



SUOMI - FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



FI 000116968B

(10) FI 116968 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

28.04.2006

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

B25D 9/26 (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20040929

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

02.07.2004

(24) Alkuperä - Löpdrag

02.07.2004

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

03.01.2006

(73) Haltija - Innehavare

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

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Keskniiva,Markku, Isoniemenkatu 20, 33400 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Mäki,Jorma, Sorvajärventie 35, 34140 Mutala, SUOMI - FINLAND, (FI)

3 •Helin,Almo, Lannemäentie 49 F 14, 33340 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

4 •Esko,Mauri, Kolkontie 174, 39500 Ikaalinen, SUOMI - FINLAND, (FI)

5 •Ahola,Erikki, Topiaksentie 11, 36240 Kangasala, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab

Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä iskulaitteen ohjaamiseksi, ohjelmistotuote sekä iskulaite

Förfarande för styrning av slaganordning, programprodukt samt slaganordning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

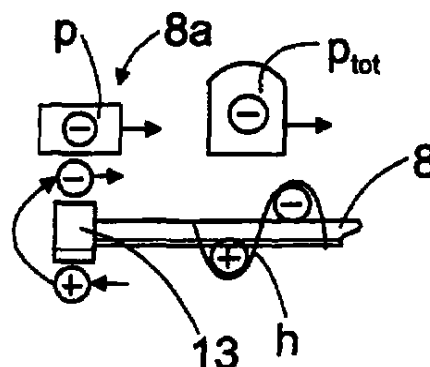
FI 115037 B, FI 69680 C, EP 1070569 A1, EP 80446 A2, GB 835368 A, RU 2221688 C2, US 6021855 A, US 4619334 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja ohjelmistotuote kalliopora-koneeseen kuuluvan iskulaitteen ohjaamiseksi sekä iskulaite.

Iskulaitteen (7) iskutaajuus asetetaan siten, että iskulaite (7) muodostaa työkaluun (8) uuden puristusjännitysaallon (p) aina silloin, kun edellisistä puristusjännitysaalloista muodostuneet heijastusaallot (h) saavuttavat työkalun ensimmäisen pään (8a). Tämä edellyttää sitä, että iskutaajuus on asetettava jännitysaallon kuluaikaan verrannollisesti, jolloin on huomiotava käytettävän työkalun (8) pituus sekä jännitysaallon etenemisnopeus työkalun materiaalissa.

Uppfinningen avser ett förfarande och en programvaruprodukt för styrning av en slaganordning som hör till en bergbormaskin samt en slaganordning. Slaganordningens (7) slagfrekvens inställs så att slaganordningen (7) bildar i ett verktyg (8) en ny tryckspänningsvåg (p) alltid då reflexionsvågorna (h) som bildats av föregående tryckspänningsvågor når verktygets första ända (8a). Detta förutsätter att slagfrekvensen måste inställas proportionellt mot spänningsvågens transportfördröjning, varvid man bör beakta längden av verktyget (8) som skall användas samt spänningsvågens framskridningshastighet i verktygets material.



Menetelmä iskulaitteen ohjaamiseksi, ohjelmistotuote sekä iskulaite

Keksinnön tausta

Keksinnön kohteena on menetelmä iskulaitteen ohjaamiseksi, jossa
5 menetelmässä: annetaan porauksen aikana iskulaitteella iskupulsseja kallioporakoneeseen kytkettävälle työkalulle, ja muodostetaan työkaluun puristusjännitysaalto, joka etenee työkalun materiaalista riippuvalla aallon etenemisnopeudella työkalun ensimmäisestä päästä sen toiseen päähän, ja josta puristusjännityksestä ainakin osa heijastuu takaisin työkalun toisesta päästä heijastusaaltona, joka etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä; sekä ohjataan kalliopora-
10 koneeseen kuuluvaa iskulaitetta ja sen iskutaajuutta.

Edelleen keksinnön kohteena on ohjelmistotuote iskevän kallionporauksen ohjaamiseksi, jonka ohjelmistotuotteen suorittaminen kallionporausta ohjaavan ohjausyksikön prosessorissa on sovitettu aikaansaamaan ainakin
15 seuraavia toimenpiteitä: ohjaamaan kallioporakoneeseen kuuluvaa iskulaitetta iskupulssien antamiseksi kallioporakoneeseen kytkettävälle työkalulle porauksen aikana, jolloin työkaluun on sovitettu muodostumaan puristusjännitysaalto, joka etenee työkalun materiaalista riippuvalla etenemisnopeudella työkalun ensimmäisestä päästä sen toiseen päähän, ja josta puristusjännityksestä ainakin
20 osa heijastuu takaisin työkalun toisesta päästä heijastusaaltona, joka etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä; sekä edelleen ohjaamaan iskulaitteen iskutaajuutta.

Vielä keksinnön kohteena on iskulaite, joka käsittää: välineet iskupulssin tuottamiseksi työkaluun, jolloin iskupulssin aiheuttama puristusjännitysaalto on sovitettu etenemään työkalun ensimmäisestä päästä sen toiseen
25 päähän, ja ainakin osa jännitysaallosta heijastuu työkalun toisesta päästä takaisin heijastusaaltona ja etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä; ohjausyksikön iskulaitteen iskutaajuuden säätämiseksi; sekä välineet ainakin iskulaitteen iskutaajuuden määrittämiseksi.

Edelleen keksinnön kohteena on iskulaite, joka käsittää: välineet iskupulssin tuottamiseksi työkaluun, jolloin iskupulssin aiheuttama puristusjännitysaalto on sovitettu etenemään työkalun ensimmäisestä päästä sen toiseen
30 päähän, ja ainakin osa jännitysaallosta heijastuu työkalun toisesta päästä takaisin heijastusaaltona ja etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä; välineet iskulaitteen iskutaajuuden säätämiseksi; sekä välineet iskulaitteen iskutaajuuden määrittämiseksi.
35

Iskevässä kallionporauksessa käytetään kallioporakonetta, jossa on ainakin iskulaite sekä työkalu. Iskulaitteen avulla muodostetaan puristusjännitysaalto, joka etenee poraniskan välityksellä työkaluun ja edelleen työkalussa uloimpana olevaan porakruunuun saakka. Puristusjännitysaalto etenee työkalussa nopeudella, jonka suuruus riippuu työkalun materiaalista. Kyseessä on siis etenevä aalto, jonka nopeus esimerkiksi teräksestä valmistetussa työkalussa on 5190 m/s. Kun puristusjännitysaalto saavuttaa porakruunun, tunkeutuu porakruunu sen vaikutuksesta kallioon. On kuitenkin havaittu, että iskulaitteen muodostaman puristusjännitysaallon energiasta 20 – 50 % heijastuu porakruunusta takaisin heijastusaaltona, joka etenee työkalussa vastakkaiseen suuntaan eli kohti iskulaitetta. Poraustilanteesta riippuen voi heijastusaalto käsittää pelkästään puristusjännitysaallon tai vetojännitysaallon. Tyypillisesti heijastusaalto käsittää kuitenkin sekä veto- että puristusjännityskomponentin. Nykyisin heijastusaaltojen sisältämää energiaa ei kyetä tehokkaasti käyttämään hyväksi porauksessa, mikä seikka tietenkin heikentää porauksen hyötysuhdetta. Toisaalta heijastusaaltojen tiedetään nykyisin aiheuttavan ongelmia mm. porauskaluston kestävyydelle.

Keksinnön lyhyt selostus

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan uudenlainen ja parannettu menetelmä ja ohjelmistotuote kallioporakoneen iskulaitteen ohjaimiseksi sekä iskulaite.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että asetetaan iskulaitteen iskutaajuus jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannolliseksi, joka jännitysaaltojen kulkuaika työkalussa riippuu porauksessa käytetyn työkalun pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun materiaalissa; että muodostetaan iskulaitteella työkaluun uusi puristusjännitysaalto, kun jonkin edellisen puristusjännitysaallon aiheuttama heijastusaalto saavuttaa työkalun ensimmäisen pään; ja että summataan uusi puristusjännitysaalto ja heijastusaalto, jolloin muodostuu summa-aalto, joka etenee työkalussa aallon etenemisnopeudella kohti työkalun toista päätä.

Keksinnön mukaiselle ohjelmistotuotteelle on tunnusomaista se, että ohjelmistotuotteen suorittaminen on sovitettu asettamaan iskulaitteen iskutaajuuden jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannolliseksi.

Keksinnön mukaiselle iskulaitteelle on tunnusomaista se, että ohjausyksikkö on sovitettu asettamaan iskutaajuuden jännitysaaltojen kulkuaikaan

verrannolliseksi, joka jännitysaaltojen kulkuaika työkalussa riippuu käytetyn työkalun pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun materiaalissa.

Keksinnön mukaiselle toiselle iskulaitteelle on tunnusomaista se, että iskulaite käsittää välineet iskutaajuuden ja iskuenergian säätämiseksi portaattomasti ja erikseen, ja että iskulaitteen iskutaajuus on sovitettu jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannollisesti, joka jännitysaaltojen kulkuaika työkalussa riippuu käytetyn työkalun pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun materiaalissa.

Keksinnön olennainen ajatus on, että iskulaitteen iskutaajuus on sovitettu siten, että aina silloin, kun annetaan työkalulle uusi puristusjännitysaalto, on jostakin edellisestä puristusjännitysaallosta muodostuneen heijastusaallon oltava työkalun iskulaitteen puoleisessa päässä. Iskutaajuuden säätäminen on tehtävä jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannollisesti. Jännitysaaltojen kulkuaikaan vaikuttaa käytettävän työkalun pituus sekä jännitysaaltojen etenemisnopeus kyseisen työkalun materiaalissa.

