at de andre brønner bores for å samvirke med den eller de eksisterende brønner for utvinning av fluider. I fig. 1 strekker en primær dreneringsbrønn 16 seg fra overflaten og gjennom overflatefôringsrøret 18, gjennom flertallet av undergrunnsformasjoner 12, og avbøyes så til å resultere i en undergrunns-strømningsbrønn 20 som har i det minste en del som enten ligger inne i eller ligger under nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner. En foretrukket utførelsesform inkluderer den vertikale del 22 av den primære dreneringsbrønn et fôringsrør 24 som strekker seg gjennom flertallet av undergrunnsformasjoner 12 og som deretter er blitt perforert innenfor de produserende soner slik at fluider vil dreneres ved hjelp av tyngdekraften inn i undergrunns-strømningsbrønnen 20. For den viste utførelsesform, avsluttes fôringsrøret 24 i den primære dreneringsbrønn 16 under den nederste undergrunnsformasjon 12, og er anordnet på skrå til en generell horisontal måte under undergrunnsformasjonene som skal produseres i et gitt feltområde til å

danne undergrunns-strømningsbrønnen 20. Enden av strømningsbrønnen 20 kan stenges ved hjelp av forskjellige konvensjonelle mekanismer, inklusive enkel avslutning i boreprosessen eller ved å tilveiebringe en plugg 47 nær enden av strømningsbrønnen.

Et flertall sekundære dreneringsbrønner 26, 28, 30, 32 og 34 er vist hver forløpende fra overflaten og som krysser én eller flere undergrunnsformasjoner 12, slik at en nedre del av hver av disse sekundære dreneringsbrønner er i fluid-kommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20 av den primære dreneringsbrønn. Disse sekundære dreneringsbrønner kan være hovedsakelig vertikale, som f.eks. brønnene 26, 30, 32 og 34, eller kan ha én eller flere avviksseksjoner 36, som vist for brønnen 28, slik at det tillates at mer enn én brønn strekker seg nedover fra det samme overflateelement ("surface pad") 37, mens de sekundære brønner, som passerer gjennom formasjonene anordnes med lateral avstand. Også her kan hver av de sekundære dreneringsbrønner perforeres for å tillate at formasjonsfluid drenerer inn i den respektive sekundære dreneringsbrønn, og deretter inn i undergrunns-strømningsbrønnen 20 av den primære dreneringsbrønn. Hver sekundær dreneringsbrønn kan inkludere et overflate-fôringsrør 38, med et sekundært dreneringsbrønn-fôringsrør 40 som strekker seg gjennom overflatefôringsrøret, gjennom flertallet av formasjoner, og til fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20 av den primære dreneringbrønn 16. Hver sekundær brønn kan således sekvensmessig plasseres som vist fig. 1 og 2 til å inkludere frakturplan 39 som tilveiebringer utvinning av fluider ved drenering fra undergrunnsformasjonen. Tidligere perforasjoner i en dreneringsbrønn kan avstenges for å blokkere strømning til brønnen, som vist i fig. 1 ved hjelp av perforeringsblokkeringer 41. Fig. 1 illustrerer en ventil 64 nær den nedre ende av dreneringsbrønnen 26 og følere 62 og 60 i henholdsvis dreneringsbrønnen 30 og 32. Disse komponenter i dreneringsbrønnen kan anvendes for å kontrollere strømning eller å avføle fluidbetingelser eller fluidstrømningsmengder, som drøftet i det følgende.

Dette system inkluder også en utvinningsbrønn 42 som har et overflate-fôringsrør 44 og et fôringsrør 46 som også er vist perforert i sonene av undergrunnsformasjonene. En produksjonsstreng 45 er anordnet i fôringsrøret 46 og strekker seg nedover til en høykapasitetspumpe 48. Produksjonsstrengen kan

være en rørdel med en forholdsvis stor diameter. Den nedre ende av utvinningsbrønnen 42 er således i fluidkommunikasjon med den nedre del av undergrunns-strømningsbrønnen 20 av den primære dreneringsbrønn 16, slik at fluid fra den vertikale seksjon av den primære brønn og fra hver av de sekundære dreneringbrønner strømmer under innvirkning av tyngdekraften eller ved hjelp av et trykkdifferensial inn i undergrunns-strømningsbrønnen 20 og deretter inn i den nedre del av utvinningsbrønnen 42. Fluid fra den primære dreneringsbønn og hver av de sekundære dreneringsbrønner strømmer således til utvinningsbrønnen, hvor en elektrisk neddykkbar pumpe, en stangdrevet pumpe, en strålepumpe, eller et gassløftesystem kan anvendes for å pumpe fluider gjennom produksjonsstrengen 45 til overflaten.

I foretrukne utførelsesformer er undergrunns-strømningsbrønnen i den primære brønn vinklet mot en nedre ende av utvinningsbrønnen ved pluss eller minus 45 grader fra horisontalen, og er i mange anvendelser vinklet nedover med mindre enn 20 grader fra horisontalen mot den nedre ende av utvinningsbrønnen. Undergrunns-strømningsbrønnen 20 er enkelte ganger referert til som "skrå" ettersom denne strømningsbrønn ofte er anordnet på skrå enten oppover med omtrent 30 grader eller heller nedover med opp til omtrent 45 grader. Strømningsbrønnen 20 kan imidlertid være horisontal med liten eller ingen helling. Hvis strømningsbrønnen er anordnet på skrå oppover kan det hydrostatiske trykk av fluidet i strømningsbrønnen og/eller i dreneringsbrønnene være tilstrekkelig til å resultere i fluidstrømning til utvinningsbrønnen. I noen utførelsesformer kan undergrunns-strømningsbrønnen være anordnet på skrå som beskrevet i dette avsnitt mellom sine kryssningspunkter med én eller flere sekundære dreneringsbrønner og utvinningsbrønnen, men denne seksjon av undergrunns-strømningsbrønn mellom disse krysningspunkter kan inkludere en underseksjon av en undergrunns-strømningsbrønn som er anordnet i vinkel utenfor dette område (f.eks. en "fall"-seksjon med større fall enn 45°) som kan være blitt boret for geologiske eller andre grunner. I en eventualitet er utvinningsbrønnen 42 hovedsakelig vertikal og kan således motta en drivstang 50 drevet ved overflaten for drift av nedhullspumpen 48.

I noen utførelsesformer, passerer seksjonen av den primære drenerings-brønn 16 over en nedre hellende seksjon gjennom og er i fluidkommunikasjon

med nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner 12. Denne seksjon kan være en hovedsakelig vertikal seksjon av den primære dreneringsbrønn, som også kan inkludere fôringsrør perforert for utvinning av fluider fra undergrunnsformasjonene. Hver av nevnte én eller flere sekundære dreneringsbrønner kan også inkludere et fôringsrør perforert for utvinning av fluider fra undergrunnsformasjonene. Utvinningsbrønnen 42 kan også selv passere gjennom og være i fluidkommunikasjon med nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner, slik at fluider fra formasjonen kan dreneres under innvirkning av tyngdekraften til en nedre del av utvinningsbrønnen og deretter bli pumpet til overflaten gjennom produksjonsstrengen 45.

Når en brønn bores, kan det være at en slamkake assosiert med boreoperasjonen midlertidig blokkerer fluidkommunikasjon mellom formasjonen og den borede brønn. En slik boret brønn betraktes imidlertid som å være i fluidkommunikasjon med formasjonen ettersom slamkaken vanlig penetreres eller fjernes som del av kompletteringsprosessen, eller på annen måte brytes opp for å tillate fluidstrømning mellom formasjonen og dreneringsbrønnen. I noen utførelsesformer kan filteret og/eller gruspakking også anvendes i primære og/eller sekundære dreneringsbrønner.

Med henvisning til fig. 2 illustrerer der et toppriss av systemet som vist i fig. 1 den primære dreneringsbrønn 16 og hver av flertallet av sekundære dreneringsbrønner 26, 28, 30, 32 og 34. Hver av disse brønner, så vel som utvinningsbrønnen 42, kan være perforert. Seksjonen av hver primær dreneringsbrønn, hver sekundær dreneringsbrønn, og utvinningsbrønnen kunne også være et ikke-fôret borehull, eller kunne ha et slisset forlengingsrør for fluidkommunikasjon mellom den fluidførende formasjon og hver brønn.

