



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20120091

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 13/00 (2006.01)

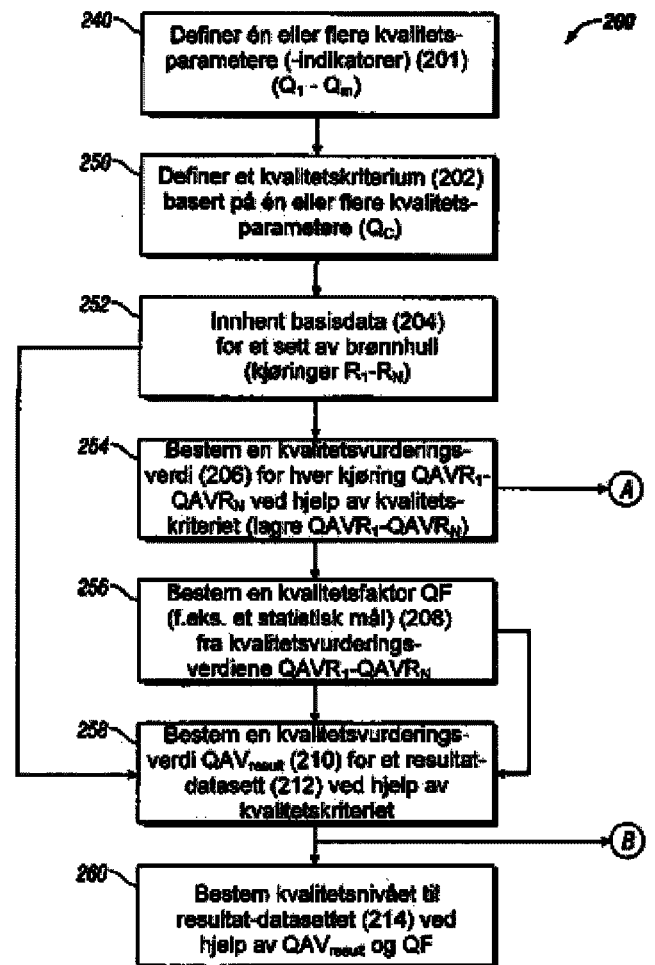
G01V 11/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120091	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2010.08.03 PCT/US2010/044197
(22)	Inng.dag	2012.01.27	(85)	Videreføringsdag	2012.01.27
(24)	Løpedag	2010.08.03	(30)	Prioritet	2009.08.03, US, 61/230,907
(41)	Alm.tilgj	2012.02.10			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P O Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Andreas Hartmann, Mondhagen 55, DE-29227 CELLE, NIEDERSACHSEN, Tyskland Oleg N Akimov, Herzog-Ernst-Ring 29, DE-29221 CELLE (NIEDERSACHSEN), Tyskland Ansgar Baule, Godehardstr. 5, DE-31177 HARSUM, LOWER SAXONY, Tyskland Christian Fulda, Sehnde, Lower, DE-31319 SAXONY, Tyskland			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54) Benevnelse **Apparat og fremgangsmåte for kvalitetsvurdering av nedihulls data**
(57) Sammendrag

I ett aspekt tilveiebringes en fremgangsmåte for kvalitetsvurdering av nedihullsdata. Fremgangsmåten, ifølge én utførelsesform, kan inkludere å definere et kvalitetskriterium basert på én eller flere parametere av interesse, bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for første data, bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for hver kjøring av flere kjøringene ved hjelp av kvalitetskriteriet, bestemme en kvalitetsfaktor fra de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene for de flere kjøringene, og bestemme et kvalitetsnivå for de første dataene ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien for de første dataene og kvalitetsfaktoren for de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene.



KRYSSREFERANSER TIL BESLEKTEDE SØKNADER

Denne søknaden tar prioritet fra den foreløpige søknaden 61/230,907, innlevert 3. august 2009.

5 1. Oppfinnelsens område

[0001] Foreliggende oppfinnelse vedrører generelt apparater og fremgangsmåter for å vurdere kvaliteten til nedihullsdata.

2. Bakgrunn og beslektet teknikk

10 [0002] Oljebrønner (også omtalt her som "brønnhull" eller "borehull") blir boret for å utvinne hydrokarboner (olje og gass) fra undergrunnsformasjoner. En borestreng som inneholder et borerør som fører en boreenhet (også omtalt som en "bunnhulls-enhet" eller "BHA") blir anvendt for å bore brønnhullet. En bunnhulls-enhet inkluderer typisk et stort antall følere som måler en rekke forskjellige parametere

15 vedrørende formasjonen eller boremiljøet. Slike følere inkluderer typisk resistivitetfølere, gammastrålefølere, kjernefølere, akustiske følere, kjernemagnetisk resonansfølere, formasjonstestingsfølere, følere for å estimere vinkling, asimut, osv. Bunnhulls-enheten inkluderer også én eller flere prosessorer for å prosessere nedihullsmålingene og i sanntid sende valgt informasjon vedrørende formasjonen

20 og andre parametere til overflaten via en telemetrienhet. Den mest brukte telemetrimetoden er slampulstelemetri, der signaler blir overført gjennom borefluidet (eller slammet) som sirkulerer gjennom borestrengen. Slike telemetrimetoder er kun i stand til å overføre noen få pulser i minuttet. En stor mengde nedihullsdata blir derfor ofte lagret i én eller flere datalagringsanordninger (så som en halvleder-

25 basert minneanordning) og bare enkelte resultater oppnådd fra disse dataene blir sendt i sanntid til overflaten. Dataene lagret i minneanordningen ("minnedata") nede i hullet blir hentet ut når borestrengen blir trippet ut av brønnhullet og prosessert for å estimere de forskjellige egenskapene av interesse og for å generere bilder av én eller flere parametere. Kvalitetsnivået til nedihullsdata eller

30 bilder frembragt fra slike data blir vurdert etter at boreprosessen er avsluttet. Kvalitetsvurderingen av slike data eller bilder er vanligvis subjektiv. Det er derfor ønskelig å tilveiebringe apparater og fremgangsmåter for objektiv vurdering av kvalitetsnivået til sanntidsdata og data hentet ut fra minnet.

SAMMENFATNING AV OPPFINNELSEN

[0003] I ett aspekt tilveiebringes en fremgangsmåte for å vurdere kvaliteten til nedihullsdata. Fremgangsmåten, ifølge en utførelsesform, kan omfatte å: definere én eller flere kvalitetsparametere eller kvalitetsindikatorer; definere et

5 kvalitetskriterium basert på den ene eller de flere kvalitetsparametrene; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for første data svarende til kvalitetskriteriet; innhente et andre datasett fra flere brønnhull ("kjøringer"); bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for hver kjøring svarende til kvalitetskriteriet; bestemme en kvalitetsfaktor fra de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene for de flere kjøringene; og bestemme et

10 kvalitetsnivå for de første dataene ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien for de første dataene og kvalitetsfaktoren for de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene.

[0004] I et annet aspekt tilveiebringes et datamaskinlesbart medium som er tilgjengelig for en prosessor. Det datamaskinlesbare mediet kan i ett aspekt ha innlemmet et dataprogram som omfatter instruksjoner for å: aksessere nedihullsdata svarende til flere brønnhull ("kjøringer") som definerer basisdata;

15 aksessere et kvalitetskriterium basert på én eller flere kvalitetsparametere; beregne en kvalitetsvurderingsverdi for hver av kjøringene svarende til kvalitetskriteriet; bestemme en kvalitetsfaktor fra de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene for de flere kjøringene; aksessere resultatdata; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for resultatdataene svarende til kvalitetskriteriet; og bestemme et kvalitetsnivå for resultatdataene ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien for resultatdataene og kvalitetsfaktoren.

20

[0005] Utvalgte eksempler på trekk ved apparatet og fremgangsmåten for vurdering av kvaliteten til data er oppsummert nokså generelt for at den detaljerte beskrivelsen av disse som følger skal kunne forstås bedre. Apparatet og fremgangsmåten som vil bli beskrevet i det følgende omfatter selvfølgelig ytterligere trekk som vil danne gjenstanden for kravene inngitt i overensstemmelse med denne beskrivelsen.