Keksinnön etuna on, että heijastusaallon sisältämä energia voidaan nyt paremmin käyttää hyväksi porauksessa. Kun heijastusaalto on saavuttanut työkalun iskulaitteen puoleisen pään, heijastuu heijastusaallossa oleva vetojännityskomponentti puristusjännitysaaltona takaisin kohti porakruunua. Tähän heijastuneeseen puristusjännitysaaltoon summataan uusi, iskulaitteella muodostettu primääri puristusjännitysaalto, jolloin heijastuneen ja primäärin puristusjännitysaallon yhdessä muodostama summa-aalto on energiasisällöltään suurempi kuin pelkästään iskulaitteella muodostetun puristusjännitysaallon energiasisältö. Lisäksi keksinnön mukainen ratkaisu varmistaa sen, että porakruunun ja kallion välillä on aina hyvä kontakti. Tämä on seurausta siitä, että työkalussa porakruunulle päin on etenemässä ainoastaan puristusjännitysaaltoja. Kun työkalun ensimmäisessä päässä summataan heijastuneeseen jännitysaaltoon iskulaitteella muodostettu uusi puristusjännitysaalto, on summa-aalto aina puristusjännitystä. Niinpä työkalussa ei etene porakruunua kohti vetojännitysaaltoja, jotka saattaisivat heikentää porakruunun ja kallion välistä kontaktia. Edelleen keksinnön mukaista ratkaisua sovellettaessa voi syöttövoima olla aiempaa pienempi, sillä hyvä kontakti porakruunun ja kallion välillä säilyy ilman, että suurella syöttövoimalla on kompensoitava vetojännitysaaltojen vaikutusta.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että asetetaan työkalussa iskulaitteelta porakruunulle päin etenevän summa-

aallon muoto halutuksi hienosäätämällä iskutaajuutta. Hienosäätö vaikuttaa työkalun ensimmäisestä päästä heijastuvan puristusjännitysaallon ja iskulaitteella muodostettavan primäärin puristusjännitysaallon summautumiseen ja sitä kautta summa-aallon muotoon. Asettamalla iskutaajuus porauskaluston

5 pituuden perusteella määritettyä asetusarvoa suuremmaksi saadaan progressiivinen summa-aalto. Pienentämällä iskutaajuutta voidaan puolestaan pidentää summa-aaltoa, mikä käytännössä pidentää puristusjännityksen vaikutusai-
kaa. Toki summa-aallon pidentäminen voidaan tehdä myös niin, että suurenne-
taan iskutaajuutta riittävästi, jolloin heijastuva aalto liittyy annettavan primäärin

10 puristusjännitysaallon perään.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että jatkotankoporauksessa asetetaan iskulaitteen iskutaajuus vastaamaan jännitysaallon kulkuaikaa yhdessä jatkotangossa. Tällöin työkalun toisesta päästä iskulaitetta kohti etenevät heijastusaallot etenevät jatkotankojen välisiin

15 liitoskohtiin olennaisesti samanaikaisesti kuin vastakkaisesta suunnasta etenevät primäärin puristusjännitysaallot. Osuessaan olennaisesti samanaikaisesti liitoskohdalle, puristusjännitysaalto ja heijastusaalto summautuvat, jolloin heijastusaallon sisältämä vetojännityskomponentti kumoutuu, eikä liitokseen näin ollen kohdistu lainkaan vetojännitystä. Tällä tavalla voidaan jatkotankojen välis-

20 ten liitosten kestävyyttä parantaa.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että uusi primääri puristusjännitysaalto summataan jonkin edellisen puristusjännitysaallon muodostaman heijastusaallon kerrannaiseen, eli heijastusaaltoon, joka on edennyt useita kertoja työkalun päästä päähän. Tätä sovellutusta voidaan hyödyntää erityisesti silloin, kun käytetään lyhyttä työkalua.

25

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että iskulaite käsittää välineet heijastusaallossa olevan puristusjännityskomponentin sisältämän energian varaamiseksi ja hyödyntämiseksi uusien iskupulssien muodostamisessa. Iskulaitteessa, joka käsittää edestakaisin liikuteltavan iskumännän, voidaan heijastuvan puristusjännityskomponentin sisältämä ener-
gia käyttää hyväksi liikuttaessa iskumäntää paluusuuntaan päin. Heijastunut puristusjännityskomponentti voi antaa iskumännän paluuliikkeelle alkunopeuden. Paluuliikkeen lopussa iskumännän liike-energiaa voidaan varastoida paineakkuihin ja käyttää hyväksi uuden iskuliikkeen aikana. Toisaalta tun-
netaan iskulaitteita, joissa puristusjännitysaaltoja muodostetaan suoraan hydrau-
lisisesta paine-energiasta, ilman mitään iskumäntää. Tällaisissa iskulaitteissa

30

35

iskupulssit voidaan muodostaa pienemmällä sisäänsyötetyllä energialla, kun iskutaajuus asetetaan keksinnön mukaisella tavalla.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että iskulaite mahdollistaa portaattoman ja erillisen iskutaajuuden ja iskuenergian säätämisen. Esimerkiksi iskulaitteessa, jossa puristusjännitysaaltoja muodostetaan suoraan hydraulisesta paine-energiasta, ilman mitään iskumäntää, voidaan iskutaajuutta säätää ohjausventtiilin pyöritysnopeutta tai käyntitaajuutta säätämällä. Iskuenergiaa voidaan tällaisessa iskulaitteessa säätää hydraulipaineen suuruutta säätämällä. Sähköisessä iskulaitteessa iskutaajuutta voidaan säätää esimerkiksi vaihtosähkön taajuutta säätämällä, ja iskuenergiaa voidaan säätää vaikuttamalla käytettävään jännitteeseen.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että käytetään iskutaajuutta, jonka suuruus on ainakin 100 Hz.

Keksinnön erään sovellutusmuodon olennaisena ajatuksena on se, että käytetään iskutaajuutta, jonka suuruus on ainakin 200 Hz. Käytännön ko-
keissa yli 200 Hz:n iskutaajuus on osoittautunut edulliseksi.

Kuvioiden lyhyt selostus

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

kuvio 2a esittää kaavamaisesti ja sivulta päin nähtynä erästä kallio-
porakonetta ja siihen kytkettyä työkalua poraustilanteessa,

kuvio 2b esittää kaavamaisesti työkalun ensimmäistä päätä eli iskulaite-
laitteen puoleista päätä ja heijastuneen jännitysaallon kulkua,

25 kuviot 2c ja 2d esittävät kaavamaisesti eräitä porauksen erikoistilan-
teita ja jännitysaallon heijastumista takaisin päin työkalun uloimmasta päästä eli
toisesta päästä,

kuvio 2e esittää kaavamaisesti eräitä summa-aallon muotoja, joiden
muodostumiseen on vaikutettu iskutaajuutta hienosäätämällä,

30 kuviot 3 – 6 esittävät kaavamaisesti ja eri aikoina tarkasteltuna pri-
määrien puristusjännitysaaltojen ja työkalun uloimmasta päästä heijastuneiden
heijastusaaltojen kulkua työkalussa, johon kuluu useita jatkotankoja,

kuvio 7 esittää kaavamaisesti ja aukileikattuna erästä keksinnön
mukaista iskulaitetta ja sen toiminnan ohjausta,

35 kuvio 8 esittää kaavamaisesti ja aukileikattuna erästä toista keksin-
nön mukaista iskulaitetta ja sen toiminnan ohjausta,

kuvio 9 esittää kaavamaisesti ja aukileikattuna vielä erästä kolmatta keksinnön mukaista iskulaitetta ja sen toiminnan ohjausta, ja

kuvio 10 esittää taulukkoa, jossa on eräitä iskutaajuuden asetusarvoja ja iskutaajuuden asetusarvojen kerrannaisia pituudeltaan erilaisille työkaluille.

Kuvioissa keksintö on esitetty selvyyden vuoksi yksinkertaistettuna. Samankaltaiset osat on merkitty kuvioissa samoilla viitenumeroilla.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Kuviossa 1 esitetty kallionporauslaite 1 käsittää alustan 2 sekä ainakin yhden syöttöpalkin 3, jolle on sovitettu liikuteltavasti kallioporakone 4. Kallioporakonetta 4 voidaan syöttölaitteen 5 avulla työntää kohti porattavaa kiveä ja vastaavasti vetää siitä poispäin. Syöttölaitteeseen 5 voi kuulua esimerkiksi yksi tai useampi hydraulisylinteri, joka voi olla sopivien voimansiirtoelimien avulla sovitettu liikuttamaan kallioporakonetta 4. Tyypillisesti syöttöpalkki 3 on sovitettu puomiin 6, jota voidaan liikutella alustan 2 suhteen. Kallioporakone 4 käsittää iskulaitteen 7 iskupulssien antamiseksi kallioporakoneeseen 4 kytketylle työkalulle 8. Työkalu 8 voi käsittää yhden tai useampia poratankoja sekä porakruunun 10. Edelleen porakoneeseen 4 voi kuulua pyörityslaitte 11 työkalun 8 pyörittämiseksi pituusakselinsa ympäri. Porauksen aikana iskulaitteella 7 annetaan iskupulsseja työkalulle 8, jota voidaan samanaikaisesti pyörittää pyörityslaitteen 11 avulla. Lisäksi kallioporakonetta 4 voidaan työntää porauksen aikana kiveä kohti niin, että porakruunu 10 pystyy työstämään kiveä. Kallionporausta voidaan ohjata yhden tai useamman ohjausyksikön 12 avulla. Ohjausyksikkö 12 voi antaa ohjauskomentoja kallioporakoneen 4 ja syöttölaitteen 5 toimintaa ohjaaville toimilaitteille, kuten esimerkiksi paineväliainetta ohjaaville venttiileille. Kallioporakoneen 4 iskulaite 7, pyörityslaitte 11 ja syöttölaitte 5 voivat olla paineväliainetoimisia toimilaitteita tai ne voivat olla sähköisiä toimilaitteita.

Kuviossa 2a on esitetty eräs kallioporakone 4, jossa olevaan poraniskaan 13 on kytketty työkalu 8. Kallioporakoneeseen 4 kuuluva iskulaite 7 voi käsittää iskuelementin 14, kuten esimerkiksi edestakaisin liikuteltavasti sovitetun iskumännän, joka on sovitettu iskemään poraniskassa 13 olevaan iskupintaan 15 ja muodostamaan iskupulssin, joka etenee materiaalista riippuvalla nopeudella puristusjännitysaaltona poraniskan 13 ja työkalun 8 läpi porakruunulle 10. Eräs kallioporauksen erikoistapaus on esitetty kuviossa 2c, jossa po-

