

(12) **PATENDIKIRJELDUS**

(21) Patenditaotluse number: **P201600025**

(22) Patenditaotluse esitamise kuupäev: **24.10.2016**

(60) Leiutise olemust muutvate varasema patenditaotluse paranduste ja täienduste esitamise kuupäev ja patenditaotluse number: **22.08.2016 P201500001**

(24) Patendi kehtivuse alguse kuupäev: **24.10.2016**

(43) Patenditaotluse avaldamise kuupäev: **15.03.2018**

(45) Patendikirjelduse avaldamise kuupäev: **16.07.2018**

(73) Patendiomanik:

Eesti Maaülikool
Fr. R. Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu, EE

(72) Leiutise autorid:

Jüri Kuzmin
Ida 3, 30328 Kohtla-Järve, EE

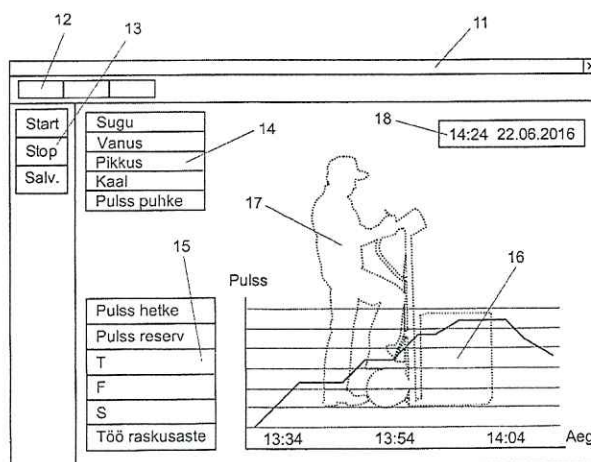
Boris Reppo
Tammsaare 8-38, 51006 Tartu, EE

Oliver Sada
Aiaääre 11, 51011 Tartu, EE

(54) **Meetod tööprotsessi ja töötehnoloogia analüüsimiseks**

(57) Leiutis kuulub ergonoomika valdkonda ning on täpsemalt ette nähtud tööprotsesside ja töötehnoloogiate või nende teostamiseks vajalike töövõtete analüüsimiseks. Meetod tööprotsessi ja töötehnoloogia analüüsimiseks näeb ette, et töötaja pulsisageduse andmed edastatakse traadita andmeside kaudu läbi vastuvõtja baasarvutisse, baasarvutisse sisestatakse töötaja füüsilised ja füsioloogilised andmed ja arvutatakse välja töötaja summaarne, füsioloogia tarbeks ja otseselt tööks kuluv energeetiline koormatus ning töö raskusaste, samuti jäädvustatakse videokaameraga video töötaja sooritatavast tegevusest. Saadud ning töödeldud andmed kuvatakse baasarvuti ekraanil. Sellise meetodi kasutamine töökeskkonnas ja töötehnoloogiate hindamiseks toimub tööprotsessis inimest häirimata ja säilitab tema mugavustunde, samas võimaldab andmeid vajadusel hiljem analüüsida.

(57) The invention falls within the field of ergonomics and is particularly meant to be used for comparative assessment of work processes and work technologies or the work techniques necessary for the performance thereof. This method for comparative assessment of work processes and work technologies designates that the heart rate data of a worker is transmitted using a wireless connection, through a receiver, to the basic computer. The worker's physical and physiological data is entered into the basic computer and then a calculation is made of the total energetic load incurred by the worker for physiological and directly work-related purposes as well as of the worker's intensity of work. In addition, a video camera is used to capture a video of the activities performed by the worker. The resulting data is displayed and processed on the basic computer. Such method is used for the assessment of the work environment and work technologies in the workflow, without causing any disturbance for the worker and by retaining their sense of comfort, while allowing any later analysis of the data, as and when necessary.



Meetod tööprotsessi ja töötehnoloogia analüüsimiseks

Tehnika valdkond

Leiutis kuulub ergonoomika valdkonda ning on täpsemalt ette nähtud tööprotsesside ja töötehnoloogiate või nende teostamiseks vajalike töövõtete analüüsimiseks.

5 Tehnika tase

Töötaja energiakulu ning selle füüsiliste ning vaimsete nõudmiste hindamine on oluline tööfüsioloogia ja töötajate tervishoiu valdkonna jaoks, sest see annab kasulikku teavet määramaks töö füsioloogilist koormatust ning hindamaks töötajate energiavajadust. Teades töötaja energeetilist ja vaimset töökoormatust, saab välja selgitada töövõtteid ja tööasendeid, mis asendaksid töötajalt suurt energiakulu nõudvat töötehnoloogiat või töökeskkonda, aitaksid luua töötajale sobivat töökohta ning säilitada töötaja töövõimet.

