

(11) **EE 05841 B1**

(51) Int.Cl.
A01C 15/14 (2020.01)
G05D 1/00 (2020.01)

(12) **PATENDIKIRJELDUS**

(21) Patenditaotluse number: **P202000002**

(22) Patenditaotluse esitamise kuupäev: **12.02.2020**

(24) Patendi kehtivuse alguse kuupäev: **12.02.2020**

(43) Patenditaotluse avaldamise kuupäev: **15.09.2021**

(45) Patendikirjelduse avaldamise kuupäev: **18.04.2022**

(73) Patendiomanik:

Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1a, 51006 Tartu, EE

(72) Leiutise autorid:

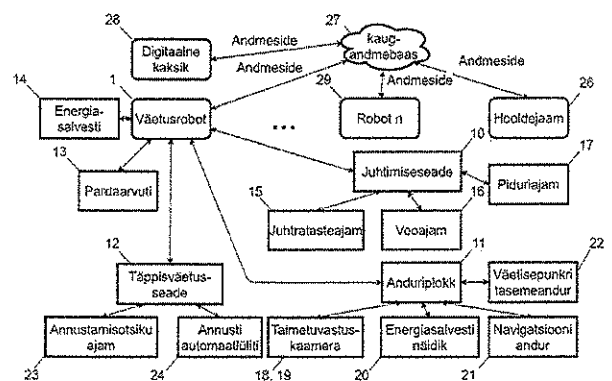
Margus Arak
Akvarelli 10, 51011 Tartu, EE

Indrek Virro
Sääsekõrva küla, Luunja vald,
62218 Tartu maakond, EE

Jüri Olt
Keskasula 21, Kuremaa,
48445 Jõgeva maakond, EE

(54) **Väetusrobot ja selle teenindussüsteem**

(57) Leiutis kuulub põllumajandusliku masinaehituse valdkonda, täpsemalt väetusseadmete hulka, ning on kasutatav marjaistandike täppisväetamiseks. Väetusrobot sisaldab sõrestiku abil raamile jäigalt kinnitatud väetisepunkrit, ümber püsttelje pööratavaid juhtrattaid, tagarattaid, väetisepunkri alumise osa külge kinnitatud annustit, mille külge on ülemist otsa pidi kinnitatud väetisejuha, veoajamit, juhtimiseseadet, anduriplokki, väetise täppisväetusseadet, pardaarvutit ja energiasalvestit. Juhtimiseseade sisaldab juhtratasteajamit, veoajamit ja piduriajamit. Anduriplokk sisaldab taimetuvastuskaameraid, energiasalvestinäidikut, navigatsioonandurit ja väetisepunkri tasemeandurit. Täppisväetusseade sisaldab põiknihutit koos annustamisotsiku ajamiga ning annusti automaatlüliti. Väetusroboti teenindussüsteem sisaldab kaugandmebaasi ja digitaalset kaksikut ja hooldejaama, kusjuures kaugandmebaas on andmeside kaudu ühendatud väetusrobotiga, hooldejaamaga, digitaalse kaksikuga ja teiste teenindussüsteemis töötavate robotitega n ning operaatoriga. Hooldejaam on teistsaldatav ning sisaldab väetisemahuti ja laadimisseadet väetiseroboti energiasalvesti laadimiseks, kusjuures väetisemahuti on varustatud täiturseadmega väetiseroboti väetisepunkri täitmiseks väetisega, ja tasemeandurit väetisemahuti täituvuse kontrollimiseks. Väetusroboti teenindussüsteem täiturseadmeks on pidevtoimelaadur.