rakruunu 10 ei pysty puristusjännitysaallon p vaikutuksesta tunkeutumaan kallioon 16. Tämä voi johtua esimerkiksi erittäin kovasta kivimateriaalista 16'. Tällöin alkuperäinen jännitysaalto p heijastuu puristusjännitysaallona h porakruunusta 10 takaisin päin kohti iskulaitetta 7. Toinen erikoistapaus on esitetty kuviossa 2d. Siinä porakruunu 10 voi liikkua esteettä eteenpäin ilman vastustavaa voimaa. Esimerkiksi silloin, kun porataan kalliossa olevaan onkaloon, on tunkeutumavastus vähäinen. Tällöin alkuperäinen puristusjännitysaalto p heijastuu vetoheijastusaallona porakruunusta 10 takaisin päin kohti iskulaitetta 7. Käytännön porauksessa, joka on esitetty kuviossa 2a, porakruunu 10 kohtaa vastustusta, mutta pystyy kuitenkin liikkumaan puristusjännitysaallon p vaikutuksesta eteenpäin. Porakruunun 10 liikettä eteenpäin vastustaa voima, jonka suuruus riippuu siitä, kuinka paljon porakruunu 10 on tunkeutunut kallioon 16: mitä syvemmälle porakruunu 10 tunkeutuu, sitä suurempi on vastustava voima, ja päinvastoin. Niinpä käytännön porauksessa porakruunusta 10 heijastuu vetoheijastusaalto h, joka käsittää sekä veto- että puristusheijastuskomponentit. Kuvioissa vetojännitys on merkitty (+) -merkillä ja puristusjännitys (-) -merkillä. Vetoheijastuskomponentti (+) on heijastuneessa aallossa h aina ensimmäisenä ja puristusjännityskomponentti (-) jälkimmäisenä. Tämä johtuu siitä, että primäärin puristusjännitysaallon p vaikutuksen alkuvaiheessa porakruunun 10 tunkeutuma ja tunkeutumavastus on pieni, jolloin muodostuu vetoheijastuskomponentti (+). Alkutilanne muistuttaa siten edellä kuvattua erikoistilannetta, jossa porakruunu 10 voi liikkua ilman merkittävää vastustavaa voimaa eteenpäin. Sen sijaan primäärin puristusjännitysaallon p vaikutuksen loppuvaiheessa porakruunu 10 on jo tunkeutunut syvemmälle kallioon 16, jolloin tunkeutumavastus on suurempi, eikä alkuperäinen puristusjännitysaalto p jaksakaan enää olennaisesti työntää porakruunua 10 eteenpäin syvemmälle kallioon 16. Tämä tilanne muistuttaa edellä esitettyä toista erikoistapausta, jossa porakruunun 10 eteneminen kallioon 16 on estynyt. Näin siis syntyy heijastuva puristusjännitysaalto (-), joka seuraa välittömästi porakruunusta 10 ensin heijastuneen vetojännitysaallon (+) jäljessä.

Iskulaitteen 7 avulla työkaluun 8 muodostettu etenevä jännitysaalto kulkee siis työkalun ensimmäisestä päästä 8a, eli iskulaitteen puoleisesta päästä työkalun toiseen päähän 8b, eli porakruunun puoleiseen päähän, sekä edelleen takaisin työkalun ensimmäiseen päähän 8a. Jännitysaalto kulkee tällöin matkan, joka on kaksi kertaa työkalun 8 pituus. Keksinnön ajatuksen mukaisesti iskulaitteen 7 iskutaajuus sovitetaan siten, että iskulaite 7 antaa uuden

iskupulssin olennaisesti sillä hetkellä, kun jokin edellisten jännitysaaltojen heijastusaalloista on saavuttanut työkalun 8 ensimmäisen pään 8a.

Jännitysaallon kulkemaa edestakaista matkaa määritettäessä porakruunun 10 pituus voidaan jättää huomioimatta, sillä porakruunun 10 aksiaalinen pituus on hyvin pieni suhteessa työkalun 8 kokonaispituuteen. Poraniskala 13 on tyypillisesti suurempi pituus, minkä vuoksi se voidaan ottaa huomioon.

Seuraavaksi keksintöä selitetään kaavojen (1), (2) ja (3) avulla.

Jännitysaallon kulkuaika työkalun ensimmäisestä päästä toiseen päähän ja takaisin voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

10

$$t_k = \frac{2(L_{Niska} + nL_{Kanki})}{c} = \frac{2L_{tot}}{c} \quad (1)$$

Tässä kaavassa L_{Niska} on poraniskan pituus ja L_{Kanki} on yhden porakangen pituus. Työkalun kokonaispituus on L_{tot} , kun n on porakankien lukumäärä. c on jännitysaallon etenemisnopeus työkalussa. Jännitysaallon kulkuaika t_k on siis riippuvainen työkalun kokonaispituudesta L_{tot} ja jännitysaallon etenemisnopeudesta c kyseisen työkalun materiaalissa.

Edelleen voidaan jännitysaallon kulkuaajan t_k perusteella laskea taajuus käyttämällä seuraavaa kaavaa:

20

$$f_k = \frac{c}{2(L_{Niska} + nL_{Kanki})} \quad (2)$$

On huomattava, että taajuus f_k ei tarkoita porakangen aksiaalista ominaistaajuutta, vaan taajuus f_k on riippuvainen ainoastaan työkalun kokonaispituudesta ja jännitysaallon etenemisnopeudesta.

Keksinnön ajatuksen mukaisesti voidaan iskulaitteen iskutaajuus f_D asettaa jännitysaallon kulkuaikaan verrannolliseksi. Iskutaajuus noudattaa tällöin seuraavaa kaavaa:

30

$$f_D = m \frac{c}{2(L_{Niska} + nL_{Kanki})}, \text{ esim. } m = \dots, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, \dots \quad (3)$$

Kaavassa (3) m on taajuuskerroin, joka on kahden kokonaisluvun osamäärä tai monikerta.

Silloin, kun taajuuskerroin m on kahden kokonaisluvun osamäärä, on huomattava, että osoittajassa voi olla muukin luku kuin 1. Nimittäjän lukuarvo ilmaisee sen, kuinka monta kertaa jännitysaalto etenee työkalussa edestakaisin, kunnes siihen summataan uusi primääri puristusjännitysaalto. Käytännössä nimittäjän maksimi lukuarvo on 4.

Käytännössä kaava (3) tarkoittaa siis sitä, että porauksessa käytetään iskutaajuutta, joka on verrannollinen jännitysaallon kulkuaikaan työkalussa. Tällä tavoin uusi puristusjännitysaalto voidaan lähettää työkaluun niin, että se summautuu heijastusaallon vetojännityskomponentin kanssa. Kuten kuvios-
 10 ta 2b nähdään, heijastusjännitysaallon h tavoittaessa työkalun ensimmäisen päään 8a, vetojännityskomponentti (+) ei voi välittyä iskulaitteelle, sillä työkalun ensimmäinen pää 8a on vapaa. Sen vuoksi vetojännityskomponentti (+) heijastuu työkalun ensimmäisestä päästä 8a puristusjännityskomponenttina (-) takaisin kohti porakruunua 10. Työkalun ensimmäisestä päästä 8a heijastuneeseen
 15 puristusjännityskomponenttiin summataan iskulaitteen avulla uusi puristusjännitysaalto p . Syntyvällä puristusjännitysten summa-aallolla p_{tot} on suurempi energiasisältö kuin pelkällä puristusjännitysaallolla p . Edelleen on heijastuvan puristusjännityskomponentin energiasisältö niin pieni, että se ei yksistään pysty rikkomaan kiveä. Kaiken kaikkiaan kyse on iskulaitteella 7 annettavien iskupulssien oikeasta ajoittamista suhteessa heijastuviin vetojännityskomponentteihin (+).

Kuviossa 2e on esitetty eräitä esimerkkejä summa-aallon p_{tot} muodoista. Aikaistamalla tai viivästyttämällä uuden puristusjännitysaallon muodostamista suhteessa vetoheijastuskomponentin saapumiseen voidaan vaikuttaa
 25 summa-aallon p_{tot} muotoon. Käytännössä summa-aallon p_{tot} muotoon vaikutetaan iskutaajuutta hienosäätämällä. Mikäli iskutaajuus asetetaan porauskaluston perusteella määritettyä asetusarvoa suuremmaksi, saadaan kuvion 2e vasemmanpuoleinen summa-aalto p_{tot1} , joka on muodoltaan progressiivinen. Mikäli iskutaajuutta pienennetään määritellystä asetusarvosta, saadaan puolestaan pidempi summa-aalto p_{tot2} , joka on kuviossa 2e oikealla. Viimeksi mainitussa tapauksessa iskulaitteella muodostettu puristusjännitysaalto liittyy heijastuneen puristusjännityskomponentin perään. Kuviossa 2b nähdään vielä asetusarvoa vastaavan summa-aallon p_{tot} muoto.

Kuvioissa 3 – 6 on esitetty jatkotankoporauksen periaatetta. Tällöin
 35 työkalu 8 käsittää kaksi tai useampia jatkotankoja 17a – 17c, jotka on liitetty toisiinsa liitoskappaleiden 18a, 18b avulla. Liitoskappaleessa 18 on yleensä

liitoskierteet, joihin jatkotangot 17 kytketään. Liituskappale 18 voi olla osa jatkotankoa 17. Toisiinsa kytketyt jatkotangot 17 ovat tyypillisesti olennaisesti samanpituisia. Jatkotankoporauksessa eräänä ongelmana on se, että työkalun 8 toisesta päästä 8b heijastuva vetojännityskomponentti (+) voi vaurioittaa liituskappaletta 18 ja erityisesti siinä olevia liitoskierteitä. Keksinnön avulla iskulaiteen 7 iskutaajuus voidaan asettaa niin, että primääri puristusjännitysaalto p on liituskappaleen 18 kohdalla aina olennaisesti yhtäaikaa heijastuvan vetojännityskomponentin (+) kanssa. Tällöin primäärin puristusjännitysaallon p ja vetojännityskomponentin (+) vaikutukset summautuvat liituskappaleen 18 kohdalla, mikä seikka varmistaa sen, että liituskappaleeseen 18 ei kohdistu lainkaan vetojännitystä. Niinpä liituskappaleiden 18 ja jatkotankojen 17 kestävyys voi olla aiempaa parempi. Koska primääri puristusjännitysaalto p voi olla melko pitkä, ei puristusjännitysaallon p ja heijastusaallon h tarvitse olla täsmälleen samanaikaisesti liituskappaleen 18 kohdalla, vaan riittää, että puristusjännitysaalto p vaikuttaa liitoskohdassa vielä silloin, kun heijastusaallon h vetojännityskomponentti (+) saavuttaa liitoskohdan.

Jatkotankoporauksessa iskulaiteen 7 iskutaajuus voidaan asettaa jännitysaallon kulkuaikaan verrannolliseksi käyttämällä seuraavaa kaavaa:

$$f_D = \frac{c}{2L_{Kanki}} \quad (4)$$

Iskutaajuus asetetaan siis vastaamaan yhden jatkotangon 17 pituutta L_{Kanki} . Edelleen voidaan poraniskan 13 pituus jättää huomioimatta, sillä poraniskan 13 pituus suhteessa jatkotangon 17 pituuteen on pieni.