30 KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

[0006] De illustrerende utførelsesformene og deres fordeler vil forstås bedre ved å henvise til den følgende detaljerte beskrivelsen og de vedlagte tegningene, der:

Figur 1 viser et skjematisk diagram av et boresystem som kan bli anvendt for å innhente nedihullsdata for et sett av kjøring og/eller for å utføre en kvalitetsvurdering av sanntidsdata under boring av et brønnhull, ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen;

5 Figur 2 er et flytdiagram som illustrerer et eksempel på en fremgangsmåte for å bestemme et kvalitetsnivå for et første sett av nedihullsdata i forhold til et kvalitetsnivå for data fra et antall brønner eller kjøring eller en delmengde / et delsett av disse svarende til valgte kvalitetskriterier;

 Figur 3 er et flytdiagram som illustrerer et eksempel på en fremgangsmåte
10 for å bestemme et kvalitetsnivå for et sett av sanntids nedihullsdata i forhold til minnedata svarende til et valgt kvalitetskriterium; og

 Figur 4 er et funksjonelt blokkdiagram som illustrerer et eksempel på en prosessor innrettet for å utføre fremgangsmåtene beskrevet i denne beskrivelsen.

15 BESKRIVELSE AV ILLUSTRERENDE UTFØRELSESFORMER

[0007] Et stort antall følere blir anvendt for å estimere en rekke forskjellige formasjonsparametere og andre parametere under boring av et brønnhull. Slike følere, i sin alminnelighet omtalt her som måling-under-boring-("MWD")-følere eller "logging-under-boring-("LWD")-følere, er typisk del av en boreenhet (også omtalt
20 som en bunnhullsenhet eller "BHA") og blir anvendt for å innhente en rekke forskjellige nedihullsmålinger under boring av brønnhull. Nedihullsmålingene som gjøres av slike følere blir behandlet av en prosessor i bunnhullsenheten for bruk til å estimere én eller flere egenskaper ved formasjonen og brønnhullet. Slike følere omfatter typisk: resistivitetsfølere, kjernefølere, akustiske følere, kjernemagnetisk resonansfølere, formasjonstestingsfølere, osv. Noen av de prosesserte dataene
25 (omtalt her som sanntidsdataene) blir sendt fra bunnhullsenheten til overflaten under boring av brønnhullet. En stor andel av de behandlede dataene blir lagret i en datalagringsanordning, så som en minneanordning. Dataene fra minneanordningen blir hentet ut og behandlet etter at bunnhullsenheten er trukket ut fra
30 brønnhullet. Dataene fra forskjellige brønnhull eller kjøring blir ofte lagret i form av logger eller bilder.

[0008] Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer generelt apparater og fremgangsmåter for å vurdere kvaliteten til sanntidsdata, data fra en kjøring eller data fra et

antall kjøring i forhold til andre data, som kan være data fra en bestemt kjøring eller fra et antall andre kjøring. I ett aspekt tilveiebringer oppfinnelsen apparater og fremgangsmåter for å vurdere kvaliteten til første data (også omtalt som "resultatdataene") i forhold til kvaliteten til andre data (også omtalt som "basis-
5 dataene") ved hjelp av et valgt kvalitetskriterium. I ett aspekt, for å bestemme kvalitetsnivået til gitte resultatdata, kan én eller flere kvalitetsparametere eller kvalitetsindikatorer bli spesifisert. En kvalitetsvurderingsverdi for hvert datasett i basisdataene (dvs. datasett svarende til dataene for hver kjøring) blir beregnet ved hjelp av det valgte kvalitetskriteriet. En kvalitetsfaktor for alle basisdataene, som
10 kan være et statistisk mål oppnådd fra de forskjellige kvalitetsvurderingsverdiene, blir beregnet. En kvalitetsvurderingsverdi for resultatdataene blir beregnet ved hjelp av det valgte kvalitetskriteriet. Kvalitetsnivået til resultatdataene i forhold til kvalitetsfaktoren for settet av basisdata kan så bli bestemt ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien for resultatdataene og kvalitetsfaktoren for basisdataene. Et
15 detaljert eksempel på en prosess for å bestemme kvalitetsnivået til resultatdata vil bli beskrevet med støtte i figurene 1-4.

[0009] Figur 1 er et skjematisk diagram av et eksempel på boresystem 100 som kan bli anvendt for innhente kjøredata for brønnhull, for å tilveiebringe sanntids-
20 data under boring av et brønnhull og/eller for å prosessere data for å bestemme et kvalitetsnivå for sanntidsdataene, i samsvar med ett aspekt ved oppfinnelsen.

Figur 1 viser en borestreng 120 som omfatter en boreenhet eller bunnhullsenhet (BHA) 190 som føres i et brønnhull 126. Boresystemet 100 omfatter et boretårn 111 oppstilt på en plattform eller et gulv 112 som understøtter et rotasjonsbord 114 som kan bli rotert av en drivkraft, så som en elektrisk motor (ikke vist), med en
25 ønsket rotasjonshastighet. En rørledning 122 (for eksempel et skjøtet borerør), som har boreenheten 190 festet ved sin nedre ende, strekker seg fra overflaten til bunnen 151 av borehullet 126. En borkrone 150 festet til boreenheten 190 maler opp de geologiske formasjonene etter hvert som den blir rotert for å bore brønnhullet 126. Borestrengen 120 er koblet til et heiseverk 130 via et rotasjonsrør 121,
30 en svivel 128 og en line 129 gjennom en trinse. Heiseverket 130 blir anvendt for å styre borkronetrykket ("WOB - Weight-On-Bit"). Borestrengen 120 kan bli rotert av et toppdrevet rotasjonssystem (ikke vist) i stedet for ved å rotere rotasjonsbordet 114. Alternativt kan et kveilrør bli brukt som rørledning 122. En rørinjektor 114a

kan bli anvendt for å føre kveilrøret og bunnhullsenheten inn i brønnhullet 126. I noen anvendelser blir borkronen 150 rotert kun ved å rotere rørledningen 122. I andre anvendelser, derimot, kan en nedihullsmotor 155 (slammotor) anordnet i boreenheten 190 bli anvendt for å rotere borkronen 150.

5 [0010] Et passende borefluid 131 (også omtalt som "slam") fra en kilde 132 for dette, så som en slamtank, blir sirkulert under trykk gjennom borestrengen 120 av en slampumpe 134. Borefluidet 131 føres fra slampumpen 134 inn i borestrengen 120 via en desurger 136 og en fluidkanal 138. Borefluidet 131 strømmer ut i bunnen 151 av brønnhullet gjennom åpninger i borkronen 150. Borefluidet 131, som fører med seg borespon 186, returnerer til slamtanken 132 gjennom ringrommet 127 (mellom borestrengen 120 og brønnhullet 126), returkanalen 135 og boresponsilen 185. Boresponsilen 185 fjerner boresponet 186 fra det returnerende borefluidet. En føler S_1 i kanalen 138 tilveiebringer informasjon om fluidstrømningsmengden. En dreiemomentføler S_2 på overflaten og en føler S_3 tilknyttet borestrengen 120 tilveiebringer informasjon henholdsvis om dreiemomentet på og rotasjonshastigheten til borestrengen 120. Rørrinnføringshastigheten blir bestemt fra føleren S_5 , mens føleren S_6 tilveiebringer kroklasten fra borestrengen 120.

15 [0011] En styringsenhet eller kontroller 140 på overflaten mottar signaler fra følerne og anordningene nede i hullet (beskrevet senere) via en føler 143 anordnet i fluidrøret 138 og signaler fra følerne S_1 - S_6 og andre følere som anvendes i systemet 100, og prosesser disse signalene i henhold til programmerte instruksjoner tilveiebragt til styringsenheten 140 på overflaten. Overflatestyringsenheten 140 viser ønskede boreparametre og annen informasjon på en fremvisning/dataskjerm 25 148 som blir anvendt av en operatør for å styre boreoperasjonene. Overflatestyringsenheten 140 kan være en datamaskinbasert enhet som, i ett aspekt, kan omfatte en prosessor 142 (så som en mikroprosessor), en lagringsanordning 144 (så som et halvlederbasert minne, et lagringsbånd eller en harddisk) og ett eller flere dataprogrammer 146 tilgjengelig for prosessoren 142 for eksekvering av instruksjoner inneholdt i disse programmene. Overflatestyringsenheten 140 kan videre kommunisere med en fjernstyringsenhet 147. Overflatestyringsenheten 140 kan i ett aspekt prosessere data innhentet nedihulls og på overflaten for å

bestemme kvalitetsnivået til sanntidsdata, tilveiebringe bilder, styre én eller flere følere i bunnhullseneheten og styre én eller flere boreoperasjoner.