Fig. 2 illustrerer også et ytterligere trekk ved oppfinnelsen, hvor én eller flere injeksjonsbrønner kan anvendes for å skyve eller drive fluid til dreneringsbrønner, og deretter gjennom en undergrunns-strømningsbrønn og til en utvinningsbrønn. Fig. 2 illustrerer således injeksjonsbrønner 70A, som kan injiseres med det ønskede fluid, som f.eks. vann, nitrogen, karbondioksid, damp, eller annet drivfluid for å drive hydrokarboner mot dreneringsbrønnen 26. På liknende måte kan fluid injiseres i brønnen 70B for å fluid mot dreneringsbrønnene 28 og 30. Den tredje injeksjonsbrønn 70C kan anvendes ved å skyve fluider mot

dreneringsbrønner 32 og 34. En ytterligere injeksjonsbrønn 70D kan skyve fluider mot gjenvinningsbrønnen 42 som kan inkludere perforasjoner for drenering av fluid til den nedre ende av utvinningsbrønnen.

Det er et spesielt trekk ved systemet at kombinasjonen av brønner inkluderer et flertall dreneringsbrønner og for mange utførelsesformer tre eller flere dreneringsbrønner, som strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer minst én av én eller flere undergrunnsformasjoner ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet. Et stort antall dreneringsbrønner vil øke strømningsvolumet til strøm-ningsbrønnen 20 og deretter til utvinningsbrønnen, hvor et enkelt løftesystem er mye mer lønnsomt enn å tilveiebringe et løftesystem for hver brønn. Den nedre del av hver dreneringsbrønn er således i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20 slik at undergrunns-strømningsbrønnen da overfører fluid fra dreneringsbrønnene til utvinningsbrønnen.

Fig. 3 illustrerer et toppriss av en ytterligere utførelsesform av et system ifølge den foreliggende oppfinnelse, hvori et flertall primære dreneringsbrønner 16A, 16B og 16C er fordelt i et felt, og strømmer mot en enkel utvinningsbrønn 42. Et flertall sekundære dreneringsbrønner 52A, 54A, 56A er hver i fluidkommuni-kasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20A av den primære drenerings-brønn 16A, og på tilsvarende måte er sekundære dreneringsbrønner 52B, 54B, 56B og 58B hver i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20B i den primære dreneringsbrønn 16B, mens sekundære dreneringsbrønner 52C, 54C og 56C hver er i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20C i den primære dreneringsbrønn 16C. Hver av de primære dreneringsbrønner og de sekundære dreneringsbrønner strømmer således mot den samme utvinningsbrønn 42. Fig. 3 vise også en del av en ytterligere undergrunns-strømningsbrønn 20D og en sekundær brønn 52D, slik at fluid fra én eller flere formasjoner strømmer under innvirkning av tyngdekraften gjennom én eller flere brønner 52D og deretter gjennom strømningsbrønnen 20D til utvinningsbrønnen 42.

Fig. 4 illustrerer enda en ytterligere utførelsesform av et system ifølge den foreliggende oppfinnelse, med primære dreneringsbrønner 16A-16G og 16I-16N som hver strømmer mot én av utvinningsbrønnene 42A, 42B eller 42C, eller strømmer mot en ytterligere undergrunns-strømningsbrønn 20 av en primær

dreneringsbrønn, som i sin tur strømmer til en utvinningsbrønn. Som eksempel inkludere den primære dreneringsbrønn 16A en undergrunns-strømningsbrønn 20A som er i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen 20G i den primære dreneringsbrønn 16G, slik at oljen som strømmer fra én eller flere av de sekundære dreneringsbrønner 52A, 52B eller 52C strømmer inn i undergrunns-strømningsbrønnen 20A av den primære dreneringsbrønn 16A og strømmer så til en del av undergrunns-strømningsbrønnen 20G i den primære brønn 16G og til utvinningsbrønnen 42A. Undergrunns-strømningsbrønnen 20D og 20J i de respektive primære dreneringsbrønner 16D og 16J, er ikke rette, men er i stedet krummet slik at de er i fluidkommunikasjon med hver av de sekundære dreneringsbrønner 54A, 54B og 54C, henholdsvis 56A, 56B, 56C og 56D. Strømningsbrønner 20B, 20C, 20E, 20F, 20I, 20K, 20L og 20M tilveiebringer strømningsbrønner til i det minste én av utvinningsbrønnene, som vist. En signifikant fordel ved systemet ifølge den foreliggende oppfinnelse er at det ikke er anordnet noen produksjonsrør eller pumper i de primære dreneringsbrønner eller i de sekundere dreneringsbrønner. Undergrunns-strømnings-brønnen 20 i hver primær dreneringsbrønn i et felt er også anordnet fordelt i en valgt avstand fra hverandre, selv om et flertall primære dreneringsbrønner kan bores fra samme "pad" eller plattform under anvendelse av avviksboringsmetoder.

Fig. 4 illustrerer også injeksjonsbrønner 78A, 78B og 78C som kan anvendes for å drive fluid til én eller flere av dreneringsbrønnene, slik at produksjonen økes signifikant. Hvis drivfluidet bryter gjennom til en dreneringsbrønn kan et gjennombrudd detekteres med følere drøftet i det følgende i forbindelse med fig. 5 for å detektere en endring i fluidegenskaper, slik at injeksjonsprosessen for denne injeksjonsbrønn kan avbrytes, eller formasjonen med gjennombrudd av drivfluidene kan stenges i området som omgir dreneringsbrønnen.

Fig. 4-utførelsesformen illustrerer også fordelen ved å tilveiebringe dobbelte utvinningsbrønner, slik at en utvinningsbrønn kan avstenges, f.eks. for å reparere en pumpe eller produksjons-strømningsbrønnen, mens fluid fortsetter å bli utvunnet fra den andre utvinningsbrønn. Utvinningsbrønnen 42A kan avstenges mens strømningsbrønnen 20H fører fluider til utvinningsbrønnen 42B. På liknende måte kan utvinningsbrønnen 42B stenges og fluider føres til den ene eller begge utvinningsbrønnene 42A eller 42C. Fortsatt utvinning av fluid er spesielt viktig

ettersom den kontinuerlige strøm av fluid til en utvinningsbrønn forbedrer utvinningen og på grunn av at fluidstrømning, når den først er oppført, kan være vanskelig å sette i gang på nytt. Følgelig kan et nett av brønner som inkluderer to eller flere utvinningsbrønner være foretrukket for mange anvendelser for å øke sannsynligheten for kontinuerlig fluidstrømning til i det minste én utvinningsbrønn.

Et ytterligere trekk ved oppfinnelsen er at utvinningsbrønnene kan være hovedsakelig vertikale brønner slik at det tillates bruk av en frem- og tilbakegående eller en roterende drivstang for å drive nedhullspumpen. En hovedsakelig vertikal utvinningsbrønn avkorter også avstanden mellom pumpen og overflaten. Som vist heri, er det også fordelaktig hvis i det minste noen av dreneringsbrønnene også kan være hovedsakelig vertikale brønner. Dette ikke bare avkorter lengden av brønnen men unngår den høye utgift til spesialboreverktøy og avviksboringsmetoder som typisk kreves for brønner med forsettlig avvik eller vinkling. Som vist heri, er en hovedsakelig "vertikal" brønn en brønn hvori brønnen ikke forsettlig bores med avviksboremetoder og som typisk er en brønn hvori krysningen/skjæringen av brønnen med undergrunns-strømningsbrønnen er forskjøvet mindre enn omtrent 45 grader fra overflaten av brønnen.

Fig. 5 viser en ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen, hvori undergrunns-strømningsbrønnen 20 er et avvik av utvinningsbrønnen 46. Det behøver således ikke noen primær strømningsbrønn for denne utførelsesform. Dreneringsbrønnene 26, 28, 30 og 32 kan således inkludere perforasjoner for utvinning av hydrokarboner, med hydrokarboner som strømmer under innvirkning av tyngdekraften gjennom den respektive dreneringsbrønn til undergrunns-strømningsbrønnen 20 og deretter inn i den nedre del 72 av gjenvinningsbrønnen 46, som inneholder en fluidpumpe eller annet system for utvinning av olje til overflaten. Den forholdsvis korte radius kan da være tilveiebrakt for overgangen 70 mellom utvinningsbrønnen og undergrunns-strømningsbrønnen 20, og om ønsket kan intervallet mellom en nedre ende av undergrunns-strømningsbrønnen og den nedre del 72 av utvinningsbrønnen inkludere én eller flere frakturer eller perforasjoner 57 slik at en høy trykksøyle ikke er nødvendig for å bringe olje til å strømme under innvirkning av tyngdekraften fra undergrunns-strømningsbrønnen 20 inn i den nedre del 72 av utvinningsbrønnen.

