



SUOMI - FINLAND  
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU  
PATENTSKRIFT



F I 000115553B

(10) FI 115553 B

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

31.05.2005

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

E21B 44/00

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20011021

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

15.05.2001

(24) Alkupäivä - Löpdag

15.05.2001

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

16.11.2002

(73) Haltija - Innehavare

1 •Sandvik Tamrock Oy, Pihtisulunkatu 9, 33330 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Salminen, Pekka, Pitkäniemenkatu 1 C, 33330 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)  
2 •Saha, Heikki, Karjakontie 4 C, 33340 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab  
Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Järjestely porauksen ohjaukseen  
Arrangemang för borrhörning

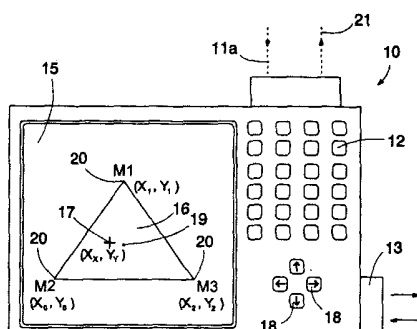
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 4195699 A, US 5474142 A, US 5679894 A, US 5713422 A, US 6186248 B

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja ohjausjärjestelmä kallionporauksen ohjaamiseksi. Keksinnössä muodostetaan kallionporauslaitteen ohjausyksikköön (10) yksi tai useampia säätömoodeja (M1 - M4), joissa kussakin on määritelty mitattavat poraussuureet, niiden raja-arvot sekä ohjausperiaatteet, joiden mukaan porauksen toimintaparametreja ohjataan halutun ohjauskriteerin aikaansaamiseksi. Keksinnön erään edullisen sovellutuksen mukaan ohjausjärjestelmän käyttöliittymä käsittää monikulmion muotoisen toiminta-alueen (16), jonka jokaiseen nurkkapisteeseen (20) on sovitettu yksi säätömoodi (M1 - M4). Kun toimintapiste toiminta-alueella (16) on valittu, ohjausjärjestelmä laskee toimintapisteen etäisyyden kuhunkin nurkkapisteeseen (20) ja määrittää kunkin säätömodin (M1 - M4) kertoimet, jotka otetaan huomioon porausparametreja määritettäessä.

Uppfinningen avser ett förfarande och ett styrsystem, med vars hjälp man styr en bergsborrning. Enligt sagda uppfinning bildar man i en borranordnings styrenhet (10) en eller flere reglermoduler (M1 - M4), där man i var och en har definierat sådana borrhörningsstorheter som skall mätas, deras gränsvärden samt de styrprinciper, enligt vilka borrhörningens funktionsparametrar skall styras, för att kunna åstadkomma ett önskat styrkriterium. Enligt en fördelaktig tillämpning av sagda uppfinning, omfattar sagda styrsystems bruksanslutning ett funktionsområde (16), som har formen av en månghörning, för vars varje hörnpunkt (20) har anpassats en reglermod (M1 - M4). Då en funktionspunkt i sagda funktionsområde (16) har valts, beräknar styrsystemet avståndet från sagda funktionspunkt till var och en av sagda hörnpunkter (20) samt fastställer faktorer för var och en av sagda reglermoder (M1 - M4), vilka skall tagas i beaktande vid definitionen av borrhörningens parametrar.



## Järjestely porauksen ohjaukseen

Keksinnön kohteena on menetelmä kallionporauksen ohjaamiseksi, jossa menetelmässä kalliota porataan kallionporauslaitteella, joka käsittää alustan, syöttöpalkin, kallioporakoneen, jota liikutetaan syöttöpalkin suhteen, sekä edelleen ohjausyksikön kallionporauksen ohjaamiseksi, ja jossa menetelmässä asetetaan ohjausyksikön muistiin porauksen perusasetukset, mitataan laitteen toimintaa porauksen aikana sekä säädetään porauksen toimintaparametreja halutun ohjaustoimenpiteen saavuttamiseksi, ja jossa muodostetaan ohjausyksikköön ainakin kaksi säätömoodia, joista säätömoodeista kukin määrittelee ainakin yhden porauksen aikana mitattavan kriteerin, raja-arvon mittaustulokselle sekä ainakin yhden säädettävän toimintaparametrin.

Edelleen keksinnön kohteena on kallionporauslaitteen ohjausjärjestelmä, joka kallionporauslaite käsittää alustan, syöttöpalkin, kallioporakoneen, jota liikutetaan syöttöpalkin suhteen, ohjausyksikön, jossa on käyttöliittymä porauksen ohjaamista varten, sekä ainakin yhden anturin poraustoiminnan mittaamiseksi, ja jossa ohjausyksikön käyttöliittymä käsittää ainakin kaksi ennalta muodostettua säätömoodia, ja jossa kussakin säätömoodeissa on määritelty ainakin yksi porauksen aikana mitattava kriteeri, raja-arvo mittaustulokselle sekä ainakin yksi säädettävä toimintaparametri.