Seuraavaksi selitetään yksityiskohtaisemmin ja kuvioihin 3 – 6 viitaten jännitysaaltojen kulkua jatkotankoporauksessa. Kuviossa 3 poraus on juuri aloitettu ja iskulaitteella 7 muodostettu ensimmäinen puristusjännitysaalto p1 on jo edennyt kolmanteen jatkotankoon 17c. Toinen jännitysaalto p2, kolmas jännitysaalto p3, ja sitä seuraavat jännitysaallot muodostetaan kaavan (4) mukaisesti, eli iskulaiteen 7 iskutaajuus on sovitettu jännitysaallon kulkuaikaan verrannollisesti. Tällöin työkalun 8 toisesta päästä 8b heijastuva ensimmäinen heijastusaalto h1 etenee toisen liituskappaleen 18b kohdalle olennaisesti yhtäaikaa toisen puristusjännitysaallon p2 kanssa. Tätä on havainnollistettu kuviossa 4. Edelleen kuvion 5 tilanteessa ensimmäinen heijastusaalto h1 on jo saavuttanut ensimmäisen liituskappaleen 18a, samoin kuin vastakkaisesta

suunnasta etenevä kolmas puristusjännitysaalto p3. Kuviossa 6 toinen heijastusaalto on edennyt toisen liitoskappaleen 18b kohdalle olennaisesti yhtäaikaa kolmannen puristusjännitysaallon p3 kanssa. Aina kun vetojännityskomponentin (+) käsittävä heijastusaalto h on edennyt liitoksen kohdalle, myöskin vastakkaisesta suunnasta etenevä puristusjännitysaalto p vaikuttaa liitoskohtaan, minkä seurauksena puristusjännitysaalto p kumoaa vetojännityskomponentin (+).

Kuvioissa 7 - 9 on esitetty eräitä iskulaitteita 7, joissa iskutaajuuteen voidaan vaikuttaa säätämällä ohjausventtiilin 19 pyörimistä tai kääntymistä akselinsa ympäri. Kuvioiden 7 - 9 mukaisilla iskulaitteilla on mahdollista saavuttaa hyvin suuri iskutaajuus. Iskutaajuus voi olla yli 450 Hz, jopa yli 1 kHz.

Kuvion 7 mukaisessa iskulaitteessa 7 on runko 20, jonka sisällä on jännityselementti 21. Edelleen iskulaitteeseen kuuluu ohjausventtiili 19, jota pyöritetään akselinsa ympäri sopivalla pyöritysmekanismilla tai käännetään edestakaisin akselin suhteen. Ohjausventtiilissä 19 voi olla vuorotellen aukkoja 22 ja 23, jotka avaavat ja sulkevat yhteyksiä syöttökanavaan 24 ja vastaavasti poistokanavaan 25. Edelleen iskulaitteen rungossa 20 voi olla ensimmäinen painenestetila 26. Lisäksi iskulaitteeseen voi kuulua välityselementti kuten esimerkiksi välitysmäntä 27. Tämän iskulaitteen 7 peruseräteenä on se, että ohjausventtiilin 19 avulla ohjataan jännityselementin 21 jännittämistä ja vastaavasti vapauttamista niin, että saadaan muodostettua iskupulsseja. Jännityselementin 21 jännittämistä varten voi pumpulta 28 johtaa painenesteen syöttökanava 24 venttiilissä 19 olevien aukkojen 22 kohdalle. Ohjausventtiilin 19 pyöriessä aukot 22 tulevat yksi kerrallaan painenesteen syöttökanavan 24 kohdalle ja päästävät painenestettä virtaamaan lävitseen painenestetilasta 26. Tämän seurauksena välitysmäntä 27 voi työntyä kohti jännityselementtiä 21, jolloin jännityselementti 21 puristuu kokoon. Kokoonpuristumisen seurauksena välitysmäntään 27 varastoituu energiaa, joka pyrkii työntämään välitysmäntää 27 työkaluun 8 päin. Ohjausventtiilin 19 kääntyessä nuolen A osoittamaan suuntaan, avautuu painenestetilasta 26 yhteys aukkojen 23 kautta poistokanavaan 25, jolloin painenestetilassa 26 oleva paineneste pääsee virtaamaan nopeasti painesäiliöön 29. Kun painenestettä poistuu painenestetilasta 26, vapautuu jännityselementti 21 jännityksestä ja jännityksen aikaansaama voima puristaa työkalua 8 kokoon. Jännityselementtiin 21 varastoitunut energia siirtyy jännityspulssina työkaluun 8. Jännityselementti 21 ja välitysmäntä 27 voivat olla erillisiä kappaleita, jolloin jännityselementti 21 voi olla joko kiinteää materi-

aalia tai sen voi muodostaa toisessa painenestetilassa 30 oleva paineneste. Mikäli jännityselementti 21 on kiinteää materiaalia, se voi olla integroitu välitysmännän 27 yhteyteen.

Kuviossa 8 on esitetty kuviossa 7 esitetyn iskulaitteen 7 eräs toteutusmuoto, jossa pumpulta 28 syötetään suoraan, ilman ohjausventtiiliin 19 ohjausta, syöttökanavaa 24 pitkin painenestettä ensimmäiseen painenestetilaan 26. Tällöin riittää, että ohjausventtiilissä 19 on aukot 23 painenesteen päästämiseksi painenestetilasta 26 poistokanavaan 25. Tässä ratkaisussa siis ohjataan pelkästään painenesteen paineen vapauttamista ensimmäisestä painenestetilasta 26 sopivalla taajuudella jännityspulssien muodostamiseksi työkaluun 8.

Kuviossa 9 on esitetty iskulaite, jossa on toinen painenestetila 30, joka voi olla kytketty kanavan 31 avulla painelähteeseen 32 niin, että painenestettä voidaan syöttää painenestetilaan 30. Toisessa painenestetilassa 30 oleva paineneste voi toimia tässä ratkaisussa jännityselementtinä 21. Välitysmäntä 27 tai vastaava voi erottaa ensimmäisen painenestetilan 26 ja toisen painenestetilan 30 toisistaan. Ensimmäiseen painenestetilaan 26 voidaan syöttää ohjausventtiiliin 19 kautta painenestettä pumpulta 28. Ohjausventtiili 19 voi olla sovitettu avaamaan ja sulkemaan yhteyden ensimmäisestä painenestetilasta 26 syöttökanavaan 24 ja toisaalta poistokanavaan 25. Pumput 28 ja 32 voivat olla myös kytketyt yhteen. Kun painenestettä syötetään ohjausventtiiliin 19 ohjaamana ensimmäiseen painenestetilaan 26, välitysmäntä 27 siirtyy nuolen B osoittamassa suunnassa takimmaiseen asentoonsa, jolloin toisesta painenestetilasta 30 poistuu painenestettä. Tämän jälkeen ohjausventtiili 19 kääntyy akselinsa suhteen asentoon, jossa painenestettä pääsee nopeasti virtaamaan ensimmäisestä painenestetilasta 26 poistokanavaan 25. Tällöin välitysmäntään 27 kohdistuu toisessa painenestetilassa 30 vaikuttava paine sekä lisäksi pumpun 32 muodostama paine, jotka yhdessä aikaansaavat voiman, jonka seurauksena välitysmäntä 27 työntyy kohti työkalua 8. Välitysmäntä 27 puristaa työkalua 8 kokoon, minkä seurauksena työkaluun 8 muodostuu iskupulssi, joka etenee puristusjännitysaaltona p läpi työkalun 8. Porattavasta kalliosta palaava heijastuspulssi h kulkee työkalun 8 läpi takaisin iskulaitteeseen 7 päin. Tämä heijastuspulssi pyrkii työntämään välitysmäntää 27 nuolen B suuntaan, jolloin heijastuspulssin energiaa siirtyy toisessa painenestetilassa 30 olevaan painenesteeseen. Tällöin toiseen painenestetilaan 30 syötettävän paine-

väliaineen määrä voi olla pienempi, jolloin iskupulssi saadaan muodostettua käyttämällä pienempää sisäänsyötetyn energian määrää.

Kuvioiden 7 – 9 mukaisissa ratkaisuisa ohjausventtiiliä 19 voidaan pyörittää tai kääntää akselinsa ympäri esimerkiksi pyöritysmoottorin 33 avulla, joka voi olla esimerkiksi paineväliainetoiminen tai sähköinen laite ja se voi olla kytkeyty sopivien voimansiirtoelimiin, kuten esimerkiksi hammaspyörien välityksellä vaikuttamaan ohjausventtiiliin 19. Kuviossa 7 – 9 esitetyistä ratkaisuisa poiketen pyöritysmoottori 33 voi olla integroitu ohjausventtiiliin 19 yhteyteen. Pyöritysmoottorin 33 avulla ohjausventtiiliin 19 liikettä voidaan säätää suhteellisen tarkasti, jolloin myös iskulaiteen 7 iskutaajuuden säätö on tarkka. Niinpä iskupulsseja voidaan antaa keksinnön mukaisella tavalla käyttämällä juuri oikeaa iskutaajuutta, joka on riippuvainen käytetyn porauskaluston pituudesta. Tarkka iskutaajuuden säätö mahdollistaa myös iskutaajuuden hienosäädön ja summa-aallon muotoon vaikuttamisen. Lisäksi iskutaajuuden säätö ja iskuenergian säätö voivat olla portaattomia. Iskutaajuuden säätö ja iskuenergian säätö voidaan tehdä erikseen. Tällä tarkoitetaan sitä, että iskutaajuus ja iskuenergian suuruus voidaan kumpikin erikseen asettaa haluttuun arvoon.

Porauksessa käytettyä iskutaajuutta voidaan mitata monella eri tavalla. Kuviossa 7 on esitetty eräs mahdollisuus, eli työkalussa 8 tai poranikassa 13 etenevä jännitysaalto voidaan havaita sopivan kelan 34 avulla. Kuvioissa 8 ja 9 on puolestaan esitetty, että mitataan sopivilla antureilla 35 painetta tai painevirtausta ainakin yhdestä iskulaiteen painenestekanavasta tai painenestetilasta ja välitetään mittaustieto iskulaiteen ohjausyksikölle 12, jossa on välineet mittaustulosten käsittelemiseksi. Ohjausyksikkö 12 voi analysoida mittaustuloksissa esiintyvän sykkeen perusteella iskulaiteen 7 iskutaajuuden. On myös mahdollista mitata kuvioissa 7 – 9 esitetyn ohjausventtiiliin 19 kääntymis- tai pyörimisliikettä ja määrittää käytetty iskutaajuus sen perusteella. Edellä mainittujen ratkaisujen lisäksi on mahdollista määrittää iskutaajuus mittaamalla iskulaitteesta tai siihen kuuluvista välineistä muita fysikaalisia ilmiöitä, jotka ilmaisevat iskupulssien muodostumisen. Niinpä iskutaajuuden mittaamisessa voidaan vielä käyttää hyväksi esimerkiksi pietsosähköisiä antureita, kiihtyvyyssantureita ja ääniantureita.

On myös mahdollista määrittää jännitysaaltojen kulkuaika muullakin tapaa kuin edellä esitetyllä matemaattisella tavalla työkalun 8 pituuden ja jännitysaallon etenemisnopeuden avulla. Iskulaite 7 voi käsitellä yhden tai useampia antureita tai mittalaitteita, joilla voidaan mitata työkalun toisesta päästä 8b pa-

laava heijastusaalto h. Mittaustulosten perusteella ohjausyksikkö 12 voi määrittää aaltojen kulkuajan työkalussa ja säätää iskutaajuutta.