Fig. 5 illustrerer også en overflate-kontrollventil 64 for å kontrollere strømningen av fluid fra dreneringsbrønnen 20 til undergrunns-strømningsbrønnen 20 og en føler 60 for en fluidegenskap eller formasjonsegenskap for avføling av en respektiv egenskap av det fluid som overføres gjennom dreneringsbrønnen 28, eller egenskapen av formasjonen som omgir brønnen 28. En føler 62 kan også være anordnet i dreneringsbrønnen 28 for avføling av strømningsmengden av fluid fra brønnen 28 til undergrunns-strømningsbrønnen 20. På denne måte kan kvantiteten av fluid som strømmer fra hver dreneringsbrønn til undergrunns-strømningsbrønnen overvåkes, sammen med egenskapene av det fluid som strømmer til undergrunns-strømningsbrønnen. I det tilfelle at f.eks. strømningen primært blir vann snarere enn olje, kan ventilen 64 lukkes for å redusere utstrømningen fra denne dreneringsbrønn.

I intervensjonsoperasjoner kan det også anvendes for avstengning av strømning fra en spesiell formasjon til en spesiell dreneringsbrønn. Hver av dreneringsbrønnene kan også være forsynt med en overflatekontrollert ventil, som f.eks. en glideventil 65, for kontroll av strømning fra en spesiell formasjon til denne dreneringsbrønn, eller fra alle formasjoner som krysses/skjæres ("intercepted") av denne brønn. Fig. 5 illustrerer en glidehylse 65 for avstengning av perforasjoner veiebrakt for hver av perforasjonene i dreneringsbrønnen 30. Liknende kontrollventiler kan også være anordnet for andre av dreneringsbrønnene, og for lokaliteter av en spesiell dreneringsbrønn som krysser/skjærer selekterte formasjoner. Hvis det f.eks. bestemmes at en spesiell formasjon produserer vann snarere enn lønnsomme mengder olje kan da kontrollventilen ved lokaliteten av denne krysning/skjæring ("interception") med dreneringsbrønnen avstengt, slik at olje vil fortsette å strømme fra andre formasjoner til denne dreneringsbrønn. Mens dette er eksempler vil fagkyndige innse at forskjellige type av ventiler, glidehylser og andre anordninger for strømningskontroll eller sonal isolasjon kan anvendes med intervensjonsmetoder fra overflaten, eller via elektrisk eller optisk gavlet, hydraulisk, og/eller trådløs fjernkontroll.

Fig. 6 viser en enda ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen anvendt i en "offshore"-anvendelse. Fig. 6 ilustrerer et par "offshore"-plattformer 37A og 37B. En primær defineringsbrønn 16 strekker seg gjennom havbunnsnivået 14 og til undergrunns-strømningsbrønnen 20 på en måte hovedsakelig lik den primære

dreneringsbrønn og strømningsbrønn vist i fig. 1. Tre dreneringsbrønner 28, 30 og 32 er vist boret fra den samme plattform og som hver krysser/skjærer et flertall formasjoner for drenering av olje inn i strømningsbrønnen 20. Dreneringsbrønnen 28 inkluderer en kontrollventil 64 og følere 60 og 62 som tidligere drøftet. Utvinningsbrønnen 46 er i fluidkommunikasjon med strømningsbrønnen 20 og strekker seg fra en ytterligere plattform 37B gjennom et flertall formasjoner 12. Produksjonsstrengen 45 er anordnet inne i utvinningsbrønnen 46 som drøftet tidligere for utvinning av fluider til plattformen 37B. Én eller flere dreneringsbrønner 34 strekker seg også fra plattformen 37B hvorfra utvinningsbrønnen 46 bores og passerer gjennom formasjoner 12 for å være i fluidkommunikasjon med strømningsbrønnen 20.

Selv om figurene 1, 5 og 6 illustrerer hver av dreneringsbrønnene og at de befinner seg i det samme plan som strømningsbrønnen 20 og utvinningsbrønnen 46, vil de fagkyndige forstå at noen av dreneringsbrønnene kan være i eller hovedsakelig inntil et plan definert av utvinningsbrønnen og strømningsbrønnen, men i andre anvendelser kan andre av dreneringsbrønnene være anordnet i avstand fra dette plan, slik at den nedre ende av dreneringsbrønnen kan være vinklet slik at en forholdsvis rett strømningsbrønn 20 også vil krysse/skjære den nedre ende av denne vinklede dreneringsbrønn, eller strømningsbrønnen 20 kan være vinklet for å krysse/skjære én eller flere brønner som ikke befinner seg i det samme plan, som vist for strømningsbrønnene 20D og 20J, som vist i fig. 4. Systemet av brønner kan således ha dreneringsbrønner som er vinklet slik at de skjæres/krysses av en strømningsbrønn, eller strømningsbrønnen 20 kan være vinklet ved forskjellige lokaliteter for å krysse/skjære en dreneringsbrønn som ikke er i det samme plan som andre dreneringsbrønner. Flertallet av brønner ifølge denne oppfinnelse behøver således ofte ikke å ligge i et plan som vist i fig. 1, 5 og 6 men kan ha tre-dimensjonale karakteristikker for å oppnå de formål som er angitt heri.

Ifølge metoden for å produsere fluider ifølge oppfinnelsen bores den primære brønn fra overflaten og inkluderer en undergrunns-strømningsbrønn som ligger i eller ligger under nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner. Metoden inkluderer boring eller rekomplettering av én eller flere sekundære drenerings-brønner som hver strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer nevnte én eller

flere undergrunnsformasjoner, og som har en nedre ende i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen i den primære dreneringsbrønn. Utvinningsbrønnen kan bores eller rekompletteres og strekker seg fra overflaten til en undergrunns-strømningsbrønn for utvinning av fluider fra den nedre ende av dreneringsbrønnene. Utvinningsbrønnen kan være boret for å passere gjennom eller krysse/skjære nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner og kan være perforert eller inkludere et slisset forlengingsrør som er i fluidkommunikasjon med disse formasjoner. Uvinningsbrønnen kan være hovedsakelig vertikal slik at en drivstang kan strekke seg fra overflaten for å drive nedhullspumpen.

I noen anvendelser kan dreneringsbrønnene være ikke-fôrede hull, uten noe perforert fôringsrør eller slisset forlengingsrør for blokkering av strømning mellom formasjonen og dreneringsbrønnen. I selekterte anvendelser kan én eller flere av dreneringsbrønnene eller én eller flere utvinningsbrønner være på forhånd borede brønner og kan ha vært anvendt tidligere som enten en utvinningsbrønn eller en injeksjonsbrønn. Brønnene kan således rekompletteres for å tjene som enten en dreneringsbrønn eller en utvinningsbrønn. Soner som var åpne for injeksjon av fluid inn i en formasjon kunne således avstenges og nye soner perforeres eller fraktueres. Ifølge fremgangsmåten for å danne systemet av undergrunnsbrønner som beskrevet heri, kan nevnte én eller flere drenerings-brønner og utvinningsbrønner først bores eller rekompletteres, eller som forklart i det foregående, og en eksiterende brønn kan anvendes for én eller flere av disse brønner. Undergrunns-strømningsbrønnen er foretrukket det siste segment av en brønn som bores, og kan bores enten ved boring av en primær dreneringsbrønn som fører inn i en undergrunns-strømningsbrønn eller ved boring av en utvinningsbrønn som fører til undergrunns-strømningsbrønnen. Undergrunns-strømningsbrønnen kan anvende for konvensjonelle metoder for å styre strømningsbrønnen til å krysse/skjære den nedre del av hver dreneringsbrønn og utvinningsbrønnen. Høy pålitelighet ved å bringe undergrunns-strømningsbrønnen til å krysse/skjære med disse dreneringsbrønner og utvinningsbrønner kan oppnås ved utnyttelse av det roterende magnetsiktesystem RMRS ("Rotary Magnet Ranging System") som leveres av Halliburton Energy Services. Dette system kan anvende en magnet nær borkronen av bunnhullssammenstillingen BHA av undergrunns-strømningsbrønnen som bores, som enten kan være én av

dreneringsbrønnene eller utvinningsbrønnen, og inkluderer et kabel-undersøkelsesinstrument ført til en lokalitet innenfor helt ned til omtrent 1 meter av det målsøkte krysnings/skjæringspunkt ("interception point") i enten en dreneringsbrønn eller en utvinningsbrønn. Overvåkningsinstrumentet avføler den magnetiske anomali når borkronen med magnet nærmer seg målet. Bunnhullssammenstillingen styres da i respons til denne avfølte informasjon slik at borkronen krysser/skjærer det målsøkte krysnings/skjæringspunkt. Andre systemer kan anvendes og kan enten inkludere en føler i en brønn responsiv til signaler fra den andre brønn, eller responsiv til målkomponenten eller en ytterligere komponent, eventuelt i bunnhullssammenstillingen, eller i den andre brønn. Konvensjonelle avviks-oppmålingsmetoder kan anvende gyro-oppmålingsverktøy med høy nøyaktighet som kan inkludere treghetsnavigering og/eller gyro-under-boring, som kjent innenfor dette området, magnetisk siktеteknologiverktøy, eller andre verktøy for brønner som krysser/skjærer hverandre. I andre anvendelser kan én eller flere dreneringsbrønner og/eller utvinningsbrønner bores etter at undergrunns-strømningsbrønnen er boret, i hvilket tilfelle dreneringsbrønnen eller utvinningsbrønnen kan styres til å krysse/skjære undergrunns-strømningsbrønnen.