Kallionporauksessa käytetään kallionporauslaitetta, joka käsittää alustan, syöttöpalkin sekä kallioporakoneen, jota liikutetaan syöttöpalkin suhteen. Kallioporakone käsittää iskulaitteen, jolla annetaan iskuja porakoneeseen liitetyle työkälulle sekä edelleen pyörityslaitteen työkälun pyörittämiseksi. Lisäksi kallioporakoneeseen kuuluvat välineet huuhteluaineen johtamiseksi porareikään porasoijan huuhtelemiseksi. Kallionporauksen toimintaparametreja ovat iskunpaine, syötönpaine, pyörityspainevirtaus sekä huuhtelupaine, joihin vaikuttamalla pyritään säätämään porauslaitteen toiminta halutuksi. Eräs hyvin yleinen säätöratkaisu on sellainen, jossa pyritään saamaan maksimi tunkeumanopeus porakruunulle. Tällöin mitataan porakruunun tunkeutumisnopeutta ja säädetään kokemusperäisesti yksittäisiä toimintaparametreja suurimman mahdollisen tunkeumanopeuden saavuttamiseksi. Erään toisen paljon käytetyn säätöratkaisun tavoitteena on puolestaan optimoida energian siirto porakoneesta kallioon. Tässä tapauksessa mitataan porakruunun pyöritystehoa ja/tai pyöritysmomenttia, sekä pyritään pitämään ne ennalta määritellyissä rajoissa yksittäisiä toimintaparametreja säätämällä.

Nykyisten menetelmien haittana on, että käyttäjä ei yksittäisiä toimintaparametreja säätäessään hahmota säätötoimenpiteiden vaikutusta porauksen kokonaistilanteeseen ja -kustannuksiin. Yksittäisiä absoluuttisia arvoja säätämällä onkin hyvin vaikeaa optimoida porausta. Pelkästään yhden yksittäisen porausparametrin säätäminen vaikuttaa joihinkin porauksen onnistumista kuvaaviin tavoitekriteereihin positiivisesti, mutta samalla säätötoimenpide voi vaikuttaa toisiin tavoitekriteereihin negatiivisesti. Esimerkiksi iskutehon kasvattaminen nopeuttaa porausta ja sitä kautta alentaa porauksen kustannuksia, mutta valitettavasti samalla porauskaluston kesto yleensä lyhenee, mikä puolestaan lisää selvästi porauskustannuksia. Kaiken kaikkiaan porausta-

5  
10

pahtuman säädön ja ohjauksen onnistuminen on nykyisissä järjestelmissä erittäin riippuvainen käyttäjän kokemuksesta ja ammattitaidosta.

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan uudenlainen ja parannettu järjestely kallionporauksen ohjaamiseksi.

15 Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että muodostetaan ohjausyksikön käyttöjärjestelmään ainakin kaksi yhtä aikaa aktiivista, säätöstrategialtaan erilaista säätömoodia; priorisoidaan yhtä säätömoodia muihin säätömoodeihin verrattuna; ja lasketaan mittaustulosten perusteella ohjausyksikössä säädettävillä toimintaparametreille säätöarvot porauksen ohjaamiseksi automaattisesti niin, että priorisoidun säätömodin säätöstrategiaa painotetaan.

20

Edelleen on keksinnön mukaiselle ohjausjärjestelmälle tunnusomaista se, että ohjausyksikön käyttöliittymä käsittää kaksi tai useampia yhtä aikaa aktiivisia ja säätöstrategialtaan erilaisia säätömoodeja; että yksi säätömoodi on priorisoitavissa muihin säätömoodeihin nähden; ja että ohjausyksikö on sovitettu automaattisesti säätämään mittaustulosten perusteella säätö-

25

moodien määrittelemiä toimintaparametreja niin, että priorisoidun säätömodin mukainen poraustulos on painotettuna muihin säätömoodeihin nähden.

Keksinnön olennainen ajatus on, että määritellään kallionporauksen optimoimiseksi tarvittava määrä painotukseltaan erilaisia säätömoodeja kallionporauslaitteen ohjausyksikköön. Kunkin säätömodin ohjausstrategian mukaisesti mitataan yhtä tai useampaa kriittistä ohjauskriteeriä ja säädetään automaattisesti säätömodin määrittelemällä tavalla yksittäisiä toimintaparametreja niin, että säätömodin tavoitetila saavutetaan. Käytännössä ohjausjärjestelmä muodostaa säätömodin perusteella kertoimet, joilla ohjausjärjestelmä määrittää mittaustulosten sallitut raja-arvot sekä säätää yksittäisiä toimin-

30  
35

taparametreja. Ohjauksessa lisäksi tarvittavat kallionporauslaitteen perusasetukset on tallennettu ennalta ohjausyksikköön, ja ne otetaan huomioon toimintaparametreja säädettäessä.

Säätömoodissa määritelty mitattava kriteeri kuvaa vaikutusta, jonka yhden tai useamman porauksen toimintaparametrin säätäminen aiheuttaa, ja joka vaikutus voidaan mitata antureilla joko suoraan tai laskea antureilla saadusta mittaustiedosta kallionporauslaitteen ohjausyksikössä.

Keksinnön etuna on, että säätömoodit helpottavat kallionporauslaitteen käyttäjää porauksen ohjauksessa. Säätömoodit kuvaavat selkeästi, miten yksittäinen säätötoimenpide vaikuttaa porauksen kokonaistilanteeseen. Käyttäjä voi valita säätömoodin, joka optimoi juuri sen tavoitekriteerin, jonka käyttäjä kokee tärkeimmäksi. Edelleen käyttäjä voi porausolosuhteiden tai ohjaustavoitteiden muuttuessa yksinkertaisella tavalla vaihtaa, jopa porauksen aikana, säätömoodista toiseen.