Edelleen iskulaitteen ohjausyksikköön 12 voi olla asetettu keksinnön mukainen ohjausstrategia, joka huomioi mitatun iskutaajuuden sekä käytetyn
5 porauskaluston, ja voi säätää automaattisesti iskutaajuuden keksinnön ajatuksen mukaiseksi. Iskutaajuuden säätäminen voi tapahtua myös manuaalisesti, jolloin iskulaitteen ohjausyksikkö 12 ilmoittaa operaattorille käytetyn iskutaajuuden ja operaattori voi manuaalisesti säätää iskutaajuuden niin, että se on keksinnön mukaisella tavalla riippuvainen käytetystä porauskalustosta. Ope-
10 raattorilla voi olla käytössään taulukoita tai muita apuvälineitä, jotka osoittavat porauksessa käytettävän iskutaajuuden eripituisille työkaluille. Toisaalta tiedot tarkoista iskutaajuuksista voivat olla tallennetut ohjausyksikköön 12, josta operaattori voi hakea tiedot käyttöönsä. Ohjausyksikkö 12 voi olla myös sellainen, että se opastaa operaattoria oikean iskutaajuuden säätämiseksi. Edelleen on
15 mahdollista, että jatkotankojen käsittelylaite on sovitettu tunnistamaan jatkotangossa olevan tunnistein ja ilmoittamaan ohjausyksikölle kulloinkin käytössä olevan työkalun kokonaispituuden sekä yksittäisen jatkotangon pituuden.

Mainittakoon, että selvyiden vuoksi kuviossa 9 ei ole esitetty lainkaan ohjausventtiilin 19 pyörittämiseen tai kääntämiseen liittyviä välineitä, oh-
20 jausyksikköä, eikä välineitä iskutaajuuden mittaamiseksi.

Keksintöä voidaan soveltaa sekä paineväliaine- että sähkötoimisen iskulaitteen yhteydessä. Keksinnön toteuttamisen kannalta ei ole olennaista se, minkä tyyppisellä iskulaitteella työkalussa etenevät puristusjännitysaallot on muodostettu. Iskupulssi on iskulaitteella aikaan saatu lyhytaikainen voima-
25 vaikutus, joka muodostaa puristusjännitysaallon työkaluun.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa ajamalla ohjausyksikköön 12 kuuluvan yhden tai useamman tietokoneen prosessorissa tietokoneohjelma. Keksinnön mukaisen menetelmän toteuttava ohjelmistotuote voidaan tallentaa ohjausyksikön 12 muistiin, tai ohjelmistotuote voidaan ladata
30 tietokoneeseen joltakin muistivälineeltä kuten esimerkiksi CD-ROM -levyiltä. Edelleen ohjelmistotuote voidaan ladata jostakin toisesta tietokoneesta esimerkiksi tietoverkon kautta kaivosajoneuvon ohjausjärjestelmään kuuluvaan laitteeseen.

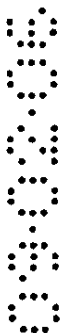
Kuvion 10 taulukossa on esitetty erälle työkalupituuksille joitakin iskutaajuuden asetusarvoja ja niiden tyypillisiä kerrannaisia. Esimerkkinä voi-
35 daan mainita, että mikäli iskulaitteen iskutaajuusalue on 350 – 650 Hz, voidaan

- taulukosta valita sopivat taajuudet, jotka on esitetty taulukossa 10 kehystettyinä. Taajuuskertoimen nimittäjän lukuarvo ilmaisee, kuinka monta kertaa jännitysaalto etenee työkalussa edestakaisin, kunnes siihen summataan uusi primääri puristusjännitysaalto. Mitä pienempi nimittäjän arvo on, sitä vähemmän
- 5 heijastunut jännitysaalto rasittaa työkalua. Niinpä taajuuskertoimen valinnassa tulisi suosia arvoja, joissa osamäärän nimittäjällä on mahdollisimman pieni lukuarvo.

Mainittakoon, että keksintöä käytettäessä voidaan hyödyntää tässä hakemuksessa esitettyjen piirteiden erilaisia kombinaatioita ja muunnoksia.

- 10 Keksinnön mukaista iskulaitetta voidaan porauksen lisäksi soveltaa myös muissa iskupulsseja hyödyntävissä työlaitteissa, kuten esimerkiksi rikotusvasaroissa ja muissa kivimateriaalin tai muun kovan materiaalin rikkomiseen tarkoitetuissa rikotuslaitteissa, sekä edelleen esimerkiksi paalutuslaitteissa.

- 15 Piirustukset ja niihin liittyvä selitys on tarkoitettu vain havainnollistamaan keksinnön ajatusta. Yksityiskohdiltaan keksintö voi vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.



Patenttivaatimukset

1. Menetelmä iskulaitteen ohjaamiseksi, jossa menetelmässä:

annetaan porauksen aikana iskulaitteella (7) iskupulsseja kallioporakoneeseen (4) kytkettävälle työkalulle (8), ja muodostetaan työkaluun (8)
 5 puristusjännitysaalto (p), joka etenee työkalun (8) materiaalista riippuvalla aallon etenemisnopeudella työkalun ensimmäisestä päästä (8a) sen toiseen päähän (8b), ja josta puristusjännityksestä (p) ainakin osa heijastuu takaisin työkalun toisesta päästä (8b) heijastusaallona (h), joka etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä (8a); sekä

10 ohjataan kallioporakoneeseen (4) kuuluvaa iskulaitetta (7) ja sen iskutaajuutta;

tunnettu siitä,

että asetetaan iskulaitteen (7) iskutaajuus jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannolliseksi, joka jännitysaaltojen kulkuaika työkalussa (8) riippuu
 15 porauksessa käytetyn työkalun (8) pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun materiaalissa;

että muodostetaan iskulaitteella (7) työkaluun (8) uusi puristusjännitysaalto (p), kun jonkin edellisen puristusjännitysaallon aiheuttama heijastusaalto (h) saavuttaa työkalun ensimmäisen pään (8a); ja

20 että summataan uusi puristusjännitysaalto (p) ja heijastusaalto (h), jolloin muodostuu summa-aalto (p_{tot}), joka etenee työkalussa (8) aallon etenemisnopeudella (c) kohti työkalun toista päätä (8b).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä,

25 että säädetään summa-aallon (p_{tot}) muotoa iskutaajuutta hienosäätämällä, ja

että hienosäätämisessä uusien iskupulssien antamista aikaistetaan tai viivästytetään iskutaajuuden asetusarvosta, joka on määritetty jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannollisesti, jolloin hienosäädöllä vaikutetaan uuden puristusjännitysaallon (p) ja heijastusaallon (h) summutumiseen ja siten myös
 30 summa-aallon (p_{tot}) muotoon.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä,

että käytetään porauksessa työkalua (8), joka käsittää ainakin kaksi jatkotankoa (17a – 17c), jotka on liitetty toisiinsa liitoskappaleella (18a, 18b),

35 että asetetaan iskulaitteen (7) iskutaajuus vastaamaan jännitysaallon kulkuaikaa yhden jatkotangon (17a – 17c) päästä päähän,

että ajoitetaan iskutaajuuden avulla työkalun toista päätä (8b) kohti etenevä puristusjännitysaalto ja vastakkaiseen suuntaan etenevä heijastusaalto olennaisesti yhtäaikaan jatkotankojen (17a – 17c) liitoskohtaan, ja

että summataan liitoskohdalla puristusjännitysaalto ja heijastusaalto, jolloin heijastusaallossa oleva vetojännityskomponentti (+) kumoutuu puristusjännitysaallon vaikutuksesta.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä,

että käytetään iskutaajuutta, jonka suuruus on ainakin 100 Hz.

10 5. Ohjelmistotuote iskevän kallionporauksen ohjaamiseksi, jonka ohjelmistotuotteen suorittaminen kallionporausta ohjaavan ohjausyksikön (12) prosessorissa on sovitettu aikaansaamaan ainakin seuraavia toimenpiteitä:

ohjaamaan kalliorakoneeseen (4) kuuluvaa iskulaitetta (7) iskupulssien antamiseksi kalliorakoneeseen (4) kytkettävälle työkalulle (8) porauksen aikana, jolloin työkaluun (8) on sovitettu muodostumaan puristusjännitysaalto (p), joka etenee työkalun (8) materiaalista riippuvalla etenemisnopeudella työkalun ensimmäisestä päästä (8a) sen toiseen päähän (8b), ja josta puristusjännityksestä (p) ainakin osa heijastuu takaisin työkalun toisesta päästä (8b) heijastusaaltona (h), joka etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä (8a); sekä edelleen

ohjaamaan iskulaitteen (7) iskutaajuutta;

tunnettu siitä,

että ohjelmistotuotteen suorittaminen on sovitettu asettamaan iskulaitteen (7) iskutaajuuden jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannolliseksi.

25 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen ohjelmistotuote, tunnettu siitä,

että ohjelmistotuotteen suorittaminen on sovitettu määrittämään jännitysaaltojen kulkuajan työkalussa (8) matemaattisesti vasteena työkalun (8) pituus- ja materiaalitiedon antamiselle.

30 7. Iskulaite, joka käsittää:

välineet iskupulssin tuottamiseksi työkaluun (8), jolloin iskupulssin aiheuttama puristusjännitysaalto on sovitettu etenemään työkalun ensimmäisestä päästä (8a) sen toiseen päähän (8b), ja ainakin osa jännitysaallosta heijastuu työkalun toisesta päästä (8b) takaisin heijastusaaltona ja etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä (8a);

ohjausyksikön (12) iskulaitteen (7) iskutaajuuden säätämiseksi; sekä

välineet ainakin iskulaitteen (7) iskutaajuuden määrittämiseksi, tunnettu siitä,

- 5 että ohjausyksikkö (12) on sovitettu asettamaan iskutaajuuden jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannolliseksi, joka jännitysaaltojen kulkuaika työkalussa (8) riippuu käytetyn työkalun (8) pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun materiaalissa.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,

- 10 että ohjausyksikkö (12) on sovitettu määrittämään jännitysaaltojen kulkuajan työkalussa (8) matemaattisesti kun ohjausyksikölle (12) on annettu työkalun (8) pituus- ja materiaalitieto.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,

- 15 että iskulaitteeseen (7) on kytketty työkalu (8), jossa on ainakin kaksi jatkotankoa (17a – 17c), jotka on liitetty toisiinsa liitokappaleella (18a, 18b),
 että ohjausyksikkö (12) on sovitettu asettamaan iskulaitteen (7) iskutaajuuden vastaamaan jännitysaallon kulkuaikaa yhdessä jatkotangossa (17a – 17c) sen päästä päähän, jolloin työkalun toista päätä (8b) kohti etenevä puristusjännitysaalto ja vastakkaiseen suuntaan etenevä heijastusaalto on so-
20 vitettu vaikuttamaan olennaisesti yhtäaikaan jatkotankojen (17a – 17c) liitokohdassa.