Tehnika tasemest on tuntud mitmed meetodid inimese pulsisageduse alusel energiakulu määramiseks ning selle hindamiseks ja analüüsimiseks. Vastavalt patendidokumendile US20050107723 on tuntud meetod ja seade erinevate füüsiliste tegevuste füsioloogiliste näitajate jälgimise alusel, näiteks indiviidi sooritatud töömahu määramiseks selleks, et hinnata tegevuste tagajärjel tekkida võivaid tervisega seotud ilminguid. Meetodi abil määratakse isiku pidevat ja maksimaalset hapniku tarbimise taset hapniku reaalse kulu mõõtmiseta. Samal ajal määratakse pulsisagedust selleks, et määratleda energiakulu ning metabolismi taset, mille alusel määratakse inimese keha sooritatud töö ulatust. Kiirendusandurilt saadud andmed kogutakse ja töödeldakse kohe seadmesiseselt liikumise info kogumiks ning sellest edasi tegevuse (aktiivsuse) info kogumiks. Pulsisageduse ja tegevuse info kogumeid esitatakse seejärel graafiliselt samal või sarnasel ajalisel alusel selleks, et leida nendevaheline seos arvutamaks kardiovaskulaarse süsteemi reaktsiooni. Tuntud on tehniline lahendus, vastavalt patendidokumendile US20090112072, mis kuulub meditsiiniseadmete hulka ning on ette nähtud inimese elulise tähtsusega andmete, näiteks vererõhu ja pulsisageduse jälgimiseks. Tehniline lahendus sisaldab süsteemi, mille abil jälgitakse inimese seisundit,

säilitades seejuures tema mugavustunnet. Kasutamise ajal näidatakse videomonitoril inimesel mõõdetavaid füüsilisi parameetreid ja samal ajal muu sisuga, näiteks meelelahutusliku filmi, interneti ja muu sellisega. Sellega saavutatakse olukord, kus süsteem mõõdab kogu aeg inimese parameetreid, segamata muud
5 vaatamist monitorilt. Mõõdetavad parameetrid kuvatakse vaadatavas videos.

Tuntud on, vastavalt patendidokumendile US20050054938, tehniline lahendus, mis kuulub füüsiliste andmete jälgimise alasse ehk meetod, seadmed ja arvutused selleks, et määrata inimese hapnikutarbimine, maksimaalne hapnikutarbimine, pulsisagedus ja energiakulu. Lahenduses tuuakse esile, et füüsiline aktiivsus ja kogu
10 energiakulu on otseses seoses inimese paranemisega kroonilistest haigustest, kehakaalu parema jälgimisega ja rasvumise ennetamisega ning pikaajalise üldise suurenemisega. Südamemonitori kasutatakse selleks, et mõõta pulsisagedust ja kiirendust koordinaattelgede suhtes. Samuti kasutatakse altimeetrit selleks, et korrigeerida kiirendusmõõturit, määramaks, kas isik liigub mäest üles või
15 alla. Pulsisageduse ja kiirendusmõõturi väljundid säilitatakse lokaalses seadmes ja töödeldakse matemaatiliselt ning kuvatakse seejärel reaajas. Samuti saab andmeid hiljem salvestada baasjaama, kus tehakse suuremal määral matemaatilist töötlust. Vastavalt tuntud lahendusele, kus meetod ja arvutused määratlevad isiku tarbimistaset, pulsisagedust ja energiakulu, kasutades metabolismi kordajat, selleks,
20 et mõõta isiku või isikute poolt tehtud tööd nii treeningul kui ka võistlussõidul. Pulsisageduse ja aktiivsuse info esitatakse graafiliselt samal või sarnasel ajakoordinaadistikul selleks, et määrata nendevaheline seos ning arvutada kardiovaskulaarse süsteemi reaktsioon vastavalt tegevusele. Edaspidi võimaldab leiuti tulemusi võrrelda eelmise perioodi tegevusega või energiakulu
25 baasmääradega või siis esitada kujul „normaalne, tervislik“.

Tuntud on meetod ja tehniline süsteem, vastavalt patendidokumendile US20040002634, mis toimib virtuaalse füsioloogilise kasutaja mudelina koos mobiilse sidevahendi kasutamisega. Vastavalt selle ühele meetodile saadakse füsioloogiline info kasutajalt endalt. Füsioloogiline info edastatakse mobiilsesse
30 seadmesse, kasutades traadita ühendust, kus see integreeritakse kasutaja virtuaalse füsioloogilise mudeliga. Kasutajalt saadav info võib sisaldada näiteks kehakaalu, energiakulu, vererõhku, anatoomilisi andmeid. Kasutaja osa füüsilisi andmeid saab

tuletada, kasutades andmeid virtuaalsest füsioloogilisest mudelist. Saadud füüsilised näitajad võivad sisaldada näiteks lihasmassi, keha rasvasisaldust, anatoomilisi mõõtmeid, energiakulu, stressitaset, pulsisageduse karakteristikuid ja harjutusest taastumise taset.