Keksinnön mukaisen erään sovellutuksen olennaisena ajatuksena on se, että ohjausyksikkö käsittää käyttöliittymän, jossa säätömoodit on sovitettu tasogeometrisen monikulmion nurkkapisteesiin. Monikulmion rajoittama pinta-ala määrittelee tällöin käytettävissä olevan toiminta-alueen, jossa käyttäjä voi säätöä tehdessään liikutella ohjaukursoria tai vastaavaa. Ohjaukursorin sijainti toiminta-alueella kuvaa valittua toimintapistettä. Mitä lähempänä toimintapiste on monikulmion yksittäistä nurkkapistettä ja siten myös yksittäistä säätömoodia, sitä suurempi on painoarvo kyseisellä säätömoodilla. Toiminta-alueen geometriasta seuraa se, että kun ohjaukursoria siirretään lähemmäksi yhtä nurkkapistettä, siirtyy toimintapiste samalla kauemmaksi muista nurkkapisteeistä ja niissä määritellyistä säätömoodeista. Tämän sovellutuksen etuna on se, että käyttäjän on hyvin yksinkertaista painottaa jotain tärkeäksi kokeemaansa säätömoodia. Samalla käyttöliittymä havainnollistaa erittäin selkeällä tavalla sen, että yhden säätömoodin priorisoiminen vaikuttaa myös muihin porauksen tavoitekriteereihin. Edelleen, koska yhden säätömoodin priorisoiminen automaattisesti vähentää muiden säätömoodien painoarvoa, käyttäjä ei voi antaa ohjausjärjestelmälle mahdollisia ohjauskäskyjä, mitkä olisivat toisilleen ristiriitaisia ja aiheuttaisivat ongelmia porauslaitteen toiminnalle. Käytännössä ohjausyksikkö laskee ohjaukursorin sijainnin perusteella painokertoimet kullekin säätömoodille sekä suorittaa sen pohjalta yksittäisten toimintaparametrien arvojen laskennan.

Keksintöä selitetään tarkemmin oheisissa piirustuksissa, joissa kuvio 1 esittää kaavamaisesti erästä kallionporauslaitetta sivulta päin nähtynä,

kuvio 2 esittää kaavamaisesti erästä keksinnön mukaista ohjausyksikköä ja sen käyttöliittymää,

kuvio 3 esittää kaavamaisesti erästä toista keksinnön mukaista ohjausyksikköä ja sen käyttöliittymää, ja

kuvio 4 esittää kaavamaisesti erästä kolmatta keksinnön mukaista ohjausyksikköä ja sen käyttöliittymää.

10 Kuvioissa keksintö on selvyiden vuoksi esitetty yksinkertaistettuna. Samankaltaisista osista käytetään samoja viitenumeroita.

Kuviossa 1 esitetty kallionporauslaite käsittää alustan 1, alustalle sovitettun tehoyksikön 2, ohjaushytin 3 sekä tässä tapauksessa kolme porauspuomia 4, joita voidaan liikuttaa alustan suhteen. Kunkin porauspuomin 4 va-  
15 paassa päässä on syöttöpalkki 5, johon on sovitettu liikuteltavasti kalliopora-  
kone 6. Kallioporakoneen 6, syöttöpalkin 5 ja porauspuomin 4 muodostamasta kokonaisuudesta käytetään tässä hakemuksessa termiä porausyksikkö 7. Sel-  
vyyden vuoksi kuviossa 1 ei ole esitetty porauksessa tarvittavia apulaitteita, kuten porakankien 8 ja porakruunun 9 vaihtoon liittyvää kalustoa. Edelleen kal-  
20 lionporauslaite käsittää ohjausyksikön 10, joka on sovitettu alustalle 1, edullisesti ohjaushyttiin kallionporauslaitteen hallintalaitteiden yhteyteen. Ohjausyksikölle 10 välitetään linjaa 11a pitkin porausyksikköihin 7 sovitetuilta antureilta 11 mittaustietoa mm. iskunpaineesta, syöttöpaineesta, syöttövirtauksesta, syöttönopeudesta, pyöritysnopeudesta, pyörityspaineesta, pyöritysvirtauksesta, huuhteluainevirtauksesta, äänenpaineen voimakkuudesta ja tärinästä.  
25 Edelleen ohjausyksiköltä välitetään ohjauslinjaa 21 pitkin ohjauskäskyjä porausyksiköille 7 niiden ohjaamista varten.

Kuviossa 2 on esitetty eräs kallionporauslaitteen ohjausyksikkö 10. Ohjausyksikkö 10 käsittää näppäimet 12 tiedon syöttämiseksi ohjausyksikön  
30 muistiin. Esimerkiksi porauskaluston perusasetukset, kuten tiedot porakoneesta, porakangista, porakruunusta jne. voidaan syöttää näppäimien avulla ohjausyksikölle. Vaihtoehtoisesti perusasetukset voidaan lukea sopivalla lukulaitteella 13, esimerkiksi muistilevykkeeltä tai siirtää kallionporauslaitteen ulkopuolisesta yksiköstä langallista tai langatonta tiedonsiirtoyhteyttä käyttäen. Ku-  
35 viossa esitetty ohjausyksikkö käsittää neljä säätömoodia M1 - M4, joista haluttu säätömoodi voidaan valita valintakytkimillä 14. Tässä tapauksessa käyttäjä

valitsee kerrallaan yhden säätömoodin, jonka ohjausstrategian mukaisesti ohjausyksikkö porausta sen jälkeen ohjaa.

Kuviossa 2 esitetyt säätömoodit M1 – M4 voi olla määritelty esimerkiksi seuraavien ohjausstrategioiden pohjalta:

5 M1 = poraustehomoodi, jossa mitataan porakoneen työkalun tunkeutumisenopeutta kallioon. Poraustehomoodissa M1 säädetään toiminta-parametreja niin, että saavutetaan maksimi tunkeutumisenopeus. Tällöin tavoitekriteerinä on siis maksimi tunkeutumisenopeus. Vaihtoehtoisesti voi poraustehomoodin tavoitekriteerinä olla se, että porataan olennaisesti vakiolla tunkeutumisenopeudella. Ohjausyksikkö vaikuttaa tunkeutumisenopeuteen mm. syöttövoimaa sekä iskutehoa ja pyöritysmomenttia säätämällä.