[0012] Bunnhullseneheten 190 kan i noen aspekter omfatte en rekke forskjellige formasjonsevalueringsfølere eller -anordninger (også omtalt som måling-under-boring-(MWD)-følere eller logging-under-boring-(LWD)-følere) for å bestemme forskjellige egenskaper ved formasjonen, herunder, men ikke begrenset til resistivitet, tetthet, porøsitet, permeabilitet, akustiske egenskaper, kjernemagnetisk resonans-egenskaper, bergartsegenskaper, egenskaper ved fluider nedihulls og andre ønskede egenskaper ved formasjonen 195 rundt bunnhullseneheten 190. Slike følere kan typisk omfatte, men er ikke begrenset til resistivitetsfølere, kjernefølere, akustiske følere, kjernemagnetiske følere og formasjonsevalueringsfølere. For enkelhets skyld er slike følere kollektivt angitt med henvisningstall 165. Bunnhullseneheten 190 kan videre omfatte en rekke forskjellige andre følere og anordninger (kollektivt angitt her med henvisningstall 160) for å bestemme én eller flere egenskaper ved bunnhullseneheten 190, (herunder, men ikke begrenset til bøyemoment, akselerasjon, oscillasjoner, spinn, rykkvis gange, osv.) og bore-relaterte parametere, så som borkronetrykk, fluidstrømningsmengde, trykk, temperatur, borehastighet, asimut, toolface og borkronerotasjon.

[0013] Bunnhullseneheten 190 omfatter også en kraftgenereringsenhet 178 som forsyner elektrisk kraft til følerne 160 og 165 og andre elektriske kretser og anordninger i bunnhullseneheten 190. En telemetrienhet 180 i borestrengen 120 etablerer toveis datakommunikasjon mellom bunnhullseneheten 190 og overflatestyringseneheten 140. En kraftgeneratorenhet 178 kan være en hvilken som helst passende anordning, herunder, men ikke begrenset til en turbin drevet av borefluidet 131 som strømmer gjennom bunnhullseneheten 190 som driver en vekselstrømgenerator (ikke vist). Telemetrienheten 180 kan være en hvilken som helst passende enhet, omfattende en slampulsbasert telemetrienhet, en elektromagnetisk bølgeforplantningsenhet, en akustisk telemetrienhet, og et telemetrisystem basert på kabeltrukkede rør. Boreneheten 190 omfatter videre en nedihullsstyringsenhet 170, som igjen kan omfatte en prosessor 172, så som en mikroprosessor, en datalagringsanordning (eller et datamaskinlesbart medium) 174, data og algoritmer samt dataprogrammer 176. Datalagringsanordningen 174 kan

være en hvilken som helst passende anordning, herunder, men ikke begrenset til et leseminne (ROM), direkteaksessminne (RAM), flashminne og harddisk.

[0014] Under boreoperasjoner mottar styringsenheten 170 data fra følerne 160 og 165, prosesser disse dataene, sender noen av dataene i sanntid (sanntidsdata) til overflaten via telemetrienheten 180 og lagrer andre data i lagringsanordningen 174 nede i hullet (minnedata). I ett aspekt kan nedihulls-styringsenheten 170 bestemme kvalitetsnivået til sanntidsdataene og sende denne informasjonen til overflatestyringsenheten 140. I et annet aspekt kan nedihulls-styringsenheten 170 bestemme et kvalitetsnivå for sanntidsdataene eller minnedataene, som beskrevet nærmere med støtte i figurene 2-4. I et annet aspekt kan minnedataene bli hentet ut når bunnhulls-enheten 190 er trukket ut av brønnhullet 126. Kjøredata fra forskjellige kjøringar kan bli lagret på overflaten og anvendt av et datasystem for å bestemme kvalitetsnivået til data for én eller flere kjøringar i forhold til data fra ulike kjøringar, som beskrevet nærmere med støtte i figurene 2-4.

[0015] Figur 2 er et flytdiagram som illustrerer et eksempel på en fremgangsmåte 200 som kan bli anvendt for å bestemme et kvalitetsnivå (eller en kvalitetsvurdering) for bestemte kjøredata eller minnedata i forhold til basisdata bestående av data fra et antall kjøringar svarende til et valgt kvalitetskriterium. I ett aspekt blir én eller flere kvalitetsparametere (også omtalt her som "kvalitetsindikatorer") Q1-Qm (201) definert for bruk i fremgangsmåten 200 (trinn 240). Et kvalitetskriterium (202) blir så valgt ved anvendelse av én eller flere av kvalitetsparametrene Q1-Qm (trinn 250). Eksempler på kvalitetsparametere og kvalitetskriterier kan omfatte, men er ikke begrenset til: (a) "topper" - en brå fargeendring i én enkelt piksel i bildet til en maksimums-/minimumsverdi kan være en kvalitetsparameter og tettheten av topper ved et definert dyp (f.eks. en lengde langs et brønnhull eller et asimutisk undersøkelsesdyp i et brønnhull) kan være kvalitetskriteriet; (b) "striper" i bildet - formørkning av farger synlige på den lave siden av brønnhullet kan være kvalitetsparameteren og andelen av borehullet påvirket av striper kan bli brukt som kvalitetskriteriet; (c) en brå endring i fargen til alle sektorene i bildet kan være kvalitetsparameteren og antallet brå endringer ved et valgt brønnhulldyp kan bli brukt som et kvalitetskriterium; (d) "identifisering av huller" - huller i et datasett, som forekommer i sanntidsdata som følge av kommunikasjonsproblemer, eller i minnedata som følge av problemer knyttet til nedihullsverktøyet som innhenter

målingene og problemer med tid/dyp-angivelse, kan være en kvalitetsparameter og et mål på hullene (så som antallet huller eller prosentandel data i hullene, osv.) over et valgt dybdeintervall kan bli brukt som et kvalitetskriterium; (e) "trunkeringer" noen ganger forårsaket av tid/dyp-relaterte problemer kan være en kvalitetsparameter og tettheten av trunkeringer kan bli brukt som et kvalitetskriterium; og (f) en kvalitativ parameter, så som kommentarer fra kyndige personer (kunder, riggoperatører, osv.) eller en subjektiv karakterskala. I andre aspekter kan kvalitetskriteriet 202 være basert på eller avledet fra flere enn én kvalitetsparameter. Bruk av slike kvalitetsparametere resulterer i et definert sett av kvantitative indikatorer, der hver slik indikator gir én enkelt verdi for hvert analyserte datasett eller en statistisk verdi (så som en middelværdi pluss et standardavvik). Videre kan en rangeringsalgoritme bli definert basert på slike kvantitative indikatorer for bruk ved bestemmelse av kvalitetsnivået til resultatdataene.

[0016] Et sett av basisdata 204 blir så valgt svarende til et antall kjøring R_1-R_N (trinn 252). En kvalitetsvurderingsverdi QAV (206) for hver kjøring (R_1-R_N) i basisdataene blir deretter beregnet (trinn 254) svarende til det valgte kvalitetskriteriet. Dersom for eksempel kvalitetsparameteren eller -indikatoren er huller og kvalitetskriteriet er antallet huller per enhet dyp, vil da, for hver kjøring, QAV-verdien være antallet huller per dybdeenhet. Slike kvalitetsvurderingsverdier er angitt henholdsvis som $QAVR_1 - QAVR_N$ for kjøringene R_1-R_N , hvilke verdier kan bli lagret i en datalagringsanordning. Ved anvendelse av kvalitetsvurderingsverdiene $QAVR_1 - QAVR_N$ beregnes en kvalitetsfaktor QF (208) for basisdataene 204 (trinn 256). Kvalitetsfaktoren QF kan omfatte ett eller flere tall som kan være valgt fra statistiske mål for datasettet, så som en middelværdi, en medianverdi, et standardavvik, et vektet gjennomsnitt eller en annen passende verdi for $QAVR_1-QAVR_N$. I ett aspekt representerer kvalitetsfaktoren QF et grunnleggende kvalitetsnivå for kjøringene i basisdataene. En kvalitetsvurderingsverdi (210) blir beregnet for resultatdataene (212) svarende til kvalitetskriteriet 202, hvilken kvalitetsvurderingsverdi er angitt som QAV_{result} . Kvalitetsnivået (QL) (214) for resultatdataene (212) i forhold til kvalitetsfaktoren kan deretter bli beregnet ved hjelp av kvalitetsfaktoren QF og kvalitetsvurderingsverdien QAV_{result} . Kvalitetsnivået QL for resultatdataene kan være representert ved en hvilken som helst passende verdi, så som en range-

ring i forhold til kvalitetsfaktoren QF for basisdataene, en persentil innenfor hvilken kvalitetsnivået til resultatdataene faller i forhold til kvalitetsfaktoren QF, osv.