(57) The invention falls within the field of agricultural engineering, more specifically within the field of devices for fertilizing and it can be used in berry plantations for precision fertilizing. The fertilizing robot comprises a frame, fertilizer hopper, steering and back wheels, a dosing apparatus, a driving control unit, sensor block, precision fertilizer device, control computer, energy storage. The driving control unit comprises a steering actuator, a drive actuator and a brake actuator. The sensor block comprises plant identification cameras, energy level indicator, navigation sensor and fertilizer hopper level sensor. Precision fertilizer device comprises a dosing nozzle actuator and automatic dispenser switch. Service system of fertilizing robot comprises a remote database, digital twin and a service station, whereby remote database is connected with fertilizer robot, digital twin and service station and with other robot n and operator. The service station is movable and it comprises a fertilizer container and a battery charger. The fertilizer container comprises a loading device for loading the robot hopper of robot and a container level sensor.

VÄETUSROBOT JA SELLE TEENINDUSSÜSTEEM**TEHNIKAVALDKOND**

- Käesolev leiutis kuulub põllumajandusliku masinaehituse valdkonda, täpsemalt väetusmasinate hulka ning on kasutatav taimede automatiseeritud väetamiseks istandikes, 5 kaasa arvatud ammendunud freesturbaväljadele rajatud marjaistandikes.

TEHNIKA TASE

- Kultuurmarjade, sealhulgas kultuurmustika viljeluse tehnoloogilisteks operatsioonideks pärast istanduse rajamist ja istikute istutamist on istutusjärgsetel aastatel mustikataimede väetamine, taimekaitse, saagi koristamine, koristusjärgne töötlemine ja noorenduslõikus. 10 Viljelusviisidest on efektiivseim viis masinviljelus. Kultuurmustikate masinalist viljelusviisi on võimalik veelgi kuluefektiivsemaks muuta, kasutades täppisviljeluse meetodeid ning selle tehnoloogilisi operatsioone automatiseerides.

- Mis tahes marja, sealhulgas mustika puhul tuleb arvestada, et toitainete kättesaadavus mullast mõjutab oluliselt taimede produktiivsust. Suuremad väetusnormid, kuni 150 kg 15 hektarile lämmastikku, parandavad oluliselt taimede kasvu ja tõstavad saagikust ning seda eriti toitainetevaestel muldadel. Toitainete kättesaadavusel on leitud tugev positiivne seos mustikataime vegetatiivsete parameetritega, milleks on taime kõrgus ja lehe pindala.

- Väetamine sõltub konkreetse mulla omadustest ja taime vanusest, mistõttu on ka iga väetise puhul välja toodud täpsustatud väetusnorm. Taime, täpsemalt mustika vanuse puhul tuleks 20 arvestada, et iga aastaga taime juur laieneb, seega suureneb vastavalt sellele ka väetatav pind. Esimesel aastal peaks väetis laotuma istiku ümber väiksemale, ca 20 x 20 cm alale, aga 6 kuni 8 aasta vanuses, kui pöösasja kasvukujuga taim on omandanud maksimummõõtmed, istandikus aga juba suuremale, ca 100 x 100 cm alale. See sõltub ka istutustihedusest, kui taimede vahekaugus reas on 150 cm, siis väetatava ala suurus vastavalt 150 x 150 cm.

- 25 Mustikaistandiku rajamise järgselt ammendunud freesturbaväljadele istutatakse istikud ettenähtud sammuga paralleelsetesse ridadesse. Sellise taimede hõreda paiknemisega istandikus lausväetamist kasutada ei saa, sest see paneks taimede vahelisel alal vohama

umbrohu, mille tagajärjel suureneksid istandiku hoolduskulud ettearvatult. Oluliselt otstarbekam on rakendada kohtväetamist. Mustikataimede väetamise peamine ülesanne on ettenähtud väetisekoguse annustamine taime võra alla. Taimede väetamine peab nende kasvu esimestel aastatel toimuna individuaalselt ehk iga taime peab vastavalt vajadustele väetama
5 eraldi vastavalt taime vajadustele. Sellist väetusviisi võib nimetada täppisväetuseks ja täppisväeturit väetusrobotiks. Mustikaviljeluse tehnoloogiliste seadmete, sealhulgas väetusroboti projekteerimiseks on vaja teada taimede paiknemist istandikus, ehk põllul, täpsemalt taimereas.