10 M2 = laatumoodi, jossa mitataan esimerkiksi porakoneen työkaluun kohdistuvaa pyöritysmomenttia. Laatumoodissa M2 säädetään toiminta-parametreja niin, että pyöritysmomentti pysyy ennalta määriteltujen raja-arvojen sisällä. Edelleen voidaan mitata syöttövoimaa ja säätää syöttöä niin, että porattaessa vältetään ylisyöttö, mikä heikentää yleensä porattavan reiän suoruutta. Hyvä reikäsuoruus, joka voi olla eräs laatumoodin tavoitekriteeri, saavutetaan myös käyttämällä matalaa iskutehoa. Eräs porauksen laatua kuvaava ominaisuus voi olla se, kuinka helposti porauskomponenttien väliset kierreliitokset  
15 saadaan auki. Liitosten aukeamista helpotetaan sillä, että porauksessa vältetään ylisyöttöä.

M3 = kustannusmoodi, jossa mitataan esimerkiksi porauskalustossa esiintyvää tärinää. Kustannusmoodissa M3 säädetään toimintaparametreja niin, että tärinä saadaan minimoitua. Kustannusmoodi määrittelee sallittujen värähtelyjen raja-arvot. Tärinän vähentäminen lisää porauskaluston kestoikää ja ehkäisee sitä kautta korjauseisokkeja sekä varaosakuluja. Tässä moodissa tavoitekriteerinä on porauskaluston kestoikä. Tärinän minimoimiseksi pyritään välttämään ali- ja ylisyöttöä sekä korkeaa iskutehoa ja pyöritysmomenttia porauksessa.

30 M4 = optimointimoodi, jossa ohjausyksikkö säätää toiminta-parametreja automaattisesti yksi kerrallaan. Kulloinkin säädettävän yhden toimintaparametrin aikaansaama muutos mittausarvoihin mitataan. Mittausarvoilla on ennalta asetellut rajat. Kun yksittäistä toimintaparametria säätämällä saavutetaan asetettu mittausarvon sallittu alue, lukitaan kyseinen säätöarvo ja valitaan uusi toimintaparametri, jota säädetään jälleen niin, että asetettu mit-  
35

tausarvon sallittu alue saavutetaan. Säättöä jatketaan samaan tapaan jatkuva-  
na syklinä.

Jotta tavoitekriteerit toteutuvat, edellyttää se puolestaan tiettyjen mi-  
tattavien kriteerien toteutumista.

5 Kuviossa 3 on esitetty eräs toinen ohjausyksikkö 10. Ohjausyksikkö  
käsittää näppäimet 12 sekä lukulaitteen 13 asetustietojen syöttämiseksi ohja-  
usyksikölle. Edelleen ohjausyksikkö käsittää näyttöruudun 15 sekä graafisen  
käyttöliittymän. Näyttöruudulla 15 esitetään monikulmion muotoinen toiminta-  
10 alue 16, jonka rajoittamalla alueella ohjauskursoria 17 voidaan liikuttaa siir-  
tonäppäimien 18 avulla. Vaihtoehtoisesti kursoria voidaan liikuttaa muillakin  
ohjaimilla, kuten hiirellä, ohjainpallolla tai kosketusnäytöllä. Ohjauskursorin 17  
sijainti toiminta-alueella 16 määrittää säätimen kulloisenkin toimintapisteen.  
Tässä tapauksessa toiminta-alue 16 on kolmion muotoinen, jolloin kolmion jo-  
kainen nurkkapiste 20 kuvaa yhtä säätömoodia. Kolmiossa säätömoodeja on  
15 kolme: M1, M2 ja M3. Käyttäjä voi ohjauskursoria 17 liikuttamalla painottaa yh-  
tä säätömoodia suhteessa kahteen muuhun säätömoodiin. Tilanteessa, jossa  
ohjauskursori 17 on asetettuna kolmion keskipisteeseen 19, on etäisyys jokai-  
seen kolmion nurkkapisteeseen 20 yhtä suuri ja kaikilla säätömoodeilla yhtä  
20 suuri painoarvo. Siirrettäessä ohjauskursori 17 kohti yhtä nurkkapistettä 20 ly-  
henee etäisyys kyseiseen nurkkapisteeseen nähden, mutta samalla etäisyys  
kahteen muuhun kolmion nurkkapisteeseen kasvaa. Säättöjärjestelmä laskee  
säätömoodien M1, M2 ja M3 keskinäisen painotuksen suhteessa kursorin 17  
etäisyyteen kolmion nurkkapisteistä 20.

25 Säätimen käyttämät painokertoimet voidaan määrittää seuraavalla  
tavalla:

- lasketaan kursorin maksimietäisyys R kaavalla

$$R = \text{Sqrt}((X1-X0)^2 + (Y1-Y0)^2)$$

- lasketaan painokertoimet C0, C1, C2 vähentämällä maksimietäi-  
syydestä R suora etäisyys nurkkapisteestä

30  $C0 = R - \text{Sqrt}((XX-X0)^2 + (YY-Y0)^2)$

$$C1 = R - \text{Sqrt}((XX-X1)^2 + (Y1-YY)^2)$$

$$C2 = R - \text{Sqrt}((X2-XX)^2 + (YY-Y2)^2),$$

jonka jälkeen

35 - lasketaan mittaustiedon raja-arvot sekä yksittäisten toimintapara-  
metrien säätöarvot käyttäen apuna painokertoimia C0, C1, C2.

Edelleen graafinen käyttöliittymä mahdollistaa sen, että käyttäjä itse voi valita ohjausyksikön 10 muistista toiminta-alueen 16 nurkkapisteisiin 20 haluamansa säätömoodit M1 – M3. Edelleen voi ohjausyksikköön olla tallennettuna erilaisia toiminta-alueita 16, joista käyttäjä voi valita.