10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 7 – 9 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,

- 25 että iskulaitteessa (7) on välineet heijastusaallon (h) puristusjännityskomponentin (-) sisältämän energian hyödyntämiseksi uusien iskupulssien muodostamisessa.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 7 – 10 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,

- 30 että ohjausyksikkö (12) on sovitettu hienosäätämään iskutaajuutta työkalun toiseen päähän (8b) etenevän jännitysaallon muotoon vaikuttamiseksi, ja

 että mainitussa hienosäädössä ohjausyksikkö (12) on sovitettu joko aikaistamaan tai viivästyttämään iskutaajuutta asetusarvosta, joka on määritetty jännitysaaltojen kulkuaikaan verrannollisesti.

- 35 12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 7 – 11 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,

että iskupulssit on sovitettu muodostettavaksi iskulaitteessa (7) suoraan hydraulisesta paine-energiasta, ilman iskumäntää.

13. Iskulaite, joka käsittää:

- 5 aiheuttama puristusjännitysaalto on sovitettu etenemään työkalun ensimmäisestä päästä (8a) sen toiseen päähän (8b), ja ainakin osa jännitysaallosta heijastuu työkalun toisesta päästä (8b) takaisin heijastusaallona ja etenee kohti työkalun ensimmäistä päätä (8a);

- 10 välineet iskulaitteen (7) iskutaajuuden säätämiseksi; sekä
välineet iskulaitteen (7) iskutaajuuden määrittämiseksi,
tunnettu siitä,

että iskulaite (7) käsittää välineet iskutaajuuden ja iskuenergian säätämiseksi portaattomasti ja erikseen, ja

- 15 että iskulaitteen (7) iskutaajuus on sovitettu jännitysaaltojen kulkuai-
kaan verrannollisesti, joka jännitysaaltojen kulku aika työkalussa (8) riippuu
käytetyn työkalun (8) pituudesta sekä aallon etenemisnopeudesta työkalun
materiaalissa.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen iskulaite, tunnettu siitä,
20 että iskupulssit on sovitettu muodostettavaksi iskulaitteessa (7) suoraan hydraulisesta paine-energiasta, ilman iskumäntää.



Patentkrav

1. Förfarande för styrning av en slaganordning, i vilket förfarande:

slagpulser ges under borming med slaganordningen (7) till ett verktyg (8) som skall kopplas till en bergbormmaskin (4), och i verktyget (8) bildas en tryckspänningsvåg (p), som framskrider med en av verktygets (8) material beroende framskridningshastighet för vågen från verktygets första ända (8a) till dess andra ända (8b), och av vilken tryckspänning (p) åtminstone en del reflekteras tillbaka från verktygets andra ända (8b) som en reflexionsvåg (h), som framskrider mot verktygets första ända (8a); samt

slaganordningen (7) som hör till bergbormmaskinen (4) och dess slagfrekvens styrs;

k ä n n e t e c k n a t a v

att slaganordningens (7) slagfrekvens inställs proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid, vilken utbredningstid för spänningsvågorna i verktyget (8) beror på det vid bormingen använda verktygets (8) längd samt vågens framskridningshastighet i verktygets material;

att med slaganordningen (7) bildas i verktyget (8) en ny tryckspänningsvåg (p), när en av föregående tryckspänningsvåg förorsakad reflexionsvåg (h) når verktygets första ända (8a); och

att den nya tryckspänningsvågen (p) och reflexionsvågen (h) summeras, varvid bildas en summavåg (p_{tot}), som framskrider i verktyget (8) med vågens framskridningshastighet (c) mot verktygets andra ända (8b).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t a v

att summavågens (p_{tot}) form regleras genom finjustering av slagfrekvensen, och

att vid finjusteringen tidigareläggs eller fördröjs givandet av nya slagpulser från slagsfrekvensens inställningsvärde, som bestämts proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid, varvid man genom finjustering påverkar summeringen av den nya tryckspänningsvågen (p) och reflexionsvågen (h) och således också summavågens (p_{tot}) form.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t a v

att vid borming används ett verktyg (8), som omfattar åtminstone två skarvstänger (17a-17c), vilka är förbundna med ett skarvstycke (18a, 18b),

att slaganordningens (7) slagfrekvens inställs att motsvara spänningsvågens utbredningstid från en skarvstångs (17a-17c) ända till ända,

att med hjälp av slagfrekvensen inställs tryckspänningsvågen som

framskrider mot verktygets andra ända (8b) och reflexionsvågen som framskrider i motsatt riktning väsentligen samtidigt i skarvstängernas (17a-17c) skarvställe, och

- 5 att i skarvstället summeras tryckspänningsvågen och reflexionsvågen, varvid dragspänningskomponenten (+) i reflexionsvågen upphävs genom tryckspänningsvågens inverkan.

4. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t av

- 10 att man använder en slagfrekvens, vars storlek är åtminstone 100 Hz.

5. Programvaruprodukt för styrning av en slående bergborring, vilken programvaruprodukts utförande i processorn för en styrenhet (12) som styr bergborringen är anordnad att åstadkomma åtminstone följande åtgärder:

- 15 att styra en slaganordning (7) som hör till en bergbormaskin (4) för att ge slagpulser till ett verktyg (8) som skall kopplas till bergbormaskinen (4) under borrning, varvid i verktyget (8) är anordnat att bildas en tryckspänningsvåg (p), som framskrider med en av verktygets (8) material beroende framskridningshastighet från verktygets första ända (8a) till dess andra ända (8b), och av vilken tryckspänning (p) åtminstone en del reflekteras tillbaka från verktygets andra ända (8b) som en reflexionsvåg (h), som framskrider mot verktygets första ända (8a); samt vidare

att styra slaganordningens (7) slagfrekvens;

k ä n n e t e c k n a d av

- 25 att programvaruprodukts utförande är anordnat att inställa slaganordningens (7) slagfrekvens proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid.

6. Programvaruprodukt enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a d av

- 30 att programvaruprodukts utförande är anordnat att bestämma spänningsvågornas utbredningstid i verktyget (8) matematiskt som svar på att verktygets (8) längd- och materialdata ges.

7. Slaganordning, vilken omfattar:

- 35 medel för generering av en slagpuls till verktyget (8), varvid den av slagpulsen förorsakade tryckspänningsvågen är anordnad att framskrida från verktygets första ända (8a) till dess andra ända (8b), och åtminstone en del av spänningsvågen reflekteras från verktygets andra ända (8b) tillbaka som en reflexionsvåg och framskrider mot verktygets första ända (8a);

en styrenhet (12) för reglering av slaganordningens (7) slagfrekvens; samt

medel för bestämning av åtminstone slaganordningens (7) slagfrekvens,

5 k ä n n e t e c k n a d a v

att styrenheten (12) är anordnad att inställa slagfrekvensen proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid, vilken utbredningstid för spänningsvågorna i verktyget (8) beror på det använda verktygets (8) längd samt vågens framskridningshastighet i verktygets material.

10 8. Slaganordning enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a d a v

att styrenheten (12) är anordnad att bestämma spänningsvågornas utbredningstid i verktyget (8) matematiskt, när verktygets (8) längd- och materialdata givits till styrenheten (12).

15 9. Slaganordning enligt patentkrav 7 eller 8, k ä n n e t e c k n a d a v

att till slaganordningen (7) kopplats ett verktyg (8) som uppvisar åtminstone två skarvstänger (17a-17c), vilka är förbundna med ett skarvstycke (18a, 18b),

20 att styrenheten (12) är anordnad att inställa slaganordningens (7) slagfrekvens att motsvara spänningsvågens utbredningstid i en skarvstång (17a-17c) från dess ända till ända, varvid tryckspänningsvågen som framskrider mot verktygets andra ända (8b) och reflexionsvågen som framskrider i motsatt riktning är anordnade att påverka väsentligen samtidigt i skarvstängernas (17a-17c) skarvställe.

25 10. Slaganordning enligt något av de föregående patentkraven 7-9, k ä n n e t e c k n a d a v

att slaganordningen (7) uppvisar medel för utnyttjande av energin som ingår i reflexionsvågens (h) tryckspänningskomponent (-) vid bildandet av nya slagpulser.

30 11. Slaganordning enligt något av de föregående patentkraven 7-10, k ä n n e t e c k n a d a v

att styrenheten (12) är anordnad att finjustera slagfrekvensen för att påverka formen av spänningsvågen som framskrider till verktygets andra ända (8b), och

35 att vid nämnda finjustering är styrenheten (12) anordnad att antingen tidigarelägga eller fördröja slagfrekvensen från ett inställningsvärde,

som bestämts proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid.

12. Slaganordning enligt något av de föregående patentkraven 7-11, k ä n n e t e c k n a d av

5 att slagpulserna är anordnade att bildas i slaganordningen (7) direkt från den hydrauliska tryckenergin utan slagkolv.

13. Slaganordning, vilken omfattar:

medel för generering av en slagpuls till verktyget (8), varvid den av slagpulsen förorsakade tryckspänningsvågen är anordnad att framskrida från verktygets första ända (8a) till dess andra ända (8b), och åtminstone en del av
10 spänningsvågen reflekteras från verktygets andra ända (8b) tillbaka som en reflexionsvåg och framskrider mot verktygets första ända (8a);

medel för reglering av slaganordningens (7) slagfrekvens; samt

medel för bestämning av slaganordningens (7) slagfrekvens,

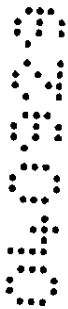
k ä n n e t e c k n a d av

15 att slaganordningen (7) omfattar medel för reglering av slagfrekvensen och slagenenergin steglöst och skilt för sig, och

att slaganordningens (7) slagfrekvens är anordnad proportionellt mot spänningsvågornas utbredningstid, vilken utbredningstid för spänningsvågorna i verktyget (8) beror på det använda verktygets (8) längd samt vågens
20 framskridningshastighet i verktygets material.

14. Slaganordning enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k n a d av

att slagpulserna är anordnade att bildas i slaganordningen (7) direkt från den hydrauliska tryckenergin utan slagkolv.