Vastavalt patendidokumendile CN209192086 U on tuntud põllurobot, mis sisaldab raami,
10 juht- ja tagarattaid, ajamit ning tööseadiseid. Tuntud põlluroboti puuduseks on selle sisepõlemismootoriga varustatud ajam, mis on keeruline, suure soetusmaksumusega, paiskab kütuse põlemise tagajärjel atmosfääri süsinikdioksiidi ja teisi kahjulikke keemilisi ühendeid ning nõuab kasutamise käigus suuri korralise tehnilise hooldamise kulusid.

Vastavalt patendidokumendile CN108551783 A on tuntud põllurobot, mis sisaldab raami,
15 juht- ja tugirattaid, ajamit, külvi- ja väetusseadiseid. Tuntud põllurobot kujutab endast seemet ja väetist reaskülvi teostavat liikurmasinat, ning selle peamiseks puuduseks on asjaolu, et see külvab seemet ja väetist ritta ning ei ole võimeline reageerima taimede hälbimisele sellest reast.

Vastavalt patendidokumendile US20160124433 A1 on tuntud väetusrobot, mis sisaldab
20 raami, väetisemahutit, väetusseadist, juht- ja tagarattaid, juhtimisseadet ja kaugandmebaasi, kusjuures kaugandmebaas on andmeside kaudu ühendatud väetusrobotiga. Tuntud väetusroboti puuduseks asjaolu, et see on pandud liikuma mööda sirgeid taimeridu.

Vastavalt patendidokumendile CN109196995 A on tuntud väetusrobot, mis sisaldab raami, väetusseadist, käiguosa, juhtimisseadet ja abiseadmeid. Tuntud väetusroboti puuduseks on
25 väike funktsionaalsus. Tuntud robotite peamine probleem ilmneb siis, kui istandikus olevad taimed ei paikne sirgetes ridades. Selline olukord ilmneb praktikas sageli. Kirjanduse (Arak, M., Olt, J. 2019. Technological description for automating the cultivation of blueberries in blueberry plantations established on depleted peat milling fields. Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019

<https://ejournals.vdu.lt/index.php/rd/article/view/495/551>) andmetel võivad hálbed taimerea keskteljest ulatuda isegi kuni ± 365 mm. Samuti ei ole taimede vaheline kaugus ehk samm taimereas ühesugune, jäädes kirjanduse andmetel vahemikku 91,5 cm kuni 180,0 cm. Lehestiku projektsiooni risti- ja pikisuunaliste suuruste väärtused kõiguvad suurtes piirides, vastavalt 5,0 kuni 48,0 cm ja 4,0 kuni 44,0 cm. Näiteks kaheaastaste taimede keskmine kõrgus on mõõdetud 22,0 cm, kuid seegi erineb suurtes piirides, vahemikus 6,0 cm kuni 39,0 cm. Tuntud põllurobotiteid iseloomustab veel see, et neil puudub taime tuvastamise funktsioon.

Sellele leiutisele kõige lähemaks tehniliseks lahenduseks on vastavalt patendidokumendile EE 01058 U1 tuntud väetur, mis sisaldab väetisepunkrit, reguleeriseadise ja ajamiga varustatud mahtannustit, väetisejuha ja annustamisotsikut. Tuntud väeturi annusti kujutab endast mahtannustit, mis on ühendatud juhtseadist sisaldava ajamiga. Annusti ajamiseks on elektriam, mille koostisosaks on eelistatult samm-mootor, see võimaldab väetise annustamise koguseid seadistada ning seda kasutada marjaistanduses täppisväeturina, annustades ettenähtud koguse väetist individuaalselt igale taimele. Tuntud väeturi peamine puudus seisneb selles, et tegemist on portatiivse seadmega ning selle kandjaks ja käitajaks on operaator, mistõttu on selle efektiivsus piiratud ja sõltub otseselt operaatori töövoimest.