5 Kuviossa 4 on esitetty vielä eräs ohjausyksikkö 10, jossa neljä säätömoodia M1, M2, M3 ja M4 on järjestetty nelikulmion muotoon. Tässä tapauksessa ohjauskursori 17 on mekaaninen ohjain, kuten ns. joystick tai vastaava, jonka asema nelikulmion muotoisen toiminta-alueen 16 sisällä määrittelee säätimen toimintapisteen. Vastaavalla tavalla kuin kuvion 3 mukaisessa ratkai-

10 sussa, laskee ohjausjärjestelmä kursorin ja yksittäisen säätömoodin välisen etäisyyden perusteella toimintapistettä vastaavat painokertoimet kullekin säätömoodille ja laskee sen jälkeen kertoimia apuna käyttäen porauksen toimintaparametrit.

Myös muun muotoisia toiminta-alueita 16 voidaan soveltaa riippuen

15 mm. käytettävien säätömoodien lukumäärästä. Yksinkertaisimmillaan toiminta-alue voi olla jana, jossa säätömoodit, joita on kaksi kappaletta, on sovitettu janan päätepisteisiin. Ohjauskursorin siirtäminen janan yhtä päätepistettä kohti pidentää samalla etäisyyttä toiseen päätepisteeseen, jolloin toisen pääte-

20 Mainitaan vielä, että säätömoodissa määritelty mitattava kriteeri voi edellä mainittujen lisäksi olla esimerkiksi porausmelu, poraniskan liiketila, porauskaluston lämpötila tai poratangon jännitystila.

Silloin, kun kallioporakone ja/tai syöttövälineet ovat paineväliaine-

25 toimisia laitteita, mitataan laitteille johtavaa paineväliaineen painetta ja virtausta. Vastaavasti toimintaparametrit ovat tällöin iskunpaine, syötönpaine, syötönvirtaus, pyörityspaine, pyöritysvirtaus sekä huuhteluaineen paine ja virtaus. Sen sijaan, kun käytetään sähkötoimisia porauslaitteita, mitataan antureilla sähköisiä arvoja, kuten jännitettä ja virtaa. Vastaavasti toimintaparametrit ovat sähköisiä laitteita ohjattaessa sähköisiä säätösuureita.

30 Piirustukset ja niihin liittyvä selitys on tarkoitettu vain havainnollistamaan keksinnön ajatusta. Yksityiskohdiltaan keksintö voi vaihdella patentti-vaatimusten puitteissa. Niinpä keksintöä voidaan soveltaa kaikentyyppisessä kallionporauksessa.



### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kallionporauksen ohjaamiseksi, jossa menetelmässä kalliota porataan kallionporauslaitteella, joka käsittää alustan (1), syöttöpalkin (5), kallionporakoneen (6), jota liikutetaan syöttöpalkin (5) suhteen, sekä edelleen ohjausyksikön (10) kallionporauksen ohjaamiseksi, ja jossa menetelmässä asetetaan ohjausyksikön (10) muistiin porauksen perusasetukset, mitataan laitteen toimintaa porauksen aikana sekä säädetään porauksen toimintaparametreja halutun ohjaustoimenpiteen saavuttamiseksi, ja jossa muodostetaan ohjausyksikköön (10) ainakin kaksi säätömoodia (M1 - M4), joista säätömoodeista (M1 - M4) kukin määrittelee ainakin yhden porauksen aikana mitattavan kriteerin, raja-arvon mittaustulokselle sekä ainakin yhden säädettävän toimintaparametrin, t u n n e t t u siitä, että

muodostetaan ohjausyksikön (10) käyttöjärjestelmään ainakin kaksi yhtä aikaa aktiivista, säätöstrategialtaan erilaista säätömoodia (M1 - M4), priorisoidaan yhtä säätömoodia muihin säätömoodeihin verrattuna, ja

lasketaan mittaustulosten perusteella ohjausyksikössä (10) säädettäville toimintaparametreille säätöarvot porauksen ohjaamiseksi automaattisesti niin, että priorisoidun säätömodin (M1 - M4) säätöstrategiaa painotetaan.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muodostetaan ohjausyksikön (10) käyttöjärjestelmään tasogeometrisen monikulmion muotoinen toiminta-alue (16), että valitaan ohjauksen toimintapisteen liikuttamalla ohjauskursoria (17) toiminta-alueella (16), että sijoitetaan toiminta-alueen (16) kuhunkin nurkkapisteeseen (20) yksi säätömoodi (M1 - M4), ja että lasketaan kunkin säätömodin (M1 - M4) painokerroin toimintapisteen ja nurkkapisteiden (20) välisen etäisyyden perusteella.

3. Kallionporauslaitteen ohjausjärjestelmä, joka kallionporauslaite käsittää alustan (1), syöttöpalkin (5), kallionporakoneen (6), jota liikutetaan syöttöpalkin suhteen, ohjausyksikön (10), jossa on käyttöliittymä porauksen ohjaamista varten, sekä ainakin yhden anturin (11) poraustoiminnan mittaamiseksi, ja jossa ohjausyksikön (10) käyttöliittymä käsittää ainakin kaksi ennalta muodostettua säätömoodia (M1 - M4),

ja jossa kussakin säätömoodeissa (M1 - M4) on määritelty ainakin yksi porauksen aikana mitattava kriteeri, raja-arvo mittaustulokselle sekä ainakin yksi säädettävä toimintaparametri, t u n n e t t u siitä,

että ohjausyksikön (10) käyttöliittymä käsittää kaksi tai useampia yhtä aikaa aktiivisia ja säätöstrategialtaan erilaisia säätömoodeja (M1 - M4),  
että yksi säätömoodi on priorisoitavissa muihin säätömoodeihin nähden, ja