[0017] I noen tilfeller kan det være ønskelig å anvende en delmengde eller et delsett av kvalitetsvurderingsverdiene $QAVR_1$ - $QAVR_N$ av basisdataene for å

5 bestemme kvalitetsnivået for resultatdata. Dersom for eksempel basisdataene svarer til kjøring fra en halvkule, kan det være ønskelig å anvende QAV-verdier for kjøring fra et bestemt geografisk område innenfor halvkulen eller kjøring gjort i løpet av en tidsperiode, så som ett år med datainnsamling, for å bestemme kvalitetsnivået til de aktuelle resultatdataene. I et slikt tilfelle kan kvalitets-

10 vurderingsverdier svarende til en delmengde eller et delsett av verdiene i settet $QAVR_1$ - $QAVR_N$ bli valgt (trinn 270). Verdiene i delmengden / delsettet er angitt som QAV-verdier. En kvalitetsfaktor QF_S fra kvalitetsvurderingsverdiene for QAV-verdiene i delmengden / delsettet kan deretter bli beregnet. Kvalitetsnivået QL for resultatdataene kan så bli beregnet ved hjelp av kvalitetsvurderingen QAV_{result}

15 (210) av resultatdataene og QF-verdien for delmengden / delsettet (trinn 272). [0018] I ett aspekt resulterer kvalitetsvurderingsverdiene for bestemte kjøredata svarende til de forskjellige kvalitetsparametrene Q_1 - Q_m i et sett av kvantitative kvalitetsindikatorer, der hver indikator svarer til én enkelt verdi. En middelvei pluss et standardavvik for en kvalitetsindikator kan bli beregnet fra et antall

20 kjøring. Disse kvalitative verdier kan bli lagret i en globalt tilgjengelig database og anvendt i en rangering eller sammenlikning av kvalitetsnivåeter for enkeltkjøring, grupper av kjøring (omtalt her som sammenlikningsgrupper eller "CG'er"). Sammenlikningsgruppene kan være grupper av data med tilsvarende parametere slik at deres kvalitetsnivåer kan bli sammenliknet og/eller rangert.

25 Hvilke som helst av parametrene beskrevet over eller andre nyttige parametere kan bli anvendt for sammenlikning og rangering av CG'er. I ett aspekt kan en statistisk verdi for hver slik parameter (f.eks. en middelvei og et standardavvik) bli beregnet. Dataene i en gitt CG kan bli rangert med hensyn til en gruppemiddelvei for hver betraktede parameter. For eksempel kan en kumulativ hull-parameter for et gitt datasett være rangert som verre enn 90% av datasettene i sammen-

30 likningsgruppen. Bildene i samme CG kan bli gruppert ytterligere, for eksempel basert på geografisk område. En slik ytterligere gruppering kan gjøre det lettere å vurdere ytelsen i et område, så som at et område X har høyere kvalitet for sann-

tidsbilder sammenliknet med et område Y. Grunnen til kvalitetsforskjellen mellom områder X og Y kan være en identifiserbar årsak, for eksempel at kommunikasjonsanordningene som ble anvendt for å innhente data i område X hadde en høyere telemetrihastighet sammenliknet med kommunikasjonsanordningene som ble anvendt i område Y. Som angitt over kan bruken av dataene i en CG bli begrenset i tid, så som data ikke eldre enn to år, for å sikre at nyere eller tidsmessige data blir anvendt for rangering. I tillegg kan det statistiske kvalitetsnivået til en CG bli sporet over en lengre tidsperiode for å identifisere trender i tjenestekvaliteten. I et annet aspekt kan de innsamlede dataene bli anvendt for å spore kvaliteten og påliteligheten til en gitt tjeneste. Kvalitetsvurderingsdataene som samles inn her kan bli anvendt for å sette basisnivåer for kvaliteten til bestemte verktøy og tjenester, demonstrere tjenestekvaliteten til bestemte verktøy og tjenester, modifisere bestemte verktøy og/eller utvikle nye verktøy og teknologier. [0019] Figur 3 er et flytdiagram som illustrerer et eksempel på en fremgangsmåte 300 for å utføre en kvalitetsvurdering av sanntidsdata med bruk av data i et minne som basisdata. For sanntidsdata kan også andre kvalitetsparametere eller -indikatorer enn de ovenfor angitte kvalitetsparametrene bli anvendt. For eksempel kan en maksimal verdi for signal/støy-forholdet (PSNR) bli brukt som kvalitetsparameter. PSNR-verdien for et sanntidsdatasett kan bli beregnet under den antagelse at det minnelagrede datasettet svarer til basisdataene og sanntidsdatasettet svarer til resultatdataene. Et annet eksempel kan være hullene som forekommer i sanntidsdataene som følge av problemer knyttet til kommunikasjonskanalen (for eksempel slampulstelemetrikanalen) som anvendes i boresystemet 100 for å hente inn dataene fra brønnhullet. Maksimalverdien for slike huller og den summerte verdien for disse hullene kan bli brukt som kvalitetsindikator. Ytterligere trekk ved et sanntidsdatasett, så som energi, entropi, frekvensinnhold og kontrast, kan også bli brukt som kvalitetsindikatorer ved å relatere dem til de motsvarende trekkene for det minnelagrede datasettet. For eksempel kan forholdet mellom energien i sanntidsdata og energien i minnedata måle sanntidsdataenes kvalitet. I ett aspekt kan verdier for slike trekk bli beregnet for sanntidsdata og minnelagrede data og sammenliknet for å bestemme kvalitetsnivået til sanntidsdataene. Pikselstørrelse i et sanntidsbilde kan være en annen kvalitetsindikator. Bildeoppløsning kan også påvirke den kvantitative kvalitetsvurderingen. Det kan være fordelaktig å

anvende forskjellige kvantitative verdier for kvalitetsvurderingen for forskjellige bildeformater. Trunkeringer forårsaket av tid/dyp-relaterte problemer kan også bli brukt som en parameter og tettheten av disse kan bli anvendt for å definere kvalitetskriteriet.

5 [0020] Fortsatt med henvisning til figur 3, for å bestemme et kvalitetsnivå QL for sanntidsdata, kan prosessen omfatte å: definere et kvalitetskriterium QC 302 for sanntidsdataene 304 (trinn 350); bestemme en kvalitetsvurderingsverdi QAVM for basisdata, for eksempel minnedata (trinn 352); bestemme en kvalitetsvurderingsverdi QAVR for sanntidsdataene under boring av et brønnehull (trinn 354); og
10 bestemme kvalitetsnivået QL for sanntidsdataene 304 ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien QAVM for minnedataene og kvalitetsvurderingsverdien QAVR for sanntidsdataene 304. Fremgangsmåtene for kvalitetsvurdering ifølge foreliggende oppfinnelse kan bli utført i et datamaskinbasert system eller et prosessorbasert system, som befinner seg på overflaten eller i en bunnhullsenhet.