- 5 Tuntud on, vastavalt patendidokumendile US20130324368, tehniline süsteem, mille järgi palutakse kasutajal sooritada üks või mitu harjutust, jälgides samal ajal kasutaja liigutusi. Tulemuseks on liigutuste alusel arvestatud energiakulu. Süsteemi abil analüüsitakse kasutaja vormi selleks, et välja selgitada, kas kasutaja sooritab ülesannet efektiivselt ning kohandatakse energiakulu vastavalt arvutustele. Tuntud
- 10 on tehniline lahendus (patendidokument US20110087137), mis sisaldab juhendamise-, programmeerimis- ja järelevalvesüsteemi, mille eesmärgiks on tagada eelvalitud treening- ja/või toitumisprogramm, saavutamaks soovitud kehakaalulangust ja parendamaks üldist tervist.

- Patendidokumendist US20130132028 on tuntud süsteem, mille eesmärgiks on
- 15 motiveerida kasutajat täitma etteantud ülesannete (harjutuste) jada. Patendi olemus seisneb aktiivsuspunktide või energiakulu arvutamises. Selleks kasutatakse erinevaid sensoreid, mis mõõdavad kasutaja aktiivsust. Samuti võib kasutaja need käsitsi määrata. Süsteem võimaldab käsutada lisaks kasutaja küljes olevatele sensoritele ka välist kaamerat selleks, et määratleda muutuste (liigutuste)
- 20 kordaja "motion parameter". Lähtudes mõõdetud või sisestatud parameetritest üritab süsteem leida aktiivsuse malle ning klassifitseerida erinevaid aktiivsushetki. Süsteem määratleb aktiivsusteguri (activity factor), mis vastab kas jooksmisele, kõndimisele vms. Lähtuvalt aktiivsustegurist arvutatakse ka energiakulu. Energiakulu arvutamine võimaldab määrata aktiivsuse taset (activity level) ning neid omavahel
- 25 võrrelda. Omavahel võrreldakse seatud eesmärki ning saavutatud tulemust. Samuti saab võrrelda tegevuste (näiteks harjutuste) soorituse efektiivsust. Eeldatakse, et süsteem paikneb randmel ning omab traadita ühendust.

- Vastavalt patendile US2003172371 on tuntud meetod, mis seisneb automatiseerimise süsteemi visualiseerimises, kasutades arvutiprogrammi. Meetod
- 30 võimaldab operaatoril jälgida/opereerida tööstuslikku protsessi ja/või töö tsükli ja/või tööstuslikku automatiseerimist.

Tuntud patendi RU2317772 olemus seisneb inimese organismi bioenergeetilise

taseme hindamises ning samuti inimese organismi kohanemise (adaptiivsuse) hindamiseks. Sealjuures ei ole adaptiivsuse hinnang seotud inimese organismi eraldiseisvate funktsionaalsete talitustega. Meetodi tulemuseks on prognoos inimese bioenergeetilise aktiivsuse ja adaptiivsuse osas.

- 5 Tuntud on meetod ja tehniline süsteem, vastavalt WO 2013109780 patendile, mille olemus seisneb energiakulu määramises, kasutamata füsioloogilisi parameetreid. Kantav süsteem tuvastab liikumise (näiteks käe liikumine või sammud) ning selle alusel klassifitseerib liikumise (näiteks jooksmine). Lähtudes liikumisest arvutatakse energiakulu, mis kuvatakse kaasaskantava süsteemi ekraanil.
- 10 Käesolevale patenditaotlusele on kõige lähedasem tuntud tehniline lahendus vastavalt patendidokumendile US2014/0073486, mille abil tagatakse füsioloogiliste näitajate mõõtmiste süsteem, seadmed ja meetodid tervisliku seisundi ja treenituse pidevaks jälgimiseks. Leiutise sisuks on kergekaaluline kaasaskantav süsteem, mille abil kogutakse kandjal (inimeselt) pidevalt erinevaid füsioloogilisi
- 15 andmeid, kasutamata selleks elektromüograafia andmeid või pulsivööd. Süsteem võimaldab jälgida ühte või enamat füsioloogilist näitajat, lisaks pulsisagedusele ka näiteks kehatemperatuuri, südame löögisageduse muutlikkust, liikumist, und, stressi, treenitust, taastumise taset, energiakulu, asukohta GPSi alusel, õhurõhku jne. Saadud andmed või tulemused salvestatakse pikaajalisse meediumisse ja
- 20 kuvatakse visuaalselt selleks, et abistada kasutajat juhtida (korraldada) oma tervise ja ülesannete režiime.