5           että ohjausyksikkö (10) on sovitettu automaattisesti säätämään mitaustulosten perusteella säätömooidien (M1 - M4) määrittelemiä toimintaparametreja niin, että priorisoidun säätömooidin mukainen poraustulos on painotettuna muihin säätömoodeihin (M1 - M4) nähden.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen ohjausjärjestelmä, t u n n e t t u  
10 siitä, että ohjausyksikön (10) käyttöliittymä käsittää tasogeometrisen monikulmion muotoisen toiminta-alueen (16), että monikulmion kuhunkin nurkkapisteeseen (20) on sijoitettu yksi säätömoodi (M1 - M4), että käyttöliittymä käsittää ohjauskursorin (17), jonka sijainti toiminta-alueella (16) on sovitettu kuvaamaan kulloinkin valittua ohjauksen toimintapistettä, ja että ohjausyksikkö  
15 (10) on sovitettu laskemaan kunkin säätömooidin (M1 - M4) painotuksen riippuen toimintapisteen etäisyydestä monikulmion nurkkapisteisiin (20).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen ohjausjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että käyttöjärjestelmä käsittää kolmion muotoisen toiminta-alueen (16).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen ohjausjärjestelmä, t u n n e t t u  
20 siitä, että kolmion muotoisen toiminta-alueen (16) ensimmäisessä nurkkapisteessä (20) on porauksen tunkeutumishopeutta optimoiva säätömoodi (M1), kolmion toisessa nurkkapisteessä on porattavan reiän suoruutta optimoiva säätömoodi (M2) ja kolmion kolmannessa nurkkapisteessä on porauskaluston kestävyyttä optimoiva säätömoodi (M3).

25           7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 3 - 6 mukainen ohjausjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ohjausyksikkö (10) käsittää graafisen käyttöliittymän.

**Patentkrav**

1. Förfarande för styrning av bergborrning, i vilket förfarande berg  
borras med en bergborrningsrigg, som omfattar ett underrede (1), en matar-  
balk (5), en bergborrmaskin (6) som är rörlig i förhållande till matarbalken (5)  
5 samt dessutom en styrenhet (10) för styrning av bergborrningen, och i vilket  
förfarande grundinställningar för borringen inställs i styrenhetens (10) minne,  
anordningens funktion mäts under borringen samt funktionsparametrar för  
borringen regleras för att åstadkomma en önskad styråtgärd, och där åtmin-  
stone två reglermod (M1 - M4) bildas i styrenheten (10), vilka reglermod  
10 (M1 - M4) vart och ett definierar åtminstone ett kriterium som uppmäts under  
borringen, ett gränsvärde för ett mätresultat samt åtminstone en reglerbar  
funktionsparameter, k ä n n e t e c k n a t a v a t t

åtminstone två samtidigt aktiva reglermod (M1 - M4) med olik reg-  
lerstrategi bildas i styrenhetens (10) operationssystem,  
15 ett reglermod prioriteras i jämförelse med de övriga reglermoden  
och

på basis av mätresultaten beräknas reglervärden för funktionspa-  
rametrarna som skall regleras i styrenheten (10) för att styra borringen auto-  
matiskt så att det prioriterade reglermodets (M1 - M4) reglerstrategi viktas.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t a v a t t i  
styrenhetens (10) operationssystem bildas ett funktionsområde (16) med for-  
men av en plangeometrisk polygon, att funktionspunkten för styrningen väljs  
genom att förflytta en styrkursor (17) i funktionsområdet (16), ett reglermod  
(M1 - M4) placeras i varje hörnpunkt (20) av funktionsområdet (16) och att  
25 respektive reglermod (M1 - M4) viktcoeffcient beräknas på basis av avstån-  
det mellan funktionspunkten och hörnpunkterna (20).

3. Styrssystem för en bergborrningsrigg, vilken bergborrningsrigg om-  
fattar ett underrede (1), en matarbalk (5), en bergborrmaskin (6) som är rörlig i  
förhållande till matarbalken (5), en styrenhet (10) med ett användargränssnitt  
30 för styrning av borringen samt åtminstone en givare (11) för mätning av bor-  
ringsfunktion och där styrenhetens (10) användargränssnitt omfattar åtminsto-  
ne två på förhand bildade reglermod (M1 - M4),

varvid respektive reglermod (M1 - M4) definierar åtminstone ett kri-  
terium som uppmäts under borringen, ett gränsvärde för ett mätresultat samt  
35 åtminstone en reglerbar funktionsparameter, k ä n n e t e c k n a t a v

att styrenhetens (10) användargränssnitt omfattar två eller flera samtidigt aktiva reglermod (M1-M4) med olik reglerstrategi,

att ett reglermod kan prioriteras jämfört med de andra reglermoden och

5 att styrenheten (10) är anordnad att på basis av mätresultaten automatiskt reglera de av reglermoden (M1 - M4) bestämda funktionsparameterna så att borrhingsresultatet enligt det prioriterade reglermodet viktas i förhållande till de övriga reglermoden (M1 - M4).

4. Styrssystem enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a t av att  
10 styrenhetens (10) användargränssnitt omfattar ett funktionsområde (16) med formen av en plangeometrisk polygon, att ett reglermod (M1 - M4) är placerat i varje hörnpunkt (20) av polygonen, att användargränssnittet omfattar en styrkursor (17), vars position på funktionsområdet (16) är anordnad att beskriva den vid respektive tillfälle valda funktionspunkten för styrningen och att styrenheten (10) är anordnad att beräkna respektive reglermods (M1 - M4) viktningsberoende på funktionspunktens avstånd till polygonens hörnpunkter (20).