Ettersom verken den primære dreneringsbrønn eller de sekundære dreneringsbrønner krever produksjonsrør, stenger eller en pumpe i borehullet er full adgang tilgjengelig til hver brønn for riggløse intervensjoner, som f.eks. produksjonslogging og andre kabeloperasjoner eller for spolerøroperasjoner. Soner kan kompletteres uten vesentlig brønnintervensjon. I tillegg bør det bestemmes hvilke soner som skal kompletteres, det utføres vedlikeholdsarbeid etter behov som f.eks. fraktureringsbehandlinger, konformeringsbehandlinger for vann- eller gassavstengning, eller kompletteringsmetoder ved bruk av spolerør, kan effektivt anvendes på de primære dreneringsbrønner og de sekundære dreneringsbrønner uten riggintervensjon. Metodene ifølge denne oppfinnelse tillater også forbedret reservoarstyring for hurtig bestemmelse av at vann, damp eller gass fra en injektor har brutt gjennom til en utvinningsbrønn i en spesiell sone uten å interferere med produksjon fra andre soner som anvender produksjons-loggingsmetoder som ikke krever en rigg for utplassering. Forskjellige verktøy kan også anvendes for å måle total strømningsmengde og oljefraksjon pr. sone under produksjonsfasen i en dreneringsbrønn uten behov for en overhalingsrigg for å

fjerne rør, en pumpe eller stenger. I tillegg eliminerer metodene ifølge den foreliggende oppfinnelse behovet for å teste produktiviteten av soner ved bruk av trykkfalsmetoder. Hvis et sterkt vanngjennombrudd identifiseres ved bruk av produksjonslogging eller nedhulls permanente følere, kan en spolerør-konformeringsbehandling anvendes for å avstenge problematiske soner og muliggjøre at injisert vann eller gass redirigeres til en ytterligere dreneringsbrønn.

Vannkilden for en injektorbrønn kan være merket med et spormateriale som lett kan detekteres ved hjelp av produksjonsloggingsmetoder. Kontinuitet av sandlinser mellom brønner kan således bekreftes og injiserte vannstrømninger kan spores over tid.

Ved å produsere en sone i en kort tidsperiode før frakturbehandling, kan det skapes et større differensial eller frakturgradient mellom sand og skifer. Ved at man gjør dette kan frakturhalvlengder strekke seg utover konvensjonelle lengder på grunn av ukontrollerbar frakturhøyde assosiert med større behandlinger. Brønner behøver ikke bores med tett avstand ettersom selve frakturplanene kunne strekke seg utover reservoarlensene som penetreres av brønnen.

Som forklart i det foregående behøver dreneringsbrønnene ikke være vertikale ettersom brønnene ikke behøver å stangpumpes. "Pad" og plattform-boring av flere sekundære utvinningsbrønner er således praktisk for offshorefelt og landoperasjoner som krever redusert miljøinnvirkning. Avviksboremetoder kan anvendes for å penetrere flere ikke så sentrale "sweet spots" identifisert ved seismisk analyse eller andre midler for maksimering av hydrokarbonutvinning.

Som vist heri, kan et stort antall brønner således være fluidmessig forbundet til en enkelt undergrunns-utvinningsbrønn. Fluid produseres bare ved nevnte én eller flere utvinningsbrønner og strømningen av fluid foregår generelt nedover ved hjelp av innvirkning av tyngdekraften mot den nedre ende med høyere temperatur av utvinningsbrønnen som er blitt utstyrt med et stort kunstig løftesystem og produksjonsstreng som er blitt konstruert til å minimere parafinoppbygning under produksjonsoperasjoner, slik at parafingjenavfetninger reduseres. Ved å tilveiebringe et stort kunstig løftsystem er kostnadene for et system lavere sammenlignet med å tilveiebringe tallrike kunstige løftsystemer for hver brønn.

Ved å opprettholde full adgang til de primære og sekundære brønnrings-brønner kan nye brønner kompletteres eller rekompletteres, og brønner kan fraktureringsstimuleres eller refraktureres ved eksiterende hydrokarbonsoner eller nye sone uten utkopling av undergrunns-utvinningsbrønnsystemet. Produksjons-logging av brønner kan identifisere muligheter til å optimere virkningsgradene og soner som produserer for mye vann, damp eller gass kan isoleres ved bruk av spolerørinnført konformasjonskjemikalier og/eller konformasjonssement. I tillegg kan kjemikalier for å forbedre stabiliteten av ikke-fôret borehull være billigere enn innføring av et forlengingsrør i undergrunns-strømningsbrønnen eller dreneringsbrønnene.

Konseptet ifølge den foreliggende oppfinnelse vil kunne tas i bruk i tallrike oljefeltutviklingsanvendelser, inklusive slike med tykke sekvenser av lagdelte sann/skifer-intervaller, oljesoner som krever frakturstimulasjonsbehandlinger, og soner med dårlig reservoarkontinuitet og heterogene bergartsegenskaper. Systemet beskrevet heri kan også anvendes for metoder hvori gassekspansjon er den primære reservoar-drivmekanisme, og kan også anvendes med metoder som involverer vann,- damp- og/eller gassinjeksjon for sekundær oljeutvinning. Det kunstige løfteutstyr for store volum tillater at metoden anvendes når der er signifikant vannproduksjon fra sekundære utvinningsoperasjoner. Hydrokarboner som inkluderer et høyt parafininnhold kan effektivt utvinnes og olje kan utvinnes mer effektivt sammenlignet med tradisjonelle utnyttelsesmetoder som involverer høye operasjonsomkostninger, høye brønndensiteter for utnyttelse av flere små reservoarlinser, svake skiferbarrierer og overhalingsintervensjon for sonenivå-testing.

Med de anvendelser som er drøftet i det foregående, strømmer formasjonsfluid med innvirkning av tyngdekraften til utvinningsbrønnen, ofte med assistanse av et trykkdifferensial mellom fluidet i dreneringsbrønnen og/eller undergrunns-strømningsbrønnen, og det reduserte trykk ved den nedre del av utvinningsbrønnen som inneholder pumpen eller annet utvinningsbrønnløfte-system. I andre anvendelser er reservoartrykket ved hver av krysnings/skjærings-lokalitetene tilstrekkelig til at fluidsøylen i dreneringsbrønnen kan være høyere enn den respektive formasjons krysnings/skjæringslokalitet. I disse anvendelser kunne en undergrunns-strømningsbrønn krysse/skjære oppsamlingsbrønnene over

formasjonens krysnings/skjæringslokaliteter, ettersom fluidtrykk tilveiebringer kraften til å drive oljen til undergrunns-strømningsbrønnen og deretter til utvinningsbrønnen. Den nedre del av oppsamlingsbrønnen, selv om den ligger over formasjonen, ville likevel være i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen og således utvinningsbrønnen. Dette arrangement behøver ikke være foretrukket ettersom det ikke tilveiebringer full drenering av formasjonen, men kan ha anvendelser innenfor noen felt. Bemerk at oppsamlingsbrønnene forbundet til undergrunns-strømningsbrønnen ikke benevnes "dreneringsbrønner" i denne anvendelse, ettersom tyngdekraften jo ikke da assisterer i å bevege fluid til undergrunns-utvinningsbrønnen.

Betegnelsene krysning/skjæring ("intercepting") og krysning/skjæring ("interception") som anvendt heri involverer krysningen eller skjæringen av en brønn eller en strømningsbrønn, som f.eks. en dreneringsbrønn, med en produksjonsformasjon. En "krysnings/skjæringslokalitet" er den sone hvori brønnen krysser skjæret en produksjon. Noe eller hele av hver krysnings/skjærings-lokalitet er høyere enn en nedre ende av utvinningsbrønnen for å lette strømning til utvinningsbrønnen. En undergrunns-strømningsbrønn er "innenfor" en formasjon hvis noen del av strømningsbrønnen strekker seg inn i eller på annen måte er inne i noen del av formasjonen. En undergrunns-strømningsbrønn ligger "under" en formasjon hvis den befinner seg vertikalt under i det minste en del av formasjonen. Den underliggende strømningsbrønn kan eventuelt være lateralt anordnet i avstand fra formasjonen og i noen anvendelser kan strømningsbrønnen være anordnet i en betraktelig avstand fra krysningen/skjæringen av én eller flere dreneringsbrønner med nevnte én eller flere formasjoner.