15 [0021] Figur 4 er et funksjonelt blokkdiagram som illustrerer et eksempel på data-system 400 innrettet for å utføre fremgangsmåtene beskrevet her, i samsvar med en utførelsesform. Systemet 400 er vist å omfatte en prosessor 410, som kan være en mikroprosessor som blir anvendt for å utføre beregninger og prosessere data. Prosessoren 410 kan være en del av et datasystem på overflaten eller en del
20 av en krets i et nedihullsverktøy. Resultatdata 420, som kan omfatte sanntidsdata 422, minnedata eller kjøredata 424, er tilgjengelig for prosessoren 410. Basisdata 430, som kan omfatte data 432 fra en gitt kjøring, data 434 fra kjøring i et geografisk område og/eller tidsbaserte data 436 eller sammensatte data 438, er også tilgjengelig for prosessoren 410. Resultatdataene 420 og basisdataene 430
25 kan være lagret i ett eller flere datamaskinlesbare medier tilgjengelig for prosessoren 410. Det datamaskinlesbare mediet kan være en hvilken som helst datalagringsanordning, herunder, men ikke begrenset til et direkteaksessminne, et leseminne, et flashminne og et platelager. Et kvalitetskriterium 440 basert på én eller flere parametere av interesse 442 er gjort tilgjengelig for prosessoren 410 for
30 bruk ved utførelse av fremgangsmåtene vist her. Et dataprogram 450 som inneholder instruksjoner for å utføre fremgangsmåtene som vises her er tilgjengelig for prosessoren 410 via et passende datamaskinlesbart medium. De programmerte instruksjonene kan omfatte, blant annet, instruksjoner for å

aksessere resultatdataene og basisdataene; bestemme kvalitetsvurderingsverdiene vedrørende resultatdataene og basisdataene (452); bestemme en kvalitetsfaktor for basisdataene og anvende kvalitetsfaktoren for basisdataene og kvalitetsvurderingsverdien for resultatdataene (454); og bestemme et kvalitetsnivå

5 QL for resultatdataene (456); og tilveiebringe de forskjellige beregningene og resultatene således oppnådd i form av elektroniske og utskrevne rapporter (458). [0022] I ett aspekt tilveiebringer oppfinnelsen således en fremgangsmåte for å bestemme et relativt kvalitetsnivå for nedihullsdata (et første datasett eller resultat-

10 data) som kan omfatte å: definere et kvalitetskriterium (QC) basert på én eller flere kvalitetsparametere (eller kvalitetsindikatorer); bestemme en kvalitetsvurderingsverdi (QAV) for de første dataene svarende til kvalitetskriteriet; bestemme en QAV-verdi for et andre datasett (basisdata) omfattende ett eller flere datasett svarende til kvalitetskriteriet; bestemme en kvalitetsfaktor QF fra de bestemte kvalitetsvurderingsverdiene for det andre datasettet; og bestemme det relative

15 kvalitetsnivået til det første datasettet ved anvendelse av QAV-verdien for de første dataene og kvalitetsfaktoren QF for de andre dataene. I ett aspekt kan det å bestemme kvalitetsfaktoren omfatte å anvende en delmengde eller et delsett av kvalitetsvurderingsverdiene for datasett fra flere kjøring. I et annet aspekt kan kvalitetsfaktoren være et statistisk mål.

20 [0023] Det andre datasettet kan omfatte datasett valgt i henhold til ett eller flere spesifikke kriterier. Disse kan omfatte, men er ikke begrenset til: data fra én enkelt kjøring, data fra en spesifisert tidsperiode innenfor en kjøring; et valgt geografisk område; en kombinasjon av to eller flere geografiske områder; kjøring gjort over en valgt tidsperiode; datasett innhentet ved anvendelse av minst ett felles

25 nedihullsverktøy; kjøring for samme kunde; og enhver kombinasjon av det ovennevnte.

[0024] I nok et annet aspekt tilveiebringes en fremgangsmåte for å bestemme en relativ kvalitet for et sett av sanntids nedihullsdata, der fremgangsmåten kan omfatte å: definere et kvalitetskriterium basert på minst én kvalitetsparameter;

30 innhente et første sett av nedihullsdata i sanntid under boring av et brønnehull; innhente et andre sett av nedihullsdata; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det første settet av nedihullsdata svarende til kvalitetskriteriet; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det andre datasettet svarende til kvalitetskriteriet; og

bestemme det relative kvalitetsnivået for det første settet av nedihullsdata ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdien for det første settet av nedihullsdata og kvalitetsvurderingsverdien for det andre datasettet under boring av brønnhullet. I ett aspekt kan det andre datasettet omfatte én av: data lagret i et minne i verktøyet
5 under boring av brønnhullet; og data lagret et sted på overflaten. I et annet aspekt kan det første datasettet være en delmengde eller et delsett av det andre datasettet. I et annet aspekt kan fremgangsmåten videre omfatter det å bestemme kvalitetsnivået til det første datasettet før det første datasettet blir sendt til et sted på overflaten under boring av brønnhullet.

10 [0025] Kvalitetsparameterene som anvendes for å definere kvalitetskriteriet kan omfatte én eller flere parametere som kan gi et kvantitativt mål for et kvalitetsnivå for nedihullsdata. Kvalitetsparameterene kan omfatte, men er ikke begrenset til: maksimalt signal/støy-forhold (PSNR); antall avvikende data; huller; energi; entropi; kontrast; datatetthet; data for et trekk; artefakter i data; en brå endring i
15 måleverdier; en dataartefakt forårsaket av et problem med tid/dyp-sporingen; pikselstørrelse; tetthet av et trekk per dypdeintervall; striper i et bilde; en brå endring av en farge; trunkering, for eksempel forårsaket av en tid/dyp-relatert hendelse; og et subjektivt kriterium.

[0026] I et annet aspekt tilveiebringes et datamaskinlesbart medium tilgjengelig for
20 en prosessor, der det datamaskinlesbare mediet har innlemmet et program, hvilket program kan omfatte instruksjoner som skal eksekveres av prosessoren, hvilke instruksjoner videre kan omfatte instruksjoner for å: aksessere nedihulls basisdata omfattende data svarende til ett eller flere brønnhull ("kjøringer"); aksessere et kvalitetskriterium basert på én eller flere parametere av interesse; beregne en
25 kvalitetsvurderingsverdi QAV for hvert av brønnhullene ved hjelp av kvalitetskriteriet; instruksjoner for å bestemme en statistisk kvalitetsvurderingsverdi SQAV fra de beregnede kvalitetsvurderingsverdiene for brønnhullene; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi QAV for resultatdata ved hjelp av kvalitetskriteriet; og bestemme et kvalitetsnivå for resultatdataene ved hjelp av QAV-verdien for
30 resultatdataene og SQAV-verdie for basisdataene. I aspekter kan parameteren av interesse omfatte minst én parameter som gir et kvantitativt mål for et kvalitetsnivå for nedihullsdata. Videre kan parameteren av interesse være valgt fra gruppen bestående av: maksimalt signal/støy-forhold (PSNR); antall avvikende data; huller;

energi; entropi; kontrast; datatetthet; data for et trekk; artefakter i data; en brå endring i måleverdier; en dataartefakt forårsaket av et problem med tid/dyp-sporingen; pikselstørrelse; tetthet av et trekk per dybdeintervall; striper i et bilde; en brå endring av en farge; trunkering forårsaket av en tid/dyp-relatert hendelse; og et subjektivt kriterium.

[0027] I nok et annet aspekt tilveiebringes et apparat for å bestemme et kvalitetsnivå for nedihullsdata, der apparatet, i en utførelsesform, kan omfatte: en prosessor, en datalagringsanordning som inneholder første data og et andre datasett, et dataprogram som kan kjøres eller utføres av prosessoren, der dataprogrammet kan inkludere instruksjoner for å aksessere de første dataene; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for de første dataene ved hjelp av et definert kvalitetskriterium; bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for de andre dataene ved hjelp av kvalitetskriteriet, og bestemme kvalitetsnivået til de første dataene i forhold til de andre dataene ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdiene for de første dataene og de andre dataene.

[0028] I ett aspekt kan instruksjonene for å bestemme et kvalitetsnivå for det første datasettet i forhold til det andre datasettet omfatte instruksjoner for å bestemme en kvalitetsfaktor fra den bestemte kvalitetsvurderingsverdien for det andre datasettet. Videre kan kvalitetsfaktoren være et statistisk mål. I et annet aspekt omfatter instruksjonene for å bestemme et kvalitetsnivå for det første datasettet i forhold til det andre datasettet instruksjoner for å bestemme en kvalitetsfaktor fra en delmengde eller et delsett av bestemte kvalitetsvurderingsverdier for datasett for flere kjøring. I aspekter omfatter det andre datasettet datasett valgt i henhold til ett eller flere spesifikke kriterier. I ett aspekt blir de spesifikke kriteriene valgt fra gruppen bestående av: data fra én enkelt kjøring; data fra en spesifisert tidsperiode innenfor en kjøring; et valgt geografisk område; en kombinasjon av to eller flere geografiske områder; kjøring gjort over en valgt tidsperiode; datasett innhentet ved anvendelse av minst ett felles nedihullsverktøy; og kjøring for samme kunde.