- Eelpoolkirjeldatud tuntud tehnilised lahendused määravad inimese südamepulsi ja energiakulu ning kohati kasutatakse abivahendina ka videot, kuid ükski vaadeldud meetoditest ei kasuta neid andmeid inimese töötegevuse raskusastme (edaspidi töö
- 25 raskusastme) ja otseselt tööga seotud ning summaarse energiakulu määramiseks ja töötehnoloogia analüüsimiseks või võrdlemiseks. Tuntud meetodid on suunatud peamiselt tervise üldisemale jälgimisele, spordianalüüsideks või siis kaaluvähendamise monitooringuks. Samuti kasutatakse tuntud lahendustes vahemooduleid, kuhu sisestatakse andmed ning kust need hiljem arvutisse
- 30 töötlemiseks üle kantakse. Seega kuvatakse andmeid enamasti summaarselt ja

staatiliselt. Tuntud meetodite puuduseks võib lugeda ka meetodite võimetust kohe (reaalajas) omavahel võrrelda saadud mõõtmistulemusi ning teha nende alusel võrdlushinnanguid.

Illustratsioonide loetelu

- 5 Joonis fig 1 - meetodi plokk skeem
- Joonis fig 2 - meetodi teostusnäide (variant 1)
- Joonis fig 3 - meetodi teostusnäide (variant 2)
- Joonis fig 4 - kasutajaliidese ekraanikuva

Leiutise olemus

- 10 Käesoleva leiutise eesmärgiks oli täiustada senituntud lahendusi ning töötada välja lihtsalt kasutatav meetod, mis võimaldaks inimese füsioloogiliste ja füüsiliste andmete alusel määrata tema töö raskusaste ja energaetiline koormatus ning selle alusel hinnata reaalajas ja salvestatuna töökeskkonna ja töötehnoloogia sobivust inimesele, häirimata seejuures tema töötegemist.
- 15 Leiutise eesmärk saavutatakse tööprotsessis oleva isiku füüsiliste näitajate esitamisega reaalajas, nende andmete töötlemisega ning kuvamisega reaalajas baasarvuti ekraanil oleval kasutusliidesel. Samal ajal kuvatakse ekraanil ka töötegevuses oleva isiku videokujutis. Töötegevuses oleval isikul mõõdetakse pulsiaanduriga pulsisagedus ja edastatakse andmed traadita andmeside kaudu läbi
- 20 vastuvõtja baasarvutisse, kasutamata andmete hoiustamiseks vahelülisid. Kasutades kehtivaid normatiive ja energiakulu määramise matemaatilisi mudeleid, kuvatakse baasarvutis oleva kasutusliidese ekraanikuval reaalajas saadud pulsisagedus diagramm, töö raskusaste ja inimese summaarne, füsioloogia tarbeks ja otseselt tööks kuluv energaetiline koormatus. Samuti kuvatakse samal ekraanil töötegevuses
- 25 oleva isiku videokujutis. Töökeskkonna ja töötehnoloogiate ning nende realiseerimise tööõikude (töövõtete) inimesele sobivuse hindamiseks kasutatakse videoanalüüsi, nimelt isiku erinevatel tööõikudel kuvatud tööõigutuste ja töövõime näitajate võrdlushinnangut. Tulemusi hinnatakse kuvatuna baasarvuti ekraanil oleval kasutusliidesel reaalajas või ka salvestatuna hiljem. Sellise meetodi
- 30 kasutamine töökeskkonna ja töötehnoloogiate hindamiseks toimub tööprotsessis

inimest häirimata ja säilitab temale mugavustunde, kuna kasutatakse spordis laialt tuntud pulsivööd või muud samalaadset traadita edastamise seadet ja baasarvutit koos rakendusprogrammiga, mis võimaldab endaga ühendada inimese füsioloogiliste andmete vastuvõtmise seadme ja videokaamera. Andmete vastuvõtja ja baasarvuti võivad ka olla ühendatud kaasaskantavasse arvutisse (tahvelarvuti) või mobiilsesse sideseadmesse (nutitelefoni). Samuti võib olla videokaamera iseseisev või sisse ehitatud kasutusel olevasse baasarvutisse, tahvelarvutisse või nutitelefoni.