En "utvinningsbrønn" som anvendt heri, er en brønn hvorfra fluider utvinnes til overflaten. En "dreneringsbrønn" er en brønn som mottar fluider fra en formasjon og overfører fluidene, vanlig ved hjelp av tyngdekraften og ofte med en trykkdifferensialhjelp, til en undergrunns-strømningsbrønn og deretter til en utvinningsbrønn. En primær "dreneringsbrønn" kan krysse/skjære en produksjonsformasjon eller ikke, og kan således eventuelt være komplettert for produksjon.

Betegnelsen "som strekker seg fra overflaten" når uttrykket er anvendt i forbindelse med en brønn inkluderer brønner boret fra overflaten og brønner boret fra et ytterligere borehull, f.eks. i et multilateralt eller knutepunktsystem, med

foreldreborehullet i dette system boret fra overflaten. "Overflaten" av en brønn er den øverste landoverflate av landbrønnen og er havbunnen av en offshorebrønn. Betegnelsen "kontrollere strømning til undergrunns-strømningsbrønnen" inkluderer åpning, avstengning eller måling av en spesiell sone for entring til dreneringsbrønnen.

Betegnelsen "fluidkommunikasjon" betyr at fluid kan strømme uten et signifikant trykkdifferensial mellom to lokaliteter. Fluidkommunikasjon kan resultere fra krysningen/skjæringen mellom en formasjon og en brønn, fra krysningen/skjæringen mellom to brønner, eller fra brønner som er så nær at fluid passerer uten signifikant begrensning mellom de to brønner, eventuelt på grunn av perforering eller frakturering av avstanden mellom brønnene. Betegnelsen "fluid" som anvendt heri, betyr en væske eller en kombinasjon av en væske og en gass. Vann kan således utvinnes med en pumpe fra utvinningsbrønnen for å øke strømningen av hydrokarbongasser fra formasjonen til overflaten. I andre anvendelser kan olje og hydrokarbongasser eller olje og vann utvinnes fra utvinningsbrønnen. Betegnelsen "intervensjonsoperasjon" betyr en operasjon gjennomført fra overflaten på én eller flere av dreneringsbrønnene og inkluderer brønnsimulering, brønnrensing, en brønnhulls og/eller formasjonstestoperasjon, og en fluidavstengningsoperasjon. Som anvendt heri betyr betegnelsen "stimuleringsoperasjon" en operasjon for å stimulere produksjon og inkludere perforering eller frakturering av formasjonen, syrebehandling og borehullsrensing.

Som beskrevet her, kan én eller flere dreneringsbrønner, og i mange anvendelser et flertall dreneringsbrønner, strekke seg fra overflaten og som krysser/skjærer i det minste én av nevnte én eller flere undergrunnsformasjoner, idet en nedre del av dreneringsbrønnen er i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen. I en eksempelvis anvendelse kan fire dreneringsbrønner hver krysse/skjære formasjonen og ha en nedre del i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen. Ytterligere brønner i området av disse fire dreneringsbrønner, idet slike ytterligere brønner eventuelt kan drenere formasjonsfluid inn i brønnen, er ikke ansett som dreneringsbrønner som beskrevet heri ettersom de ikke har en nedre del i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen. Én eller flere av disse ytterligere brønner kan også være en utvinningsbrønn ettersom fluid kan utvinnes fra brønnen. Den er

imidlertid ikke en utvinningsbrønn i fluidkommunikasjon med en undergrunns-strømningsbrønn som beskrevet heri, slik at fluider som går inn i nevnte én eller flere dreneringsbrønner strømmer inn i undergrunns-strømningsbrønnen og deretter til utvinningsbrønnen.

5

# PATENTKRAV

1. System av undergrunnsbrønner,
karakterisert ved at det omfatter:
en undergrunns-strømningsbrønn (20) med minst én del liggende under i det minste én av to eller flere undergrunnsformasjoner (12) vertikalt adskilt av ett eller flere fluidimpermeable lag; et flertall dreneringsbrønner (26,28,30,32,34) som hver strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer i det minste to av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner (12) hver ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet og som har en nedre del i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen (20), idet undergrunns-strømningsbrønnen (20) mellom hver lokalitet av fluidkommunikasjon med en dreneringsbrønn og en felles utvinnings-brønn (42) er vinklet 45° eller mindre i forhold til horisontalen; og den felles utvinningsbrønn (42) som strekker seg fra overflaten og i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen (20), slik at formasjonsfluider som går inn i nevnte to eller flere dreneringsbrønner (26,28,30,32,34) fra nevnte to eller flere formasjoner (12) strømmer inn i undergrunns-strømningsbrønnen (20) og deretter inn i den felles utvinningsbrønnen (42).

2. System ifølge krav 1, hvori den felles utvinningsbrønnen har en nedre seksjon, og hvori i det minste en del av hver krysnings/skjæringslokalisering er høyere enn den nevnte nedre seksjon av utvinningsbrønnen.

3. System ifølge krav 1 eller krav 2, som ytterligere omfatter: en primær dreneringsbrønn som strekker seg fra overflaten og som har en nedre del som danner en undergrunns-strømningsbrønn.

4. System ifølge krav 3, hvori den primære dreneringsbrønn inkluderer en seksjon over undergrunns-strømningsbrønnen som krysser/skjærer i det minste to eller flere undergrunnsformasjoner.

5. System ifølge et av de foregående krav, hvori undergrunns-strømningsbrønnen befinner seg i det minste delvis inne i en nederste av to eller flere undergrunnsformasjoner.

6. System ifølge et av de foregående krav, hvori flertallet av dreneringsbrønner inkluderer minst én av et perforert fôringsrør (46) eller et slisset forlengingsrør for utvinning av fluider fra de to eller flere undergrunnsformasjoner.

7. System ifølge et av de foregående krav, hvori utvinningsbrønnen krysser/skjærer i det minste én av to eller flere undergrunnsformasjoner.

8. System ifølge et av de foregående krav, hvori utvinningsbrønnen inkluderer en nedre del som danner undergrunns-strømningsbrønnen.

9. System ifølge et av de foregående krav, som ytterligere omfatter: en ytterligere undergrunns-strømningsbrønn med en del som ligger under i det minste én av to eller flere undergrunnsformasjoner vertikalt adskilt av ett eller flere impermeable lag; et ytterligere flertall av dreneringsbrønner som strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer i det minste to av nevnte to eller flere undergrunns-formasjoner hver ved en respektiv krysnings/skjæringslokalitet og med en nedre del i fluidkommunikasjon med den nevnte ytterligere undergrunns-strømningsbrønn; og idet den nevnte ytterligere undergrunns-strømningsbrønn er i fluidkommunikasjon med én av undergrunns-strømningsbrønnen og utvinnings-brønnen, slik at fluider fra nevnte to eller flere formasjoner strømmer inn i den ytterligere undergrunns-strømningsbrønn via det ytterligere flertall av dreneringsbrønner og inn i utvinningsbrønnen.

10. System ifølge et av de foregående krav, som ytterligere omfatter: en ytterligere utvinningsbrønn som strekker seg fra overflaten og i fluid-kommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen.

11. System som angitt i et av de foregående krav, hvori utvinningsbrønnen inkluderer et løftesystem som er lokalisert i utvinningsbrønnen.

12. System ifølge krav 11, hvori utvinningsbrønn-løftesystemet inkluderer én eller flere av en pumpe drevet fra overflaten ved hjelp av en drivstang, en hydraulisk drevet jet-pumpe, og et gassløfte-ventilsystem.

13. System ifølge krav 3, hvori den primære dreneringsbrønn inkluderer en seksjon over undergrunns-strømningsbrønnen som krysser/skjærer og er i fluidkommunikasjon med i det minste én av nevnte to eller flere undergrunns-formasjoner.

14. System ifølge et av de foregående krav, hvori utvinningsbrønnen krysser/skjærer og er i fluidkommunikasjon med to eller flere undergrunns-formasjoner.

15. System ifølge et av de foregående krav, hvori i det minste én av flertallet av sekundære dreneringsbrønner inkluderer en nedhulls føler (60) for avføling av én av en formasjonsbetingelse og en fluidbetingelse.

16. System ifølge et av de foregående krav, hvori i det minste én av flertallet av sekundære dreneringsbrønner inkluderer en strømningskontroll-innretning for å kontrollere strømning inn i en respektiv sekundær dreneringsbrønn fra én av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner.

17. System ifølge et av de foregående krav, hvori i det minste én av flertallet av sekundære dreneringsbrønner inkluderer en strømningskontrollinnretning for å kontrollere strømning fra en respektiv dreneringsbrønn til undergrunns-strømningsbrønnen.

18. System ifølge et av de foregående krav, som ytterligere omfatter: en injeksjonsbrønn i avstand fra hver av flertallet av sekundære dreneringsbrønner for å injisere fluid inn i nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner for å bevege utvinningsfluider inn i i det minste én av flertallet av sekundære dreneringsbrønner.