[0029] Det er her beskrevet konkrete utførelsesformer av apparater og fremgangsmåter for kvalitetsvurdering. Disse utførelsesformene skal ikke forstås som begrensninger av idéene beskrevet her. Forskjellige modifikasjoner av apparatene

og fremgangsmåtene beskrevet her vil være nærliggende for fagmannen. Alle slike modifikasjoner anses som en del av oppfinnelsen her.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for å bestemme et relativt kvalitetsnivå for nedihullsdata,
5 der fremgangsmåten omfatter trinnene med å:
 definere et kvalitetskriterium (QC) basert på minst én kvalitetsparameter;
 bestemme en kvalitetsvurderingsverdi (QAV) for et første datasett svarende
til kvalitetskriteriet;
 bestemme en QAV-verdi for et andre datasett omfattende minst ett datasett
10 svarende til kvalitetskriteriet;
 bestemme en kvalitetsfaktor (QF) fra den bestemte QAV-verdien for det
andre datasettet; og
 bestemme det relative kvalitetsnivået for det første datasettet ved hjelp av
QAV-verdien for det første datasettet og QF-verdien for det andre datasettet.
15
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, der trinnet med å bestemme QF-verdien
omfatter anvendelse av en delmengde eller et delsett av QAV-verdier fra flertallet
av kjøredatasett / datasett for kjøring / sett av kjøredata.
- 20 3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, der QF-verdien er et statistisk mål.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, der det andre datasettet omfatter datasett
valgt i henhold til ett eller flere spesifikke kriterier.
- 25 5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, der de spesifikke kriteriene velges fra
gruppen bestående av: data fra én enkelt kjøring; data fra en spesifisert tids-
periode innenfor en kjøring; et valgt geografisk område; en kombinasjon av to eller
flere geografiske områder; kjøring gjort over en valgt tidsperiode; datasett inn-
hentet ved anvendelse av minst ett felles nedihullsverktøy; og kjøring for samme
30 kunde.

6. Fremgangsmåte for å bestemme en relativ kvalitet for et sett av sanntids nedihullsdata, der fremgangsmåten omfatter trinnene med å:
- definere et kvalitetskriterium basert på minst én kvalitetsparameter;
 - innhente et første sett av nedihullsdata i sanntid under boring av et brønnhull;
 - innhente et andre sett av nedihullsdata;
 - bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det første settet av nedihullsdata svarende til kvalitetskriteriet;
 - bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det andre datasettet svarende til kvalitetskriteriet; og
 - bestemme det relative kvalitetsnivået for det første settet av nedihullsdata med bruk av kvalitetsvurderingsverdien for det første settet av nedihullsdata og kvalitetsvurderingsverdien for det andre datasettet under boring av brønnhullet.
7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, der det andre settet av nedihullsdata omfatter et sett valgt fra gruppen bestående av: data lagret i et minne i et verktøy under boring av brønnhullet; og data lagret et sted på overflaten.
8. Fremgangsmåte ifølge krav 6, der det første settet av nedihullsdata er en delmengde eller et delsett av det andre settet av nedihullsdata.
9. Fremgangsmåte ifølge krav 6, der bestemmelsen av det relative kvalitetsnivået omfatter bestemmelse av kvalitetsnivået til det første settet av nedihullsdata før overføring av det første settet av nedihullsdata til et sted på overflaten under boring av brønnhullet.
10. Fremgangsmåte ifølge krav 6, der minst én kvalitetsparameter som anvendes for å definere kvalitetskriteriet omfatter minst én parameter som gir et kvantitativt mål for et kvalitetsnivå for nedihullsdata.
11. Fremgangsmåte ifølge krav 6, der den minst ene kvalitetsparameteren velges fra gruppen bestående av: maksimalt signal/støy-forhold (PSNR); antall avvikende data; huller; energi; entropi; kontrast; datatetthet; data for et trekk;

artefakter i data; en brå endring i måleverdier; en dataartefakt forårsaket av et problem med tid/dyp-springen; pikselstørrelse; densitet eller tetthet av et trekk per dybdeintervall; striper i et bilde; en brå endring i en farge; trunkering forårsaket av en tid/dyp-relatert hendelse; og et subjektivt kriterium.

5

12. Datamaskinlesbart medium tilgjengelig for en prosessor, der det data-maskinlesbare mediet har et innlagt program, der programmet omfatter instruksjoner som skal eksekveres av prosessoren, der instruksjonene omfatter instruksjoner for å:

10

aksessere nedihulls basisdata omfattende data svarende til ett eller flere brønnhull;

aksessere et kvalitetskriterium basert på én eller flere parametere av interesse;

15

beregne en kvalitetsvurderingsverdi (QAV) for hvert brønnhull ved hjelp av kvalitetskriteriet;

bestemme en statistisk kvalitetsvurderingsverdi (SQAV) fra de beregnede QAV-verdiene for brønnhullene;

bestemme en QAV-verdi for resultatdata ved hjelp av kvalitetskriteriet; og

20

bestemme et kvalitetsnivå for resultatdataene ved anvendelse av QAV-verdien til resultatdataene og SQAV-verdien til basisdataene.

13. Datamaskinlesbart medium ifølge krav 12, der parameteren av interesse omfatter minst én parameter som gir et kvantitativt mål for et kvalitetsnivå for nedihullsdata.

25

14. Datamaskinlesbart medium ifølge krav 12, der parameteren av interesse velges fra gruppen bestående av: maksimalt signal/støy-forhold (PSNR); antall avvikende data; huller; energi; entropi; kontrast; datatetthet; data for et trekk; artefakter i data; en brå endring i måleverdier; en dataartefakt forårsaket av et problem med tid/dyp-springen; pikselstørrelse; tetthet eller densitet av et trekk per dybdeintervall; striper i et bilde; en brå endring i en farge; trunkering forårsaket av en tid/dyp-relatert hendelse; og et subjektivt kriterium.

30

15. Apparat for bestemmelse av et kvalitetsnivå for nedihullsdata, der apparatet omfatter:
- en prosessor;
 - en datalagringsanordning som inneholder et første datasett og et andre datasett; og
 - et dataprogram som er kjørbart eller utførbart for prosessoren, der data-programmet omfatter instruksjoner for å:
 - aksessere det første datasettet;
 - bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det første datasettet ved hjelp av et definert kvalitetskriterium;
 - bestemme en kvalitetsvurderingsverdi for det andre datasettet ved hjelp av kvalitetskriteriet; og
 - bestemme et kvalitetsnivå for det første datasettet i forhold til det andre datasettet ved hjelp av kvalitetsvurderingsverdiene for det første datasettet og det andre datasettet.
16. Apparat ifølge krav 15, der instruksjonene for bestemmelse av et kvalitetsnivå for det første datasettet i forhold til det andre datasettet omfatter instruksjoner for bestemmelse av en kvalitetsfaktor fra den bestemte kvalitetsvurderingsverdien for det andre datasettet.
17. Apparat ifølge krav 15, der kvalitetsfaktoren er et statistisk mål.
18. Apparat ifølge krav 15, der instruksjonene for bestemmelse av et kvalitetsnivå for det første datasettet i forhold til det andre datasettet omfatter instruksjoner for bestemmelse av en kvalitetsfaktor fra en delmengde eller et delsett av bestemte kvalitetsvurderingsverdier for flere sett av kjøredata.
19. Apparat ifølge krav 15, der det andre datasettet omfatter datasett valgt i henhold til ett eller flere spesifikke kriterier.
20. Apparat ifølge krav 19, der de spesifikke kriteriene er valgt fra gruppen bestående av: data fra én enkelt kjøring; data fra en spesifisert tidsperiode innen-

for en kjøring; et valgt geografisk område; en kombinasjon av to eller flere geografiske områder; kjøringer gjort over en valgt tidsperiode; datasett innhentet ved anvendelse av minst ett felles nedihullsverktøy; og kjøringer for samme kunde.