Selle leiutise eesmärgiks on taimede väetusprotsessi automatiseerimine, mis seisneb väeturi robotiseerimises, seadme muutmises autonoomseks ja iseseaduvaks.

20 Marjaistandiku, näiteks mustikaistandiku väetusroboti projekteerimiseks on vaja defineerida selle põhi- ja üksikfunktsioonid, mis on järgmised:

- 1) loodud mustikaistandikus on istikud paigutatud teatud sammuga, näiteks 1,0 m kuni 1,5 m ja sama või mis tahes muu laiusega ridadesse ning seetõttu peab väetusrobot liikuma põllul piki taimerida sirgjoonelisel;
- 25 2) ettenähtud kogus väetist tuleb laotada taime ümber võra alla;
- 3) mustikataimi tuleb väetada 2 kuni 3 korda hooajal, annustades väetist 30 kuni 80 grammi taime kohta, esimestel aastatel vähem, hiljem rohkem, mistõttu peab väetusroboti annusti olema seadistatav ettenähtud väetuskoguste doseerimiseks;

- 4) autonoomse väetusroboti funktsioonide hulka peab lisaks väetise täpsele annustamisele kuuluma veel mustikataime tuvastamine ning väetise juhtimine ettenähtud kohta.

LEIUTISE OLEMUS

- 5 Käesoleva leiutise olemus seisneb selles, et luua senituntud lahendustest erinev väetusrobot, mis oleks ühtlasi vaba eespool mainitud puudustest.
- Väetusrobot sisaldab sõrestiku abil raamile jäigalt kinnitatud väetisepunkrit, ümber püsttelje pööratavaid juhtrattaid, tagarattaid, väetisepunkri alumise osa külge kinnitatud annustit, mille külge on ülemist otsa pidi kinnitatud väetisejuha, veoajamit, väetusroboti 10 juhtimisseadet, anduriplokki, väetise täppisväetusseadet, pardaarvutit ja energiasalvestit. Juhtimisseade sisaldab juhtratasteajamit, veoajamit ja piduriajamit. Anduriplokk sisaldab taimetuvastuskaameraid, energiasalvestinäidikut, navigatsioonandurit ja väetisepunkri tasemeandurit. Täppisväetusseade sisaldab annustamisotsiku ajamit, põiknihutit ning annusti automaatlülitit.
- 15 Väetusroboti taimerea tuvastamiseks ette nähtud taimetuvastuskaamera on kinnitatud väeturi raami esiosa külge ja taime tuvastamiseks ette nähtud taimetuvastuskaamera on paigutatud täppisväetusseadme juurde. Väetusroboti väetisejuha alumise otsa külge kinnitatud ning ajami külge kinnitatud põiknihuti on varustatud lineaarjuhikuga.
- Väetusroboti teenindussüsteem sisaldab andmesideks kaugandmebaasi, digitaalset kaksikut 20 ja hooldejaama, mis sisaldab väetisemahutit, mis on varustatud väetusroboti väetisepunkri täiturseade ja väetisemahuti tasemeanduriga, ning laadimisseadet väetusroboti energiasalvesti laadimiseks. Marjaistanduses võivad teenindussüsteemis töötada veel ka teised robotid.

JOONISTE LOETELU

- 25 Käesoleva leiutise konstruktsiooni kirjeldavad detailsemalt joonised fig 1, fig 2, fig 3, fig 4 ja fig 5, mis on lisatud teostusnäidete juurde. Leiutis ei ole piiratud nende näidetega, vaid ainult kaasnevate nõudluspunktidega.

Joonisel fig 1 on kujutatud väetusroboti üldvaade.

Joonisel fig 2 on kujutatud väetusroboti skeem, külgvaade.

Joonisel fig 3 on kujutatud väetusroboti skeem, tagantvaade.

Joonisel fig 4 on kujutatud väetusroboti ja teenindussüsteemi plokkskeem.