19. Fremgangsmåte for oppbygging av et brønnsystem, karakterisert ved at den omfatter:

boring av et flertall av dreneringsbrønner (26,28,30,32,34) som hver strekker seg fra overflaten og krysser/skjærer i det minste to eller flere undergrunnsformasjoner (12) ved en respektiv krysnings/skjærings-lokalitet, idet undergrunnsformasjonene (12) er vertikalt adskilt av ett eller flere fluid-impermeable lag; boring av en undergrunns-strømningsbrønn (20) med minst en del underliggende i det minste én av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner (12) vertikalt adskilt av ett eller flere fluidimpermeable lag og i fluidkommunikasjon med en nedre del av nevnte én eller flere dreneringsbrønner (26,28,30,32,34), idet undergrunns-strømningsbrønnen (20) mellom hver lokalitet av fluidkommunikasjon med en dreneringsbrønn og en felles utvinningsbrønn (42) er vinklet 45° eller mindre i forhold til horisontalen; boring av den felles utvinningsbrønn (42) som strekker seg fra overflaten og i fluidkommunikasjon med undergrunns-strømningsbrønnen (20); og utvinning av fluider til overflaten gjennom den felles utvinningsbrønn (42), slik at formasjonsfluider som går inn i flertallet av dreneringsbrønner (26,28,30,32,34) strømmer gjennom dreneringsbrønnene (26,28,30,32,34) og til undergrunns-strømningsbrønnen (20) og deretter til utvinningsbrønnen (42).

20. Fremgangsmåte ifølge krav 19, som ytterligere omfatter: boring av en primær dreneringsbrønn som strekker seg fra overflaten og som har en nedre del som danner undergrunns-strømningsbrønnen.

21. Fremgangsmåte ifølge krav 19 eller 20, som ytterligere omfatter: boring av utvinningsbrønnen til å krysse/skjære i det minste én av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner.

22. Fremgangsmåte ifølge krav 21, hvori hver av flertallet av dreneringsbrønner er forsynt med i det minste én av et perforert fôringsrør (46) eller slisset forlengingsrør for kommunikasjon av fluider fra nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner.

23. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 22, som ytterligere omfatter: dannelse av minst en del av undergrunns-strømningsbrønnen til å være i direkte fluidkommunikasjon med i det minste én av nevnte to eller flere undergrunnsformasjoner.

24. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 23, hvori undergrunns-strømningsbrønnen bores til å være i fluidkommunikasjon med en eller flere tidligere borede dreneringsbrønner og med en tidligere boret utvinningsbrønn.

25. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 18 til 24, som ytterligere omfatter: vinkling av undergrunns-strømningsbrønnen med 45° eller mindre i forhold til horisontalen mellom lokaliteten av fluidkommunikasjon med hver dreneringsbrønn og lokaliteten av fluidkommunikasjon med utvinningsbrønnen.

26. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 25, hvori utvinningsbrønnen har en nedre seksjon, og hvori i det minste en del av den respektive krysnings/-skjæringslokalisering av flertallet av dreneringsbrønner er høyere enn den nedre seksjon av utvinningsbrønnen.

27. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 26, som ytterligere omfatter: tilveiebringelse av et løftesystem i utvinningsbrønnen, idet løftesystemet har én eller flere av en pumpe drevet fra overflaten ved hjelp av en drivstang, en hydraulisk drevet jet-pumpe, og et gassløfte-ventilsystem.

28. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 27, hvori utvinningsbrønnen er hovedsakelig vertikal og at en drivstang strekker seg fra overflaten til å drive en nedhulls pumpe.

29. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 28, som ytterligere omfatter: tilveiebringelse av en nedhulls føler (60) i minst én av flertallet av dreneringsbrønner for avføling av én av en formasjonsbetingelse og en fluidbetingelse.

30. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 29, som ytterligere omfatter: gjennomføring av en brønnstimuleringsoperasjon fra overflaten i i det minste én av flertallet av dreneringsbrønner.

31. Fremgangsmåte ifølge krav 30, hvori brønnstimuleringsoperasjonen er valgt fra en gruppe bestående av én eller flere av en brønnutrensing, perforering, syrebehandling og frakturering av formasjonen.

32. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 31, hvori i det minste en av dreneringsbrønnene tidligere var en injeksjons- eller utvinningsbrønn.

33. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 32, som ytterligere omfatter: injisering av fluider inn i én eller flere injeksjonsbrønner anordnet i avstand fra flertallet av dreneringsbrønner for å bevege formasjonsfluider inn i minst én av flertallet av dreneringsbrønner.

34. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 33, som ytterligere omfatter: tilveiebringelse av en utvinningsstreng (45) i utvinningsbrønnen for utvinning av fluider fra den nedre ende av utvinningsbrønnen til overflaten.

35. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 34, som ytterligere omfatter: utførelse av en brønnstimulasjonsoperasjon fra overflaten i flertallet av dreneringsbrønner.

36. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 19 til 35, som ytterligere omfatter: gjennomføring av en brønnintervensjonsoperasjon fra overflaten i nevnte én eller flere dreneringsbrønner under produsering av fluider fra utvinningsbrønnen, idet brønnintervensjonsoperasjonen er valgt fra en gruppe bestående av én eller flere av en brønnrensing, en brønn- og/eller formasjonstestoperasjon, en stimulasjons-operasjon, en fluidavstengningsoperasjon, en fluidkontrollinnretningsregulering og en operasjon med reparasjon eller erstatning av en føler.

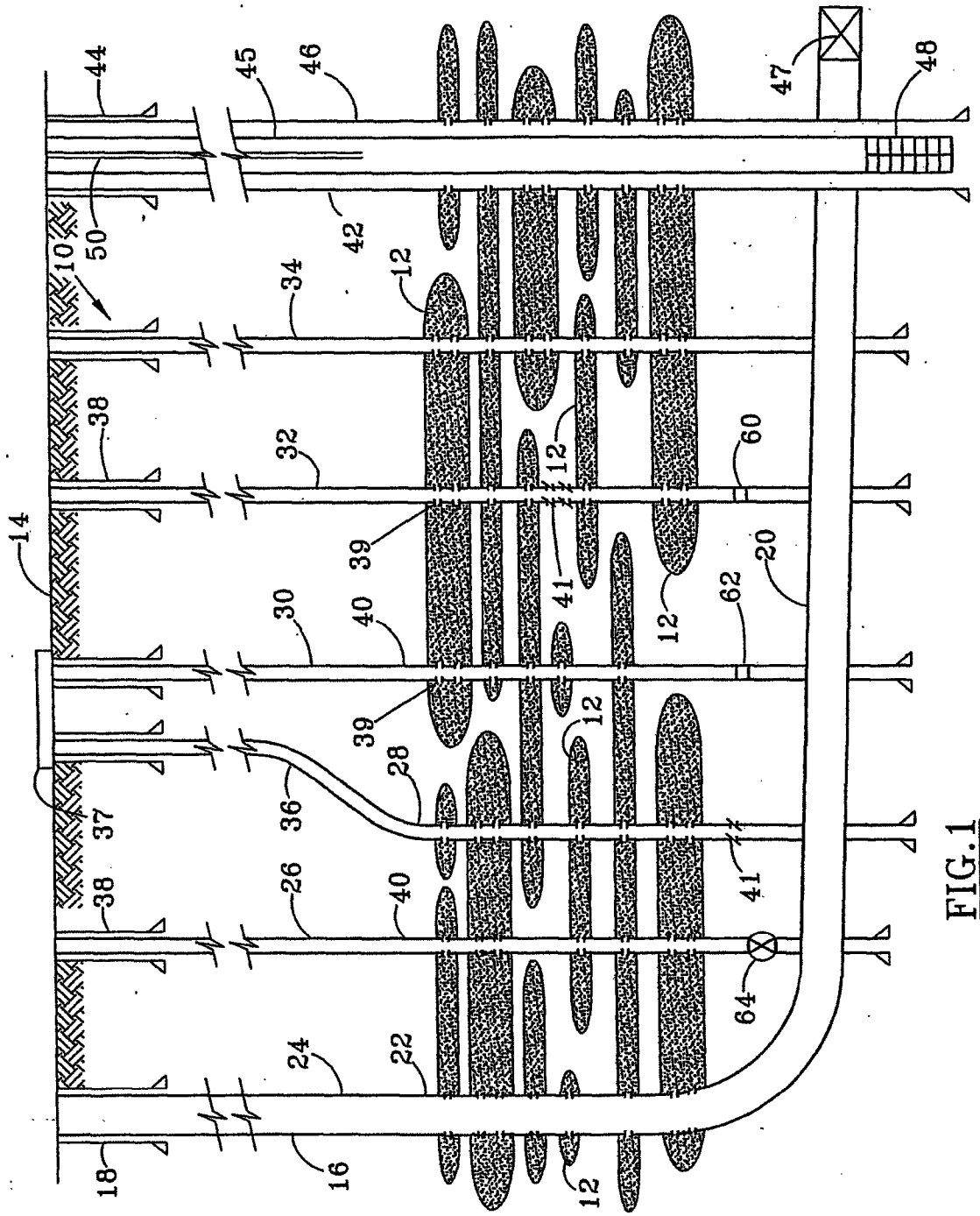

44
45
46
47
48
50
10
42
12
34
38
32
60
14
39
41
30
40
62
20
37
36
28
26
64
24
22
18
16