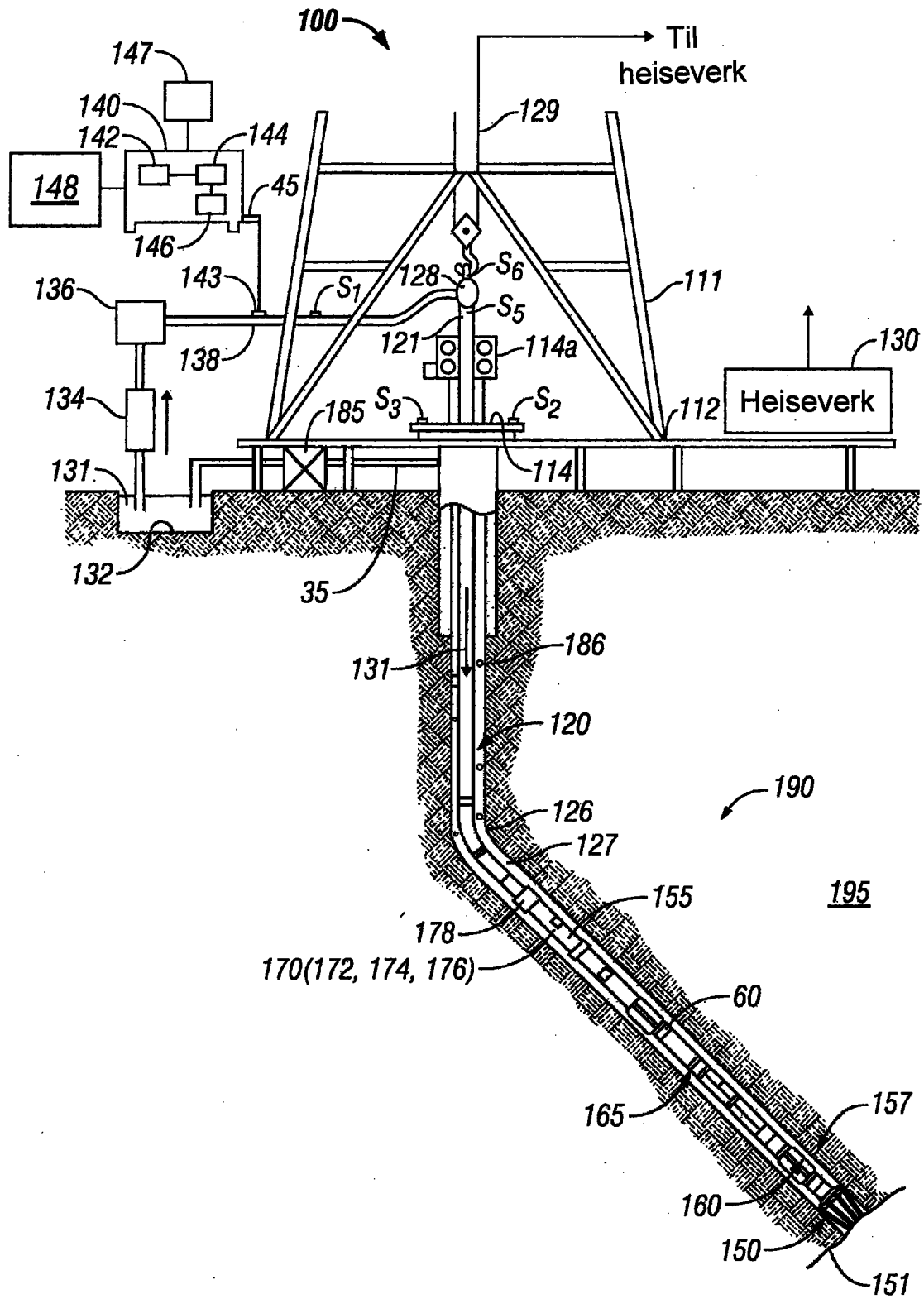


FIG. 1

2/5

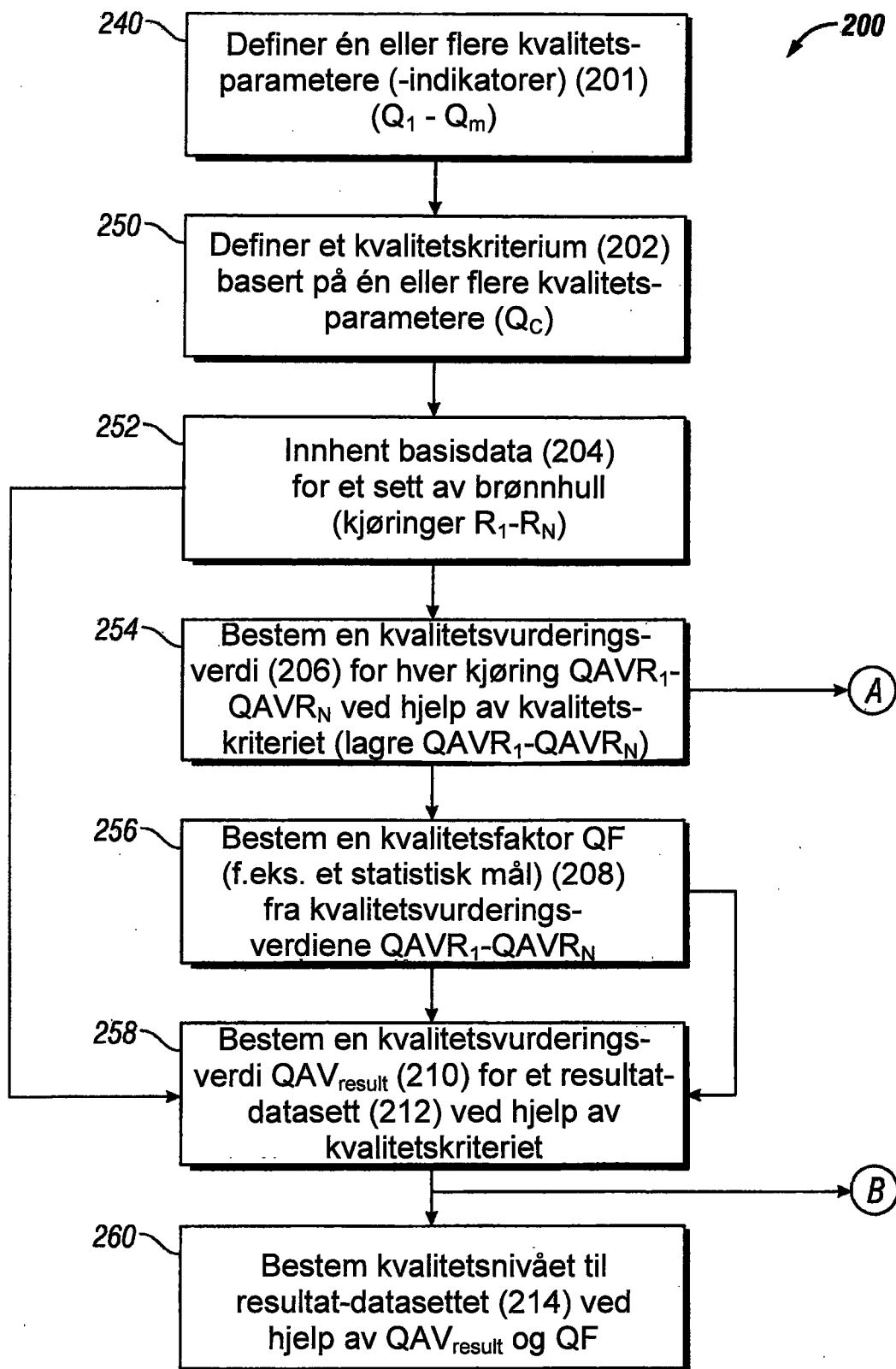


FIG. 2

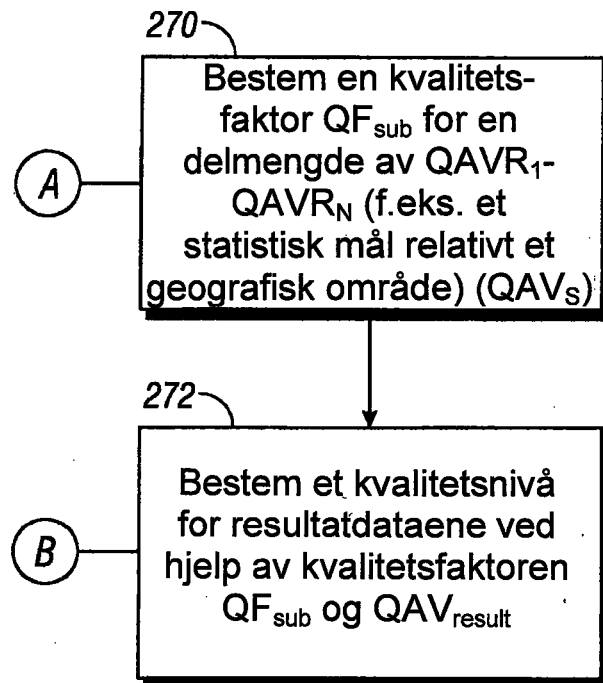


FIG. 2
(fortsettelse)