1/4

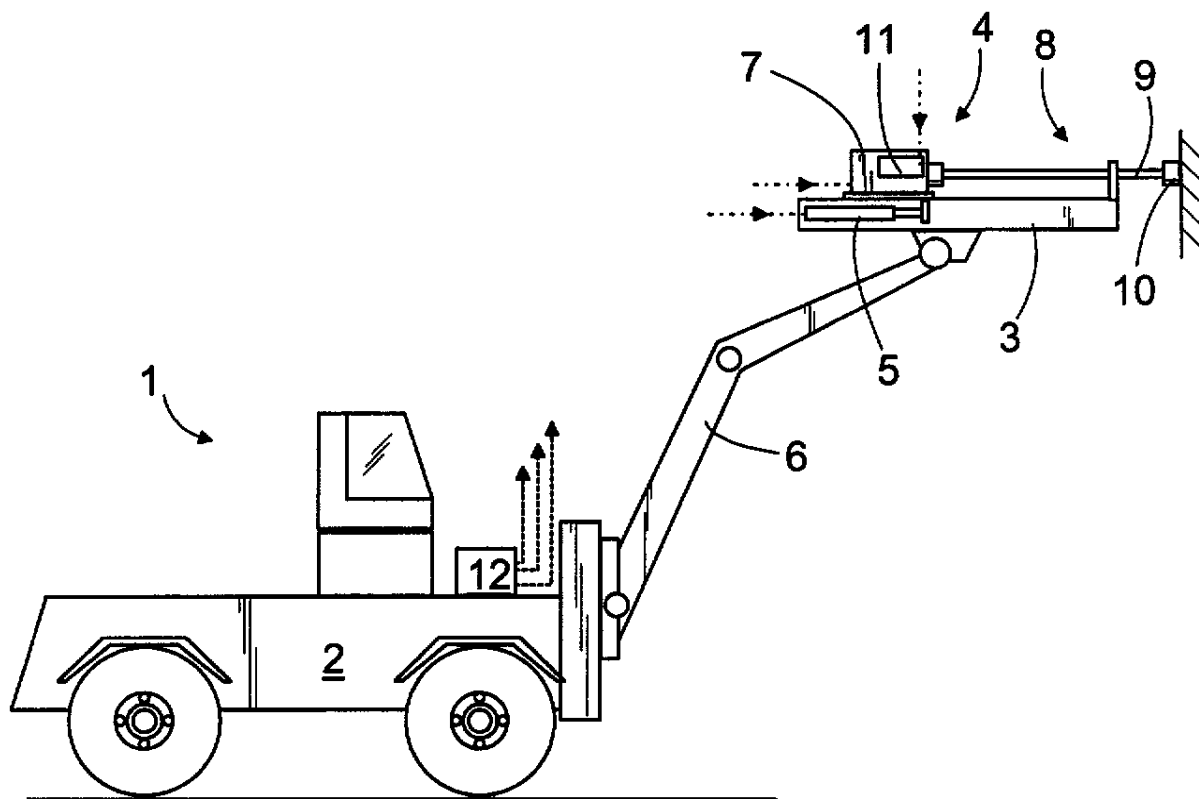


FIG. 1

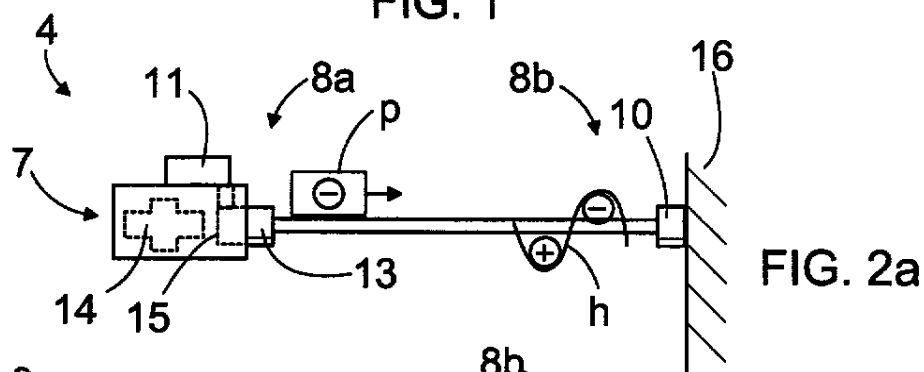


FIG. 2a

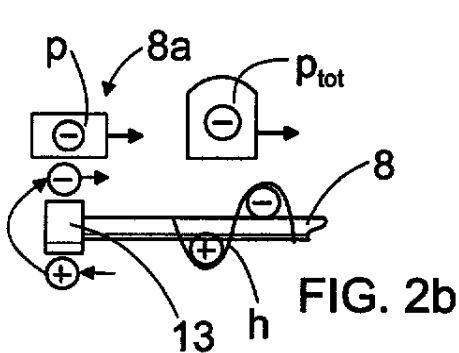


FIG. 2b

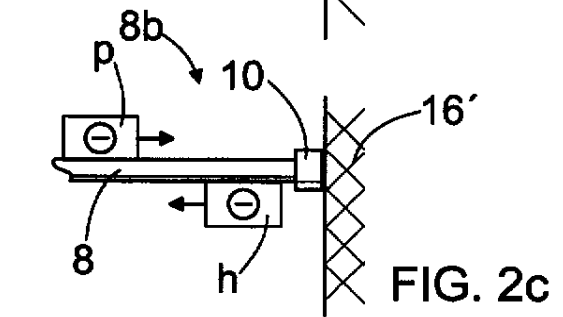


FIG. 2c

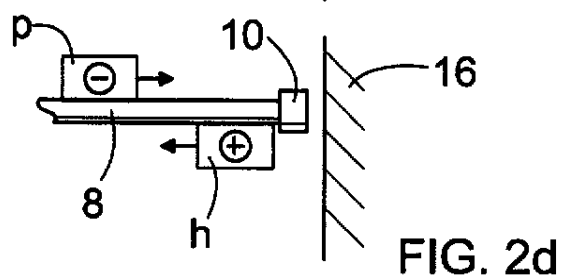


FIG. 2d

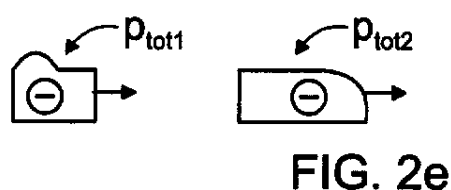
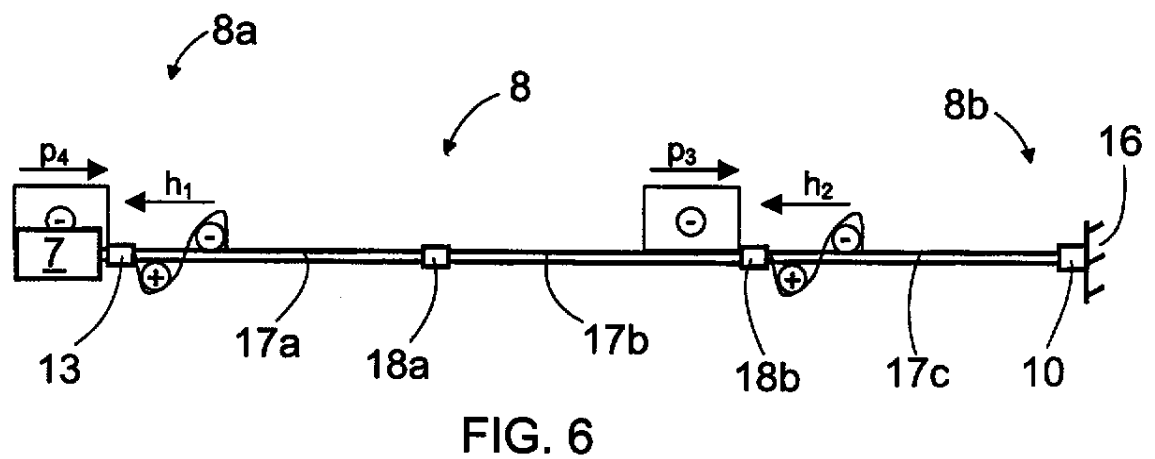
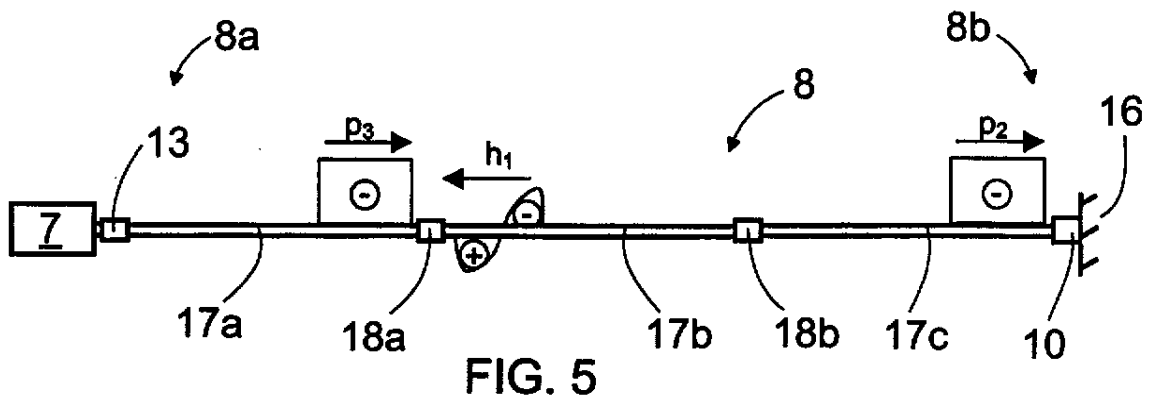
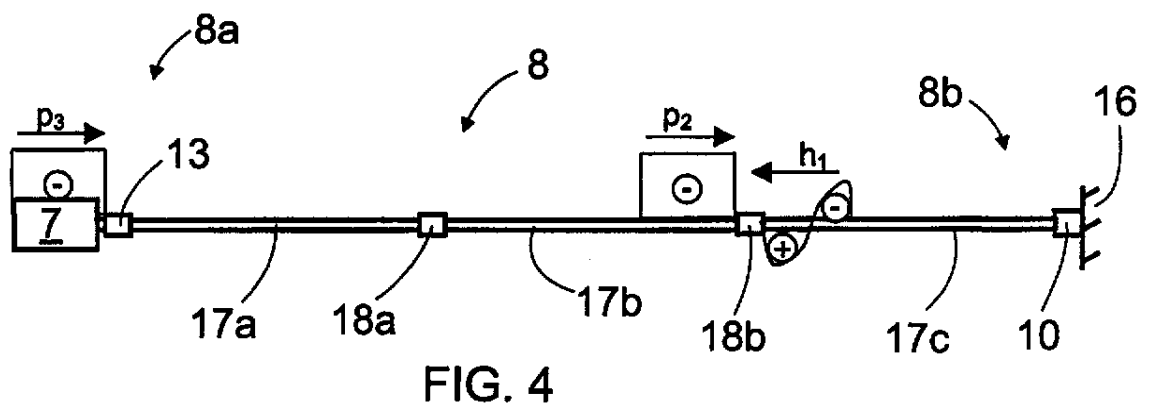
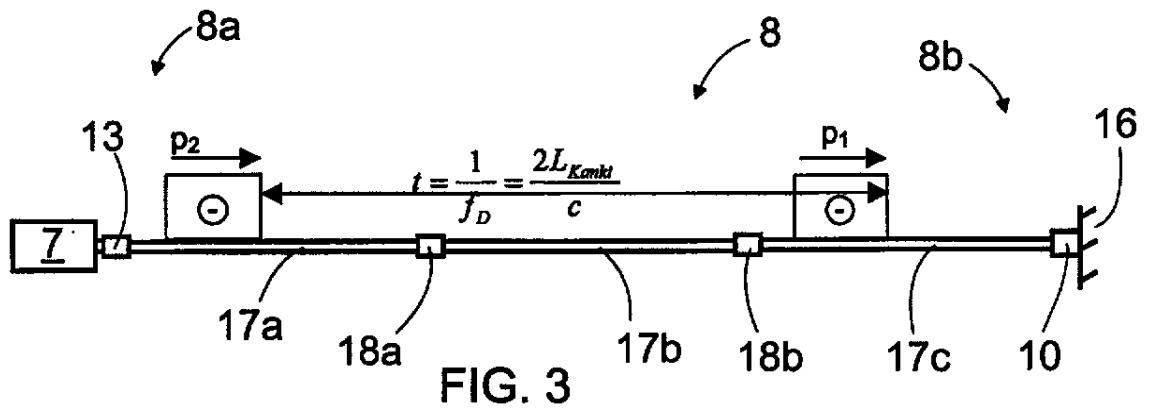
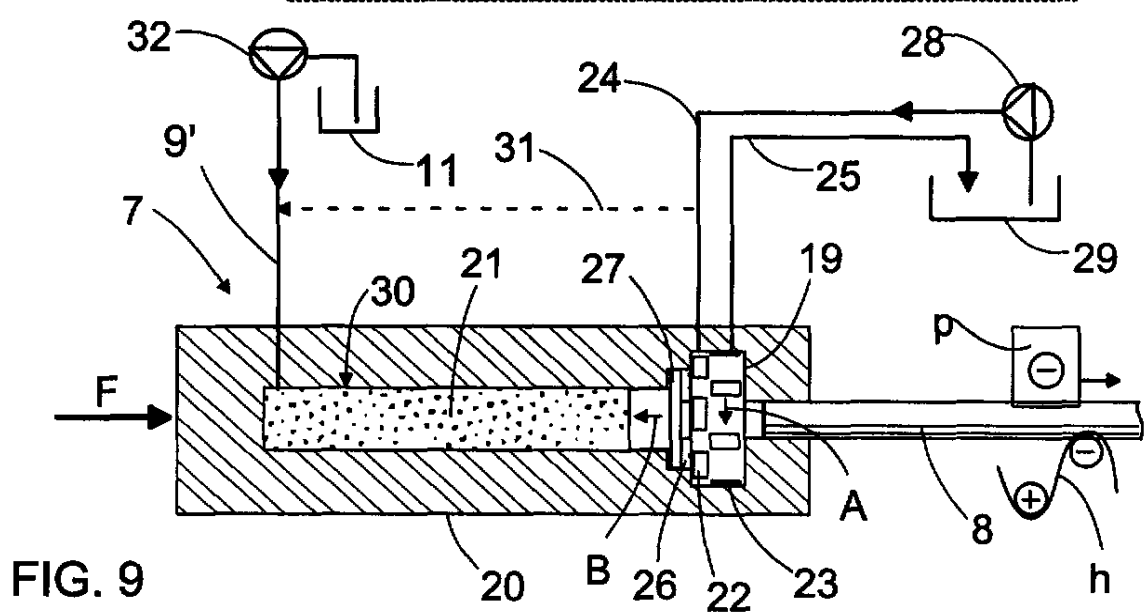
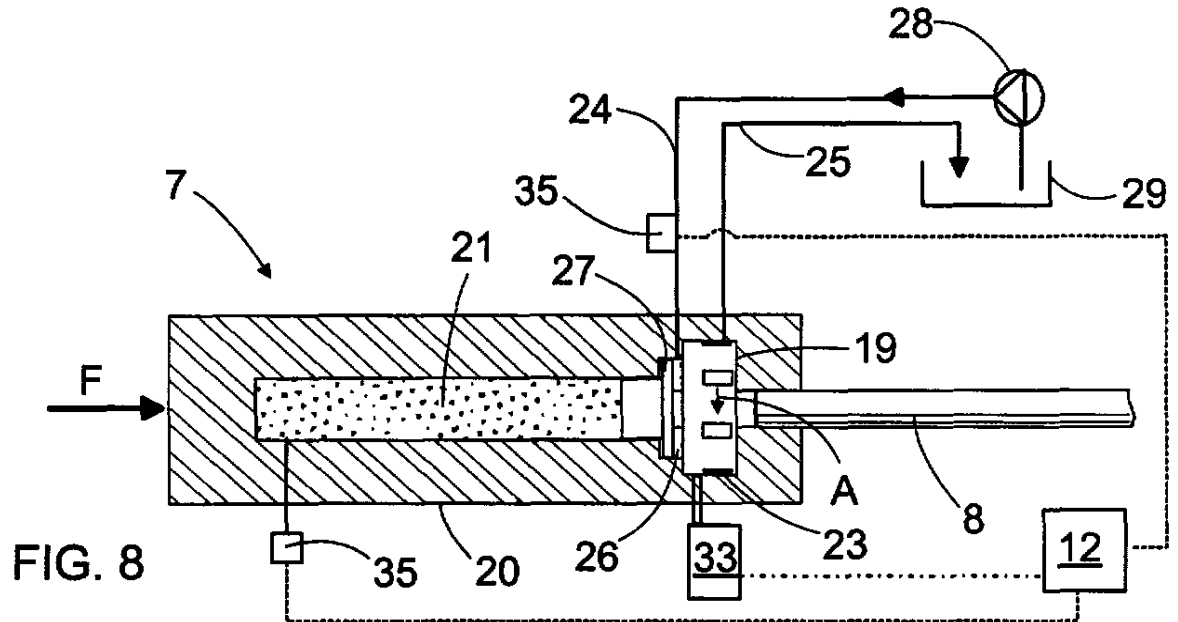
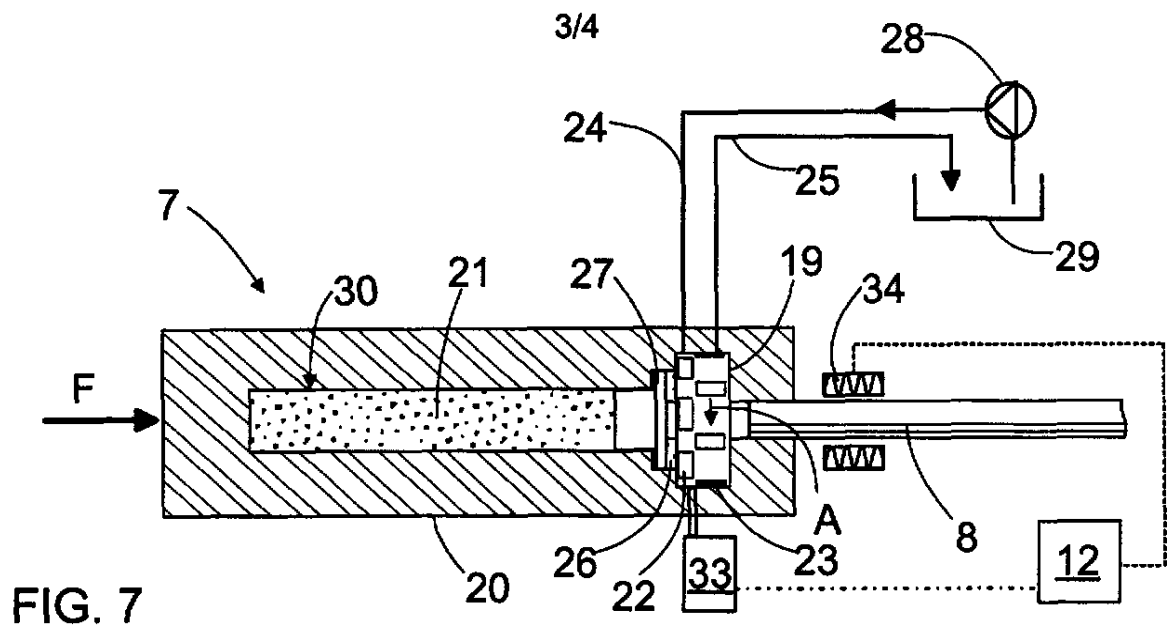


FIG. 2e





Työkalun pituus [jalka]	Iskutaajuuden asetusarvot eri monikerroilla työkalun pituuden mukaan [Hz]											
	1/4	1/3	1/2	2/3	3/4	1	5/4	4/3	3/2	5/3	7/4	2
4	532	709	1064	1419	1596	2128	2661	2838	3193	3547	3725	4257
5	426	568	851	1135	1277	1703	2128	2270	2554	2838	2980	3406
6	355	473	709	946	1064	1419	1774	1892	2128	2365	2483	2838
7	304	405	608	811	912	1216	1520	1622	1824	2027	2128	2433
8	266	355	532	709	798	1064	1330	1419	1596	1774	1862	2128
9	236	315	473	631	709	946	1182	1261	1419	1577	1655	1892