FIG.1

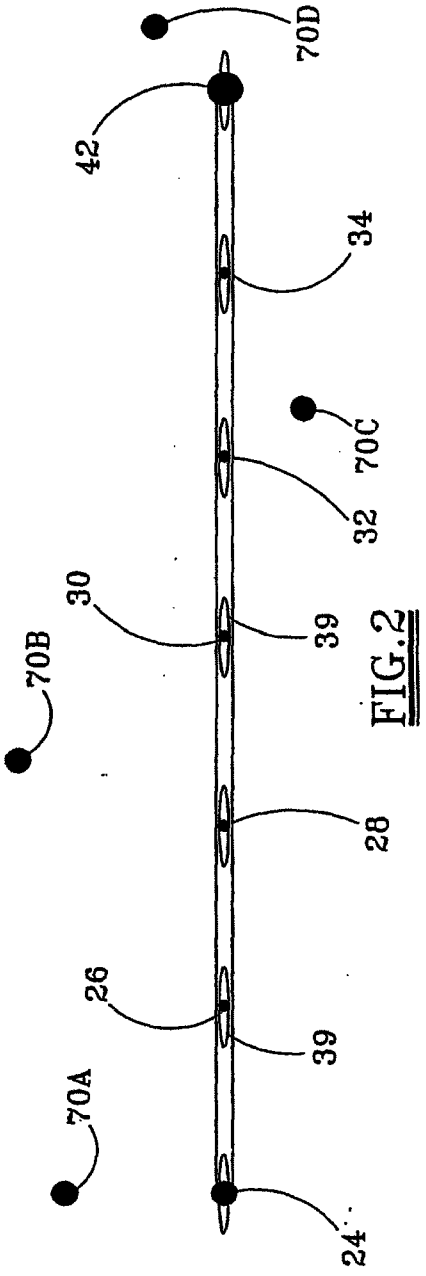

70D
42
34
70C
32
30
39
70B
28
26
39
70A
24

FIG.2

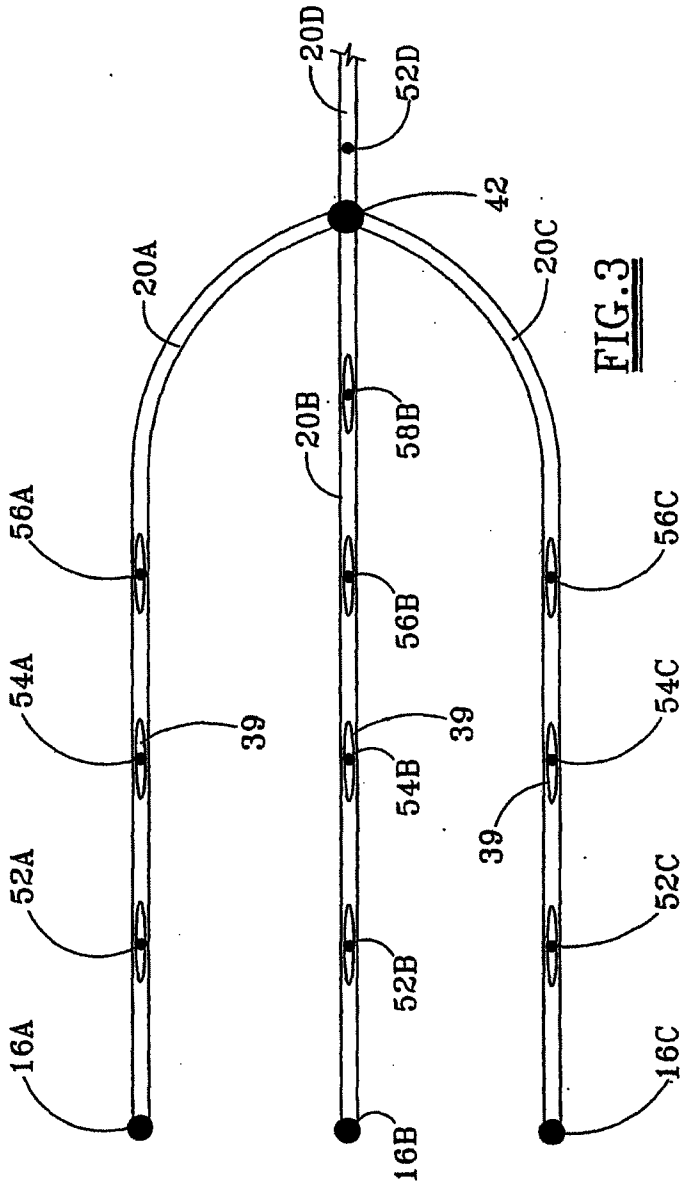

20D
52D
42
20A
20C
20B
58B
56A
56B
56C
54A
39
54B
39
54C
39
52A
52B
52C
16A
16B
16C

FIG.3

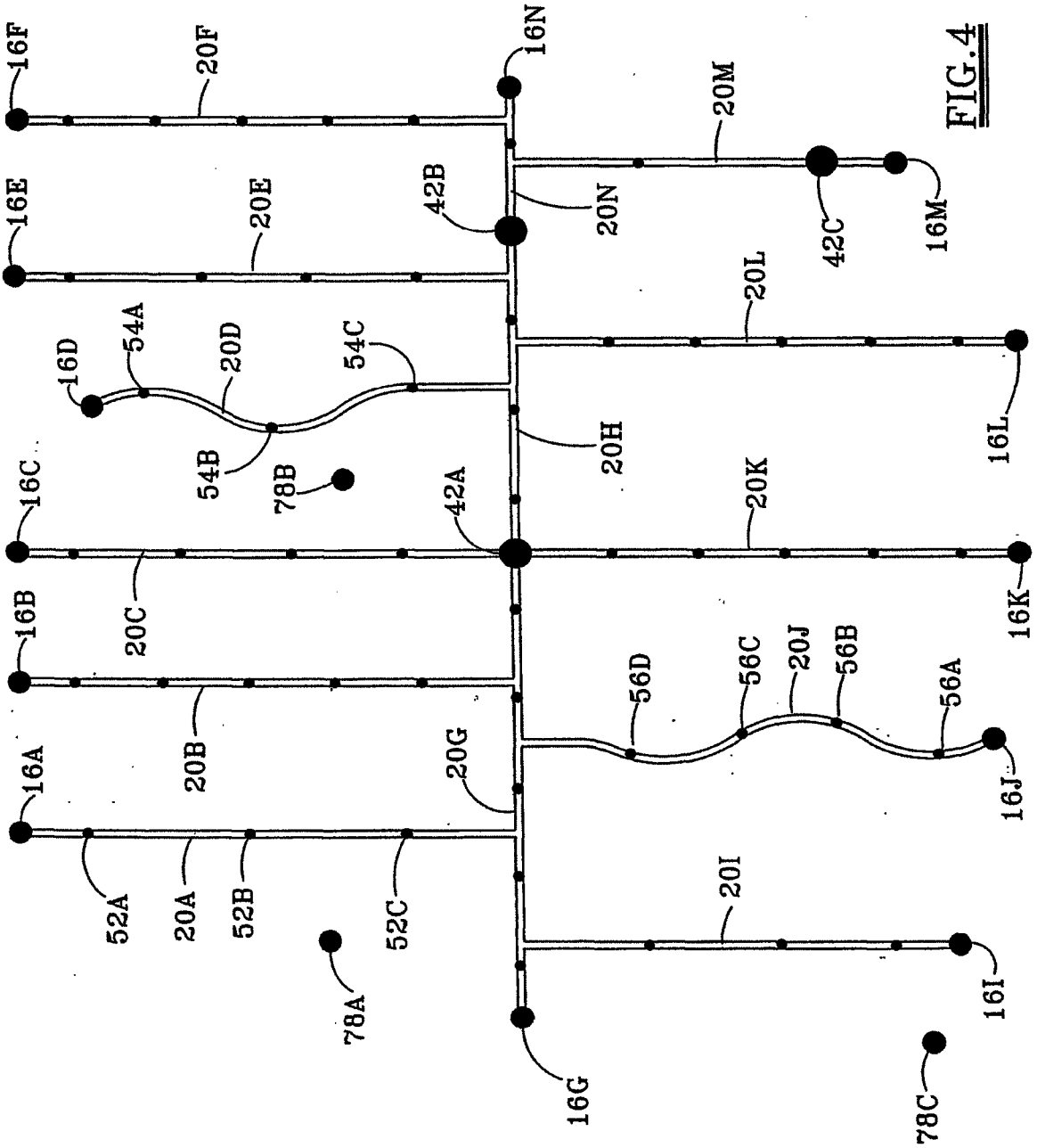

16F
20F
16N
20M
16E
20E
42B
20N
42C
16M
20L
16D
54A
20D
54C
16L
54B
78B
20H
16C
42A
20K
16K
20C
16B
56D
56C
20J
56B
56A
20B
20G
16J
16A
52A
20A
52B
52C
20I
78A
16I
16G
78C