Teostamise näide

- 10 Meetodi plokkskeem on toodud joonisel fig 1. Esiteks määratakse töötaja summaarne energeetiline koormatus (S), kasutades lisaks mõõdetavale pulsisagedusele ka töötaja füsioloogilisi parameetreid, nagu vanus, sugu ja kehamass. Määratakse ka inimese füsioloogiliseks tarbeks kuluv energia (F) ja otseselt tööga seotud energeetiline koormatus (T), ehk
- 15 $(T) = \text{summaarne energiakulu (S)} - \text{energiakulu füsioloogiliseks tarbeks (F)}$, kus (S) ja (F) määramiseks võib kasutada juba varasemalt tunnustatud võrrandeid, näiteks Harris-Benedicti (1919), WHO (1985), Hettingeri (1989), Keyteli (2005) või rahvastikupõhiselt välja töötatud võrrandeid.
- Teiseks määratakse töö raskusaste, milleks kasutatakse mõõdetud pulsisagedust.
- 20 Töö raskusastmed määratakse kindlate pulsisageduste vahemikest (Andersen (1978), Astrand ja Rodahl (1986), Kroemer (2000)). Samuti võib töö raskusastet määrata energiakulu arväärtuste vahemike alusel, näiteks ISO 7243-2007 või ISO 8996-2008.
- Kolmandaks kuvatakse rakendusprogrammi abil reaajas töötaja pulsisagedus, töö raskusaste ja energeetiline koormatus tekstiliselt ja visuaalselt (graafiliselt) kasutusliidesel, andmed ka salvestatakse. Töötaja tegevus ning füüsilised ja füsioloogilised andmed salvestatakse videofaili selleks, et oleks võimalus hiljem hinnata ja omavahel võrrelda erinevate töötehnoloogiate (töövõtete, -asendite) ning töökeskkondade mõju inimesele.
- 30 Töötehnoloogiate võrdlushindamiseks tehakse täiendav mõõtmine või kordusmõõtmine. Kasutades kahte videofaili või varasemalt salvestatud videofaili

ja reaajas videot, määratakse andmete võrdlemisel muutused töötaja pulsisageduses, energeetilises koormatuses ning töö raskusastmes.

Võrdlemise selline tulemus võimaldab esiteks hinnata töötehnoloogia ja/või töökeskkonna sobivust isikule või vastupidi, samuti isiku kohanemist
5 töökeskkonnaga, samuti aitab see ka videolõikude abil välja selgitada, vastavalt töötehnoloogiale või töökeskkonnale, õigeid ning energiasäästlikke töövõtteid.

Joonisel fig 2 on kujutatud meetodit kasutatav süsteem, kus töötaja 1 pulsisageduse andmete saamiseks kasutatakse pulsivööd (pulsiaandurit) 2. Saadavad andmed 3 edastatakse juhtmevabalt, kasutades analoograadiolaineid või näiteks
10 *Bluetooth*-tehnooloogiat, vastuvõtjasse 4, mis suunab andmed baasarvutisse 5, kasutamata seejuures vaheseadmeid. Baasarvutis 5 on kasutatav PULSAVI-rakendusprogramm 9, kuhu sisestatakse töötaja isiklikud füsioloogilised andmed nagu sugu, vanus, pikkus, kaal ja pulsisagedus puhkeolekus (lamavas asendis neutraalsetes soojustingimustes).

15 Lisaks töötaja pulsisagedusele jäädvustatakse samal ajal baasarvutiga 5 kaabelühenduses oleva eraldiseisva videokaameraga 6 või baasarvutisse 5 sisse ehitatud videokaameraga 7 video töötaja sooritatavast tegevusest.

Füsioloogilisi ja pulsisageduse andmeid ning videot töödeldakse ning kuvatakse reaajas baasarvuti ekraanil 8 oleval kasutajaliidesel 11. Kõikide andmete kuvamine
20 ühel ekraanil võimaldab määrata töö raskusastme ja võrrelda erinevate töötehnoloogiate (töövõtete, tööasendite) ning töökeskkondade mõju inimesele. Joonisel fig 3 on toodud lahendusmeetod, kus andmete vastuvõtja ja baasarvuti on ühendatud kaasaskantavasse arvutisse (tahvelarvuti) või mobiilsesse sideseadmesse (nutitelefon) 10.

25 Joonisel fig 4 on toodud kasutajaliidese ekraanikuva 11, mis koosneb kasutajaliidese menüünuppudest 12, juhtnuppudest 13 (Start, Stop, Salvesta), töötaja füsioloogiliste andmete kuvast 14 (sugu, vanus, pikkus, kaal, pulss puhkeolekus), pulsiaandmete, energiakulu ja töö raskusastme kuvast 15 (töötaja hetke pulsisagedus, pulsisageduse reserv (erinevus puhkeoleku pulsisageduse ja
30 maksimaalse pulsisageduse vahel), otseselt tööga seotud energeetiline koormatus (T), energiakulu füsioloogiliseks tarbeks (F), summaarne energiakulu (S), töö raskusaste), pulsisagedus/aeg graafiku kuvast 16, videokuvast töötaja sooritatavast

tegevusest 17. Samuti kuvatakse kasutajaliidese ekraanil töötegemise aeg (kuupäev, kellaaeg) 18. Erinevate kasutajaliidese poolt tehtud salvestuste võrdlemisel on võimalik hinnata ja analüüsida erinevate tööde, töövõtete ja töökeskkondade mõju töö raskusastmele ja energeetilise koormatuse erinevusi.