5. Styrssystem enligt patentkrav 4, k ä n n e t e c k n a t av att operationssystemet omfattar ett triangelformigt funktionsområde (16).

6. Styrssystem enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a t av att den  
20 första hörnpunkten (20) i det triangelformiga funktionsområdet (16) uppvisar ett reglermod (M1) som optimerar borrhings genomträngningshastighet, triangelns andra hörnpunkt uppvisar ett reglermod (M2) som optimerar det borrhade hålets rakhet och triangelns tredje hörnpunkt uppvisar ett reglermod (M3) som optimerar borrhingsutrustningens hållbarhet.

25 7. Styrssystem enligt något av de föregående patentkraven 3 - 6, k ä n n e t e c k n a t av att styrenheten (10) omfattar ett grafiskt användargränssnitt.

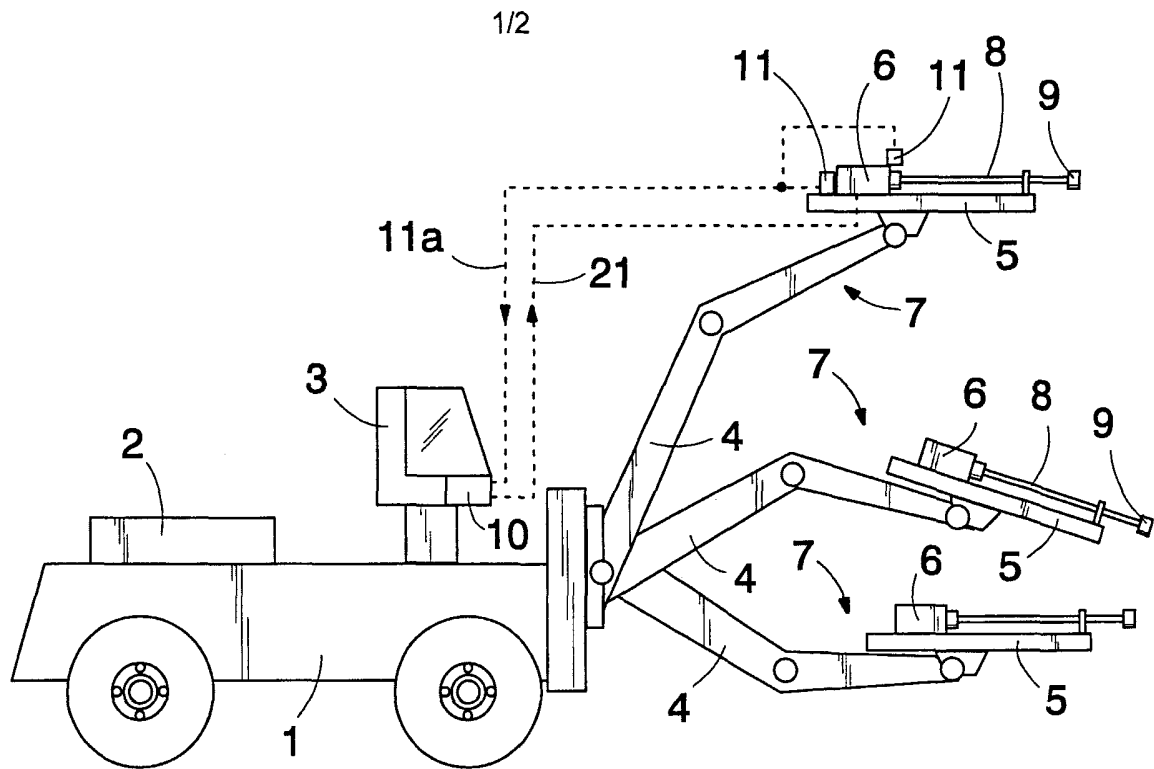


FIG. 1

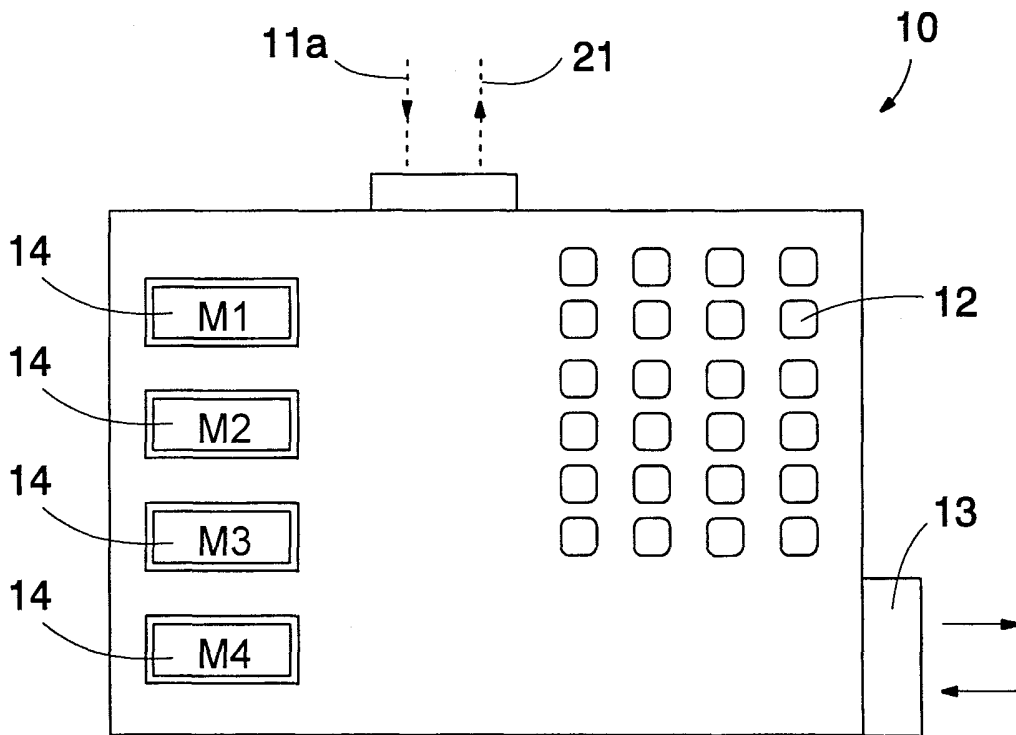


FIG. 2

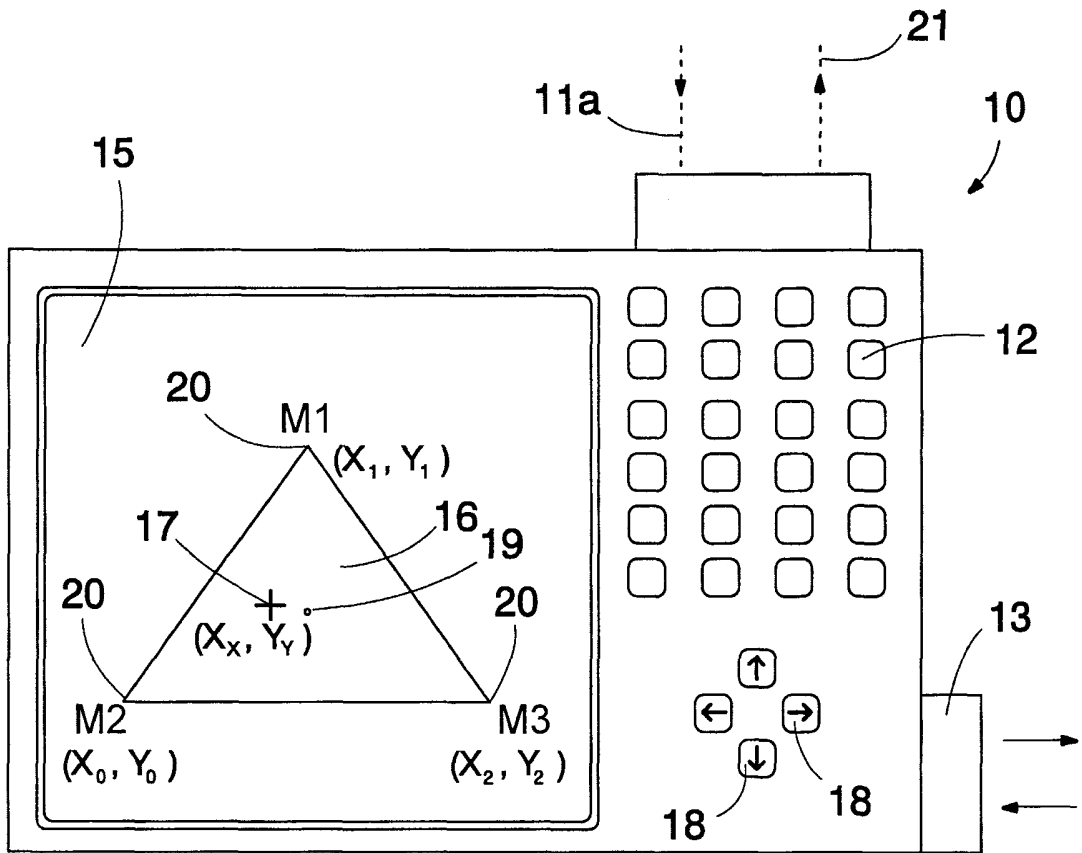


FIG. 3

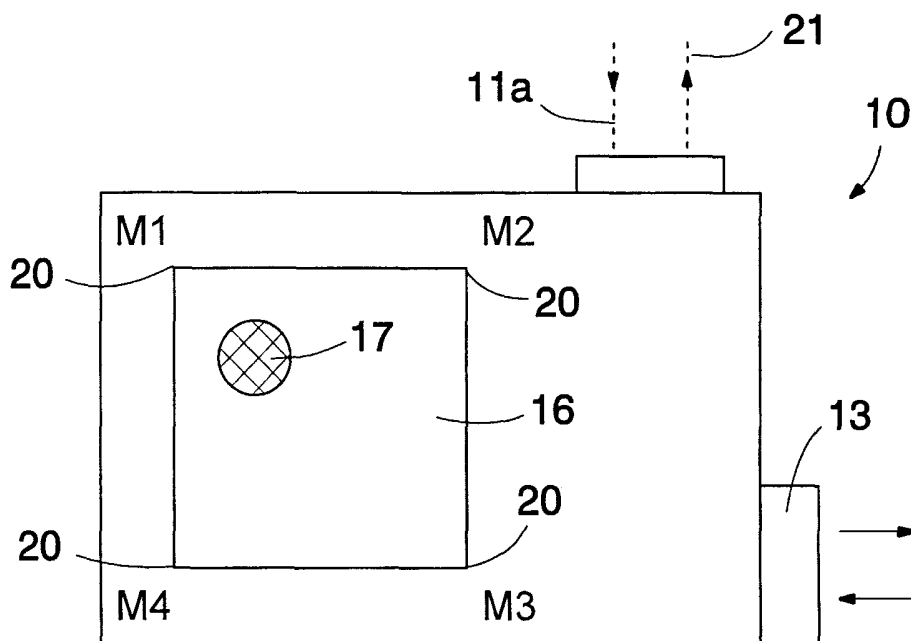


FIG. 4