FIG.4

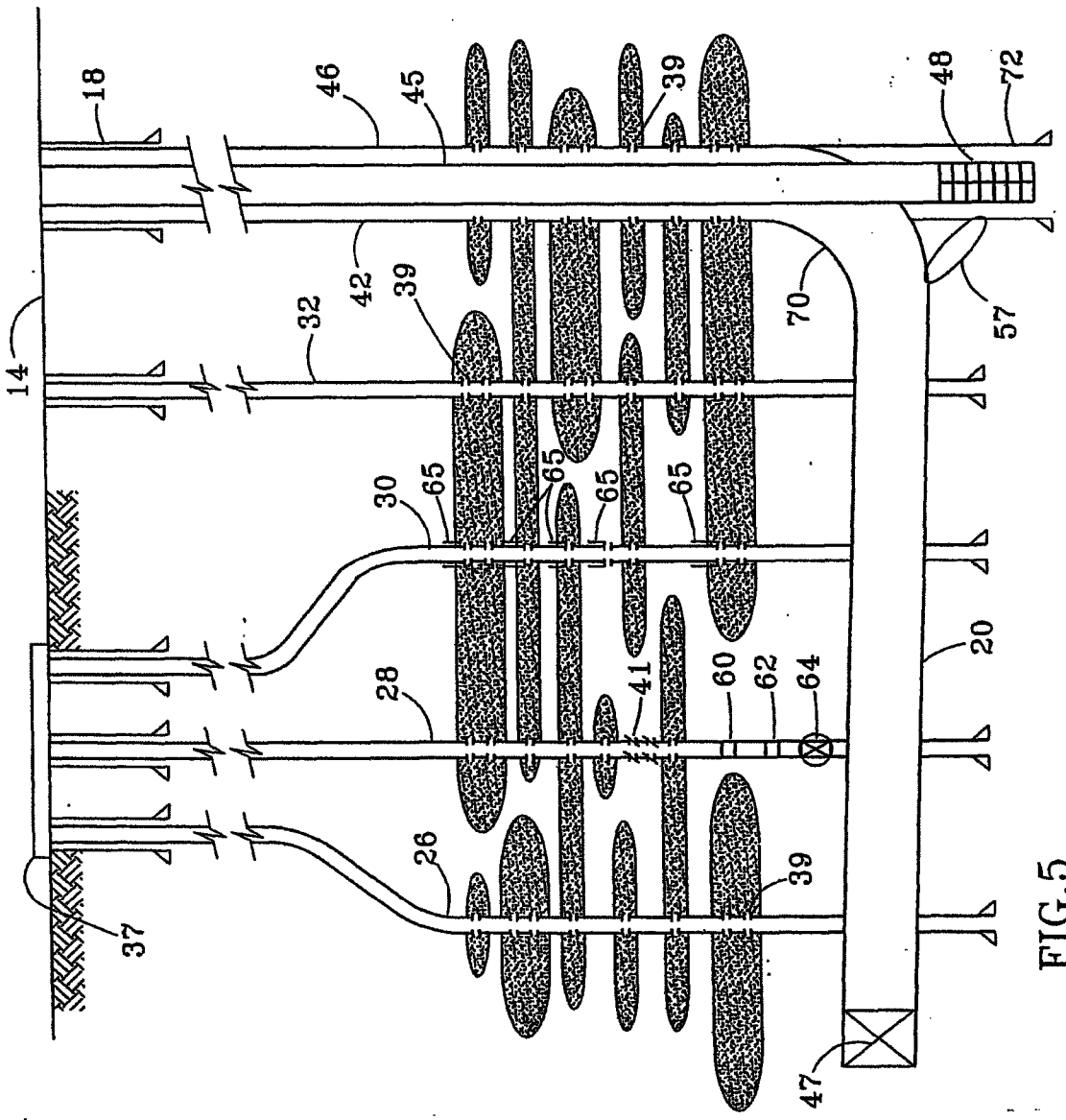

18
46
45
39
48
72
42
39
70
57
14
32
30
65
65
65
65
20
28
41
60
62
64
26
39
37
47

FIG.5

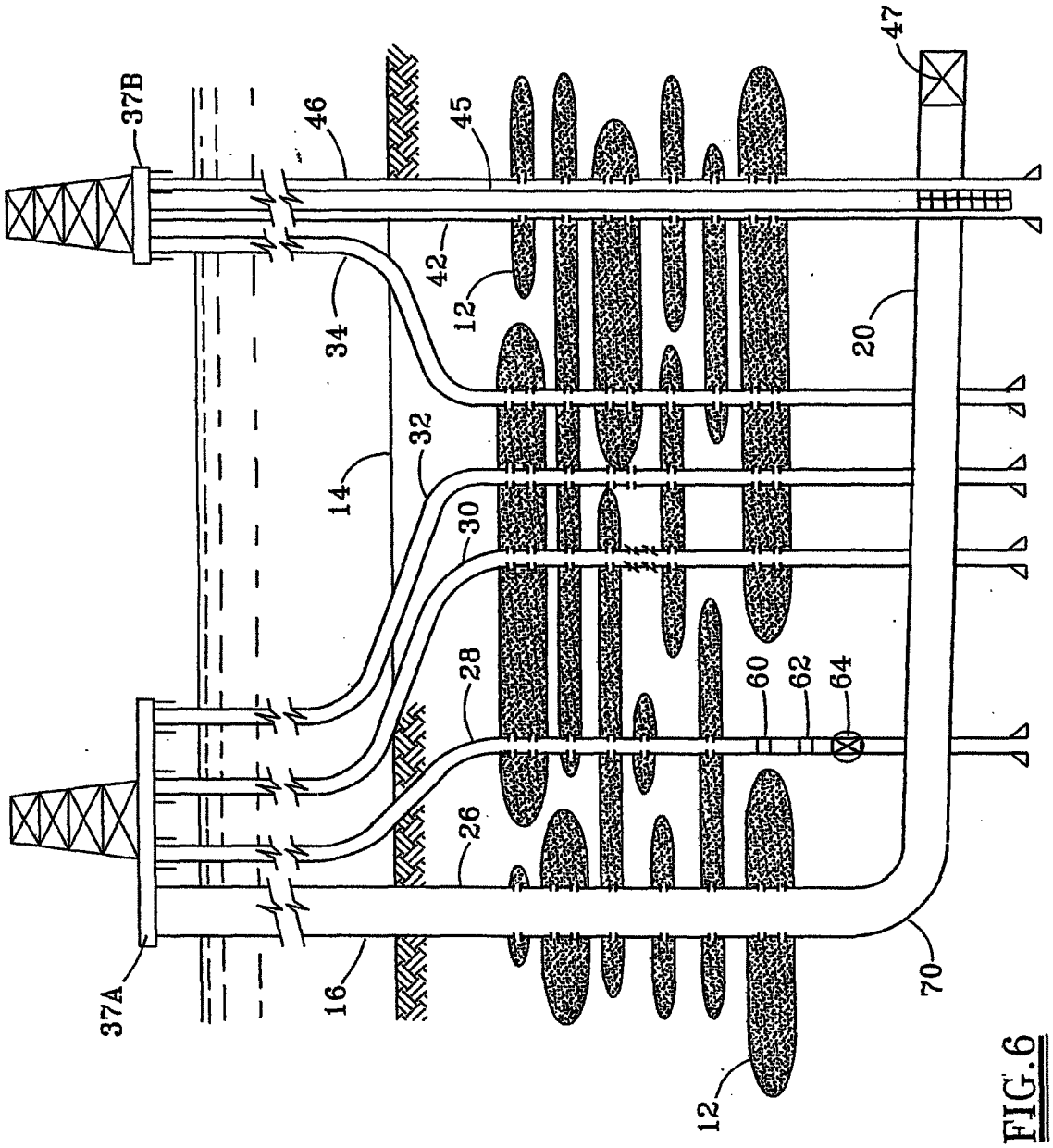



FIG.6