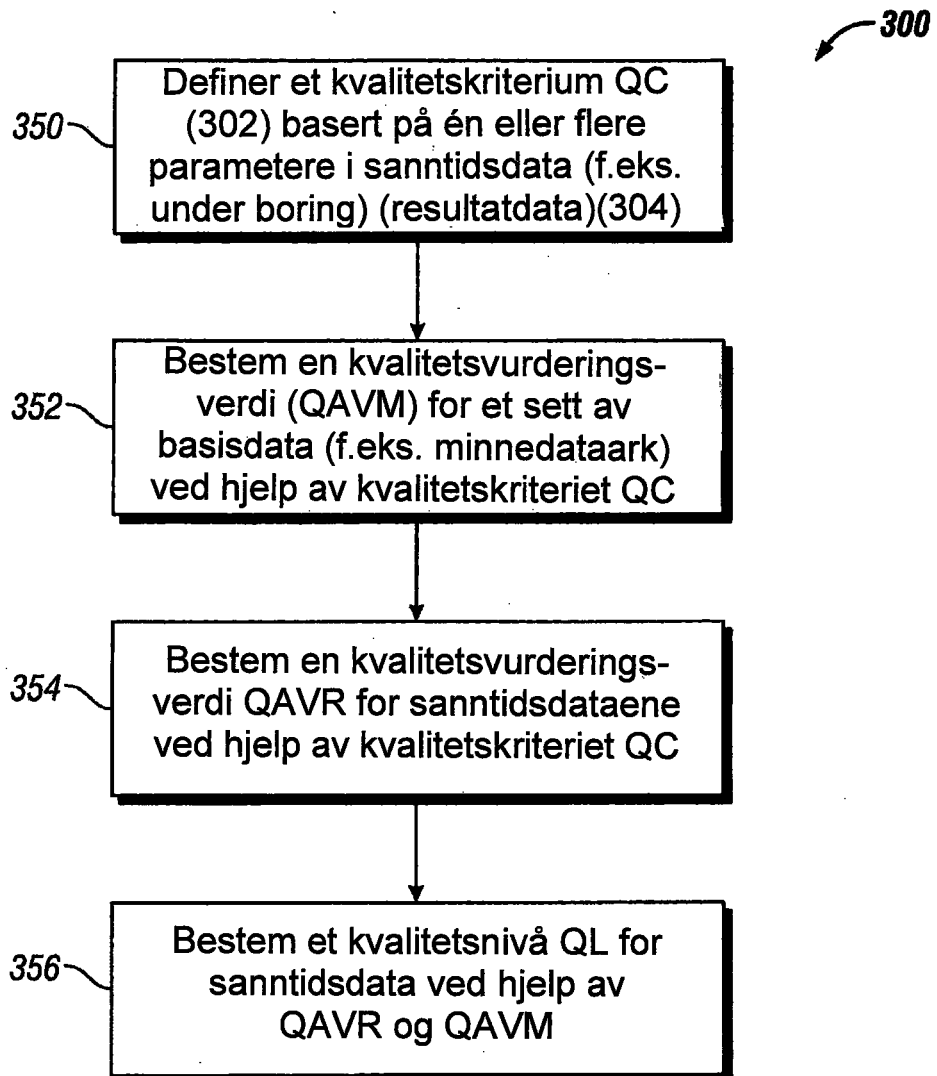


FIG. 3

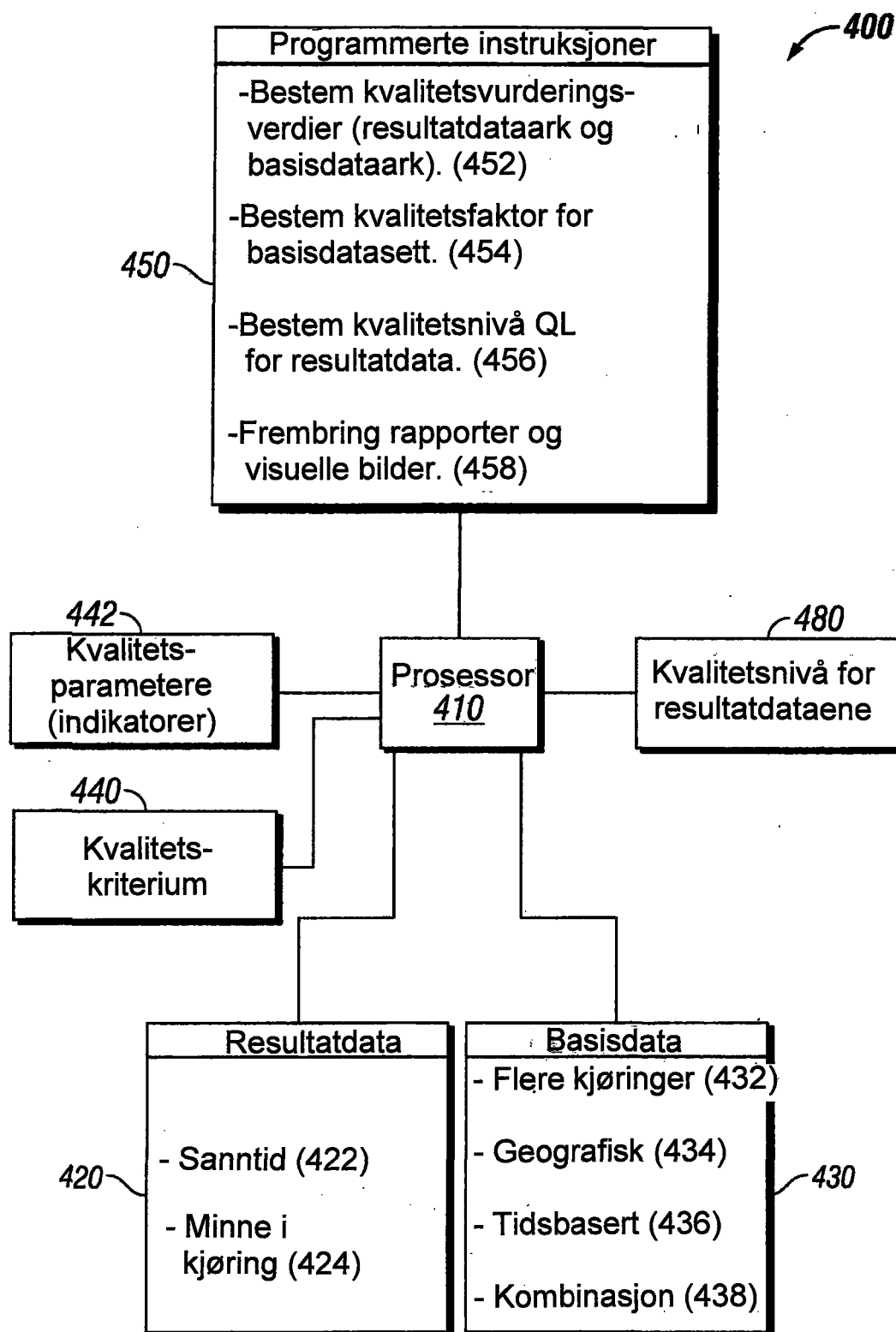


FIG. 4