10	213	284	426	568	639	851	1064	1135	1277	1419	1490	1703
11	193	258	387	516	580	774	967	1032	1161	1290	1354	1548
12	177	236	355	473	532	709	887	946	1064	1182	1242	1419
13	164	218	327	437	491	655	819	873	982	1092	1146	1310
14	152	203	304	405	456	608	760	811	912	1014	1064	1216
15	142	189	284	378	426	568	709	757	851	946	993	1135
16	133	177	266	355	399	532	665	709	798	887	931	1064
17	125	167	250	334	376	501	626	668	751	835	876	1002
18	118	158	236	315	355	473	591	631	709	788	828	946
19	112	149	224	299	336	448	560	597	672	747	784	896
20	106	142	213	284	319	426	532	568	639	709	745	851
21	101	135	203	270	304	405	507	541	608	676	709	811
22	97	129	193	258	290	387	484	516	580	645	677	774
23	--	123	185	247	278	370	463	494	555	617	648	740
24	--	118	177	236	266	355	443	473	532	591	621	709
25	--	114	170	227	255	341	426	454	511	568	596	681
26	--	109	164	218	246	327	409	437	491	546	573	655
27	--	105	158	210	236	315	394	420	473	526	552	631
28	--	101	152	203	228	304	380	405	456	507	532	608
29	--	--	147	196	220	294	367	391	440	489	514	587
30	--	--	142	189	213	284	355	378	426	473	497	568

FIG. 10