Patendinõudlus

1. Meetod tööprotsessi ja töötehnoloogia analüüsimiseks, kus töötaja (1) pulsisageduse andmed (3) edastatakse traadita andmeside kaudu läbi vastuvõtja (4) baasarvutisse (5), baasarvutisse sisestatakse töötaja füsioloogilised andmed ja arvutatakse välja töötaja (1) summaarne, füsioloogiatarbeks ja otseselt tööks kuluv 5 energeetiline koormatus ning töö raskusaste, jäädvustatakse videokaameraga (6) video töötaja sooritatavast tegevusest, **mis erineb selle poolest**, et töötaja füsioloogilised andmed, pulsisageduse andmed, töötaja summaarne, füsioloogiatarbeks ja otseselt tööks kuluv energeetiline koormatus, töö raskusaste, 10 video töötaja (1) poolt sooritatavast tegevusest kuvatakse reaalajas baasarvutis oleval kasutajaliidese ekraanikuval (11).
2. Meetod tööprotsessi ja töötehnoloogia analüüsimiseks vastavalt punktile 1, mis **erineb selle poolest**, et andmete vastuvõtja (4) ja baasarvuti (5) on ühendatud kaasaskantavasse arvutisse (tahvelarvuti) või mobiilsesse sideseadmesse (nutitelefon) 15 (10).

1/3

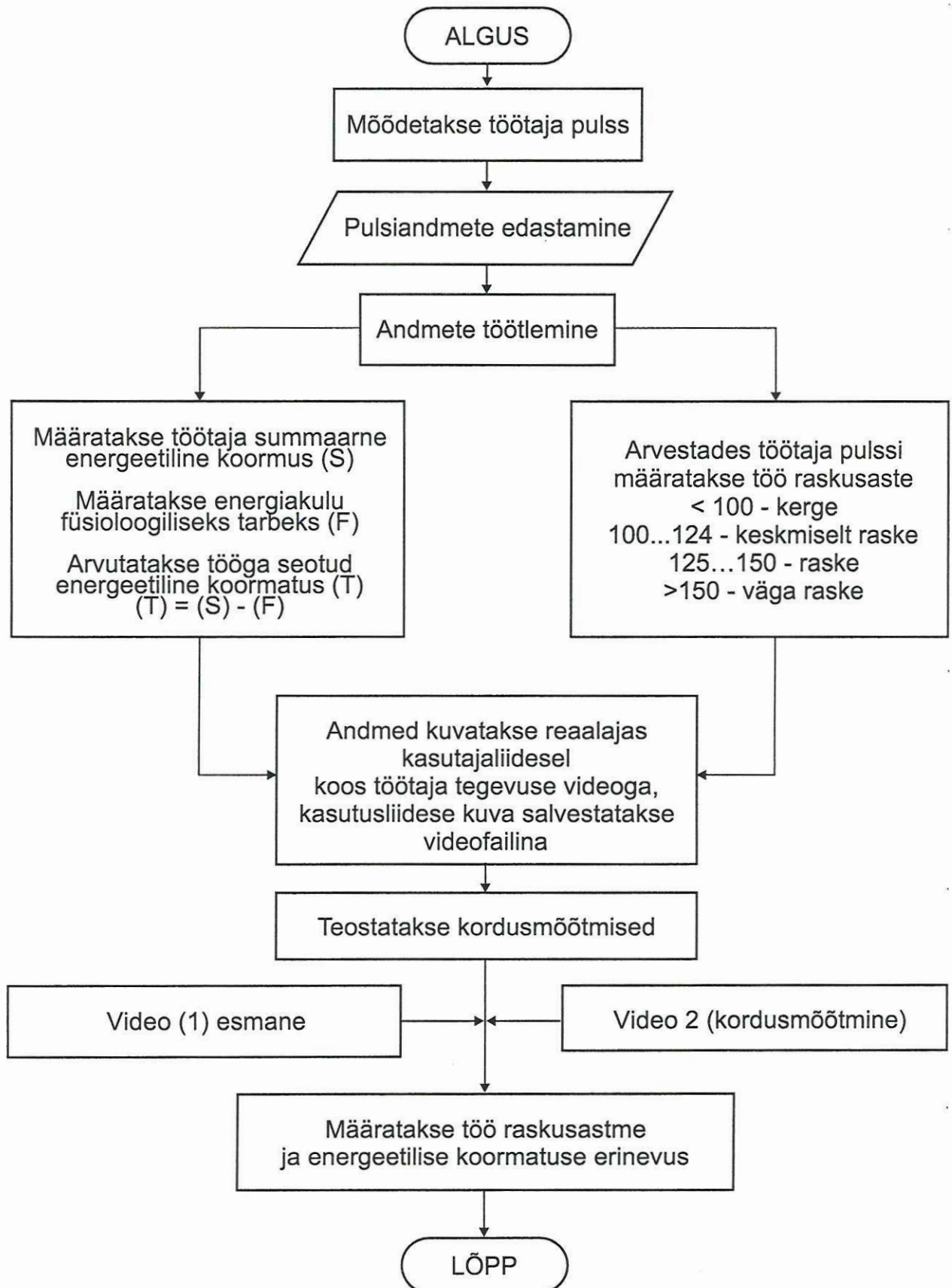


FIG 1

2/3

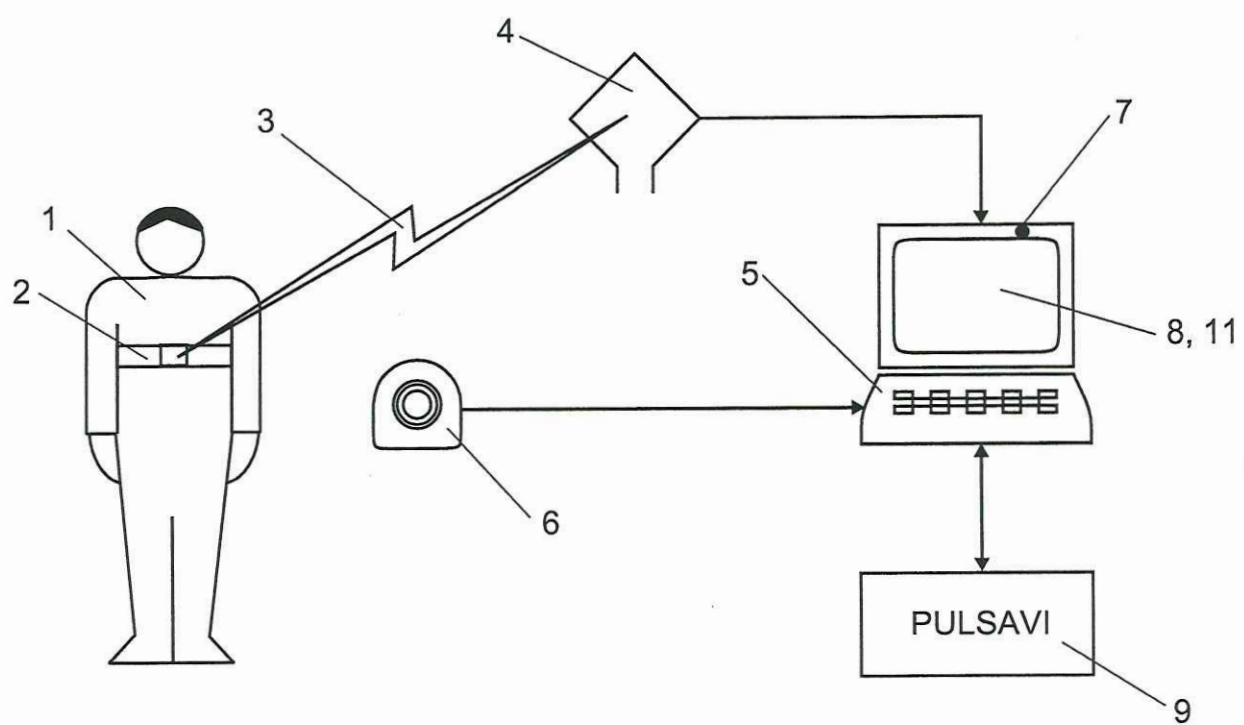


FIG 2

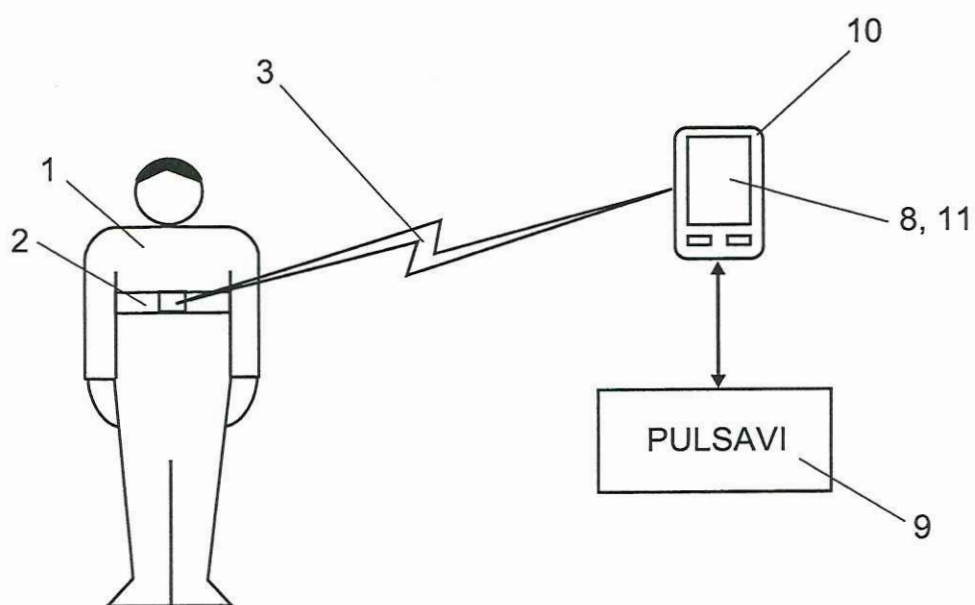


FIG 3

3/3

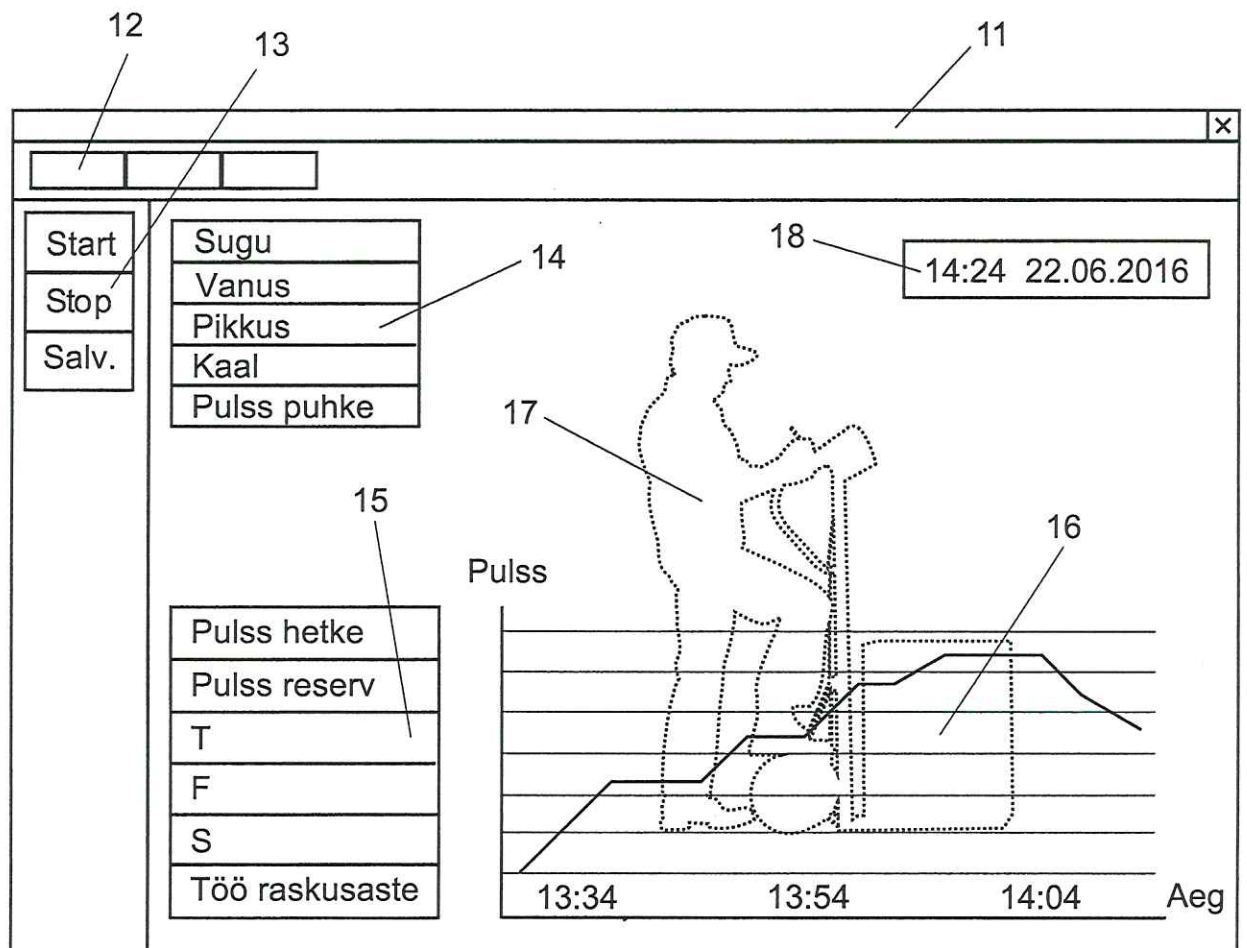


FIG 4