5 Joonisel fig 5 on kujutatud väetusroboti hooldejaama plokkskeem.

TEOSTUSNÄIDE

Järgnevalt kirjeldatakse leiutist täielikumalt koos viidetega lisatud joonistele, millel on kujutatud leiutise eelistatud teostus. Sellele vaatamata võib käesoleval leiutisel olla eri variante, mistõttu illustatsioonidel kujutatut ei peaks tõlgendama kui ainsat võimalikku teostust. Pigem on see teostus kujutatud selleks, et anda vastava eriala asjatundjale täielikku ja terviklikku ülevaadet leiutisest ja selle rakendamise alast.

10

Joonisel fig 1 kujutatud väetusrobot 1 sisaldab sõrestiku 2 abil raami 3 külge jäigalt kinnitatud väetisepunkrit 4, juhtrattaid 5, tagarattaid 6, annustit 7 ja väetisejuha. Juhtrattaid 5 on eelistatult kaks ning tagarattaid 6 samuti kaks. Väetisejuha on ülemise otsa 8 abil ühendatud annusti 7 külge. Annusti 7 kujutab endast reguleerseadisega varustatud maht- või kaalannustit. Annusti 7 on ühendatud juhtseadist sisaldava ajamiga. Annusti 7 ajamiseks on elektriajam, mille koostisosaks on eelistatult samm-mootor.

15

Joonistel fig 2 ja fig 3 on kujutatud väetusrobot 1 kül- ja tagantvaates. Väetisejuha on painduv ja torujas element ning selle alumises otsas on annustamisotsik 9. Annustamisotsik 9 on ühendatud annustamisotsiku ajami 23 käitatava põiknihuti 25 külge. Põiknihuti 25 sisaldab lineaarjuhikut. Põiknihuti 25 ülesandeks on annustamisotsiku 9 nihutamine väetusroboti 1 liikumissihiga põiki olevas sihis.

20

Joonisel fig 4 on kujutatud väetusroboti 1 teenindamise plokkskeemi, mis kirjeldab lisaks väetusroboti 1 erinevate mehhanismide ja masinaelementidele juhtimise skeemile väetusroboti 1 kogu teenindamissüsteemi.

25

- Väetusrobot 1 sisaldab juhtimisseadet 10, anduriplokki 11, täppisväetusseadet 12, pardaarvutit 13 ja energiasalvestit 14, kaugandmebaasi 27, digitaalset kaksikut 28, võimalikke teisi roboteid 29 ja farmerit või operaatorit 30. Juhtimisseade 10 sisaldab juhtratasteajamit 15 juhtrataste 5 pööramiseks, veoajamit 16 väetiseroboti 1 edasilikumise tagamiseks ja piduriajamit 17 selle peatamiseks väetise annustamise ajal. Energiasalvesti 14 ülesannet täidab akumulaator. Juhtratasteajamina 15, veoajamina 16, piduriajamina 17 ja annustamisotsiku ajamina 23 on kasutatud eelistatult elektriajameid. Anduriplokk 11 sisaldab taimetuvastuskaameraid 18 ja 19, energiasalvesti näidikut 20, navigatsioonandurit 21 ja väetisepunkri 4 tasemeandurit 22. Taimetuvastuskaamera 18, mis on ette nähtud taimerea tuvastamiseks, on kinnitatud väetusroboti 1 esiotsa külge ning taimetuvastuskaamera 19, mis on ette nähtud väetatava taime tuvastamiseks, on paigutatud täppisväetusseadme 12 juurde. Täppisväetusseade 12 sisaldab taimetuvastuskaamerat 19, annustamisotsiku 9 ajamit 23 ja annusti 6 automaatlüliti 24. Annustamisotsiku 9 ajami 23 põiknihuti 25 sisaldab lineaarjuhikut.
- 15 Väetusroboti 1 teenindussüsteem sisaldab andmesideks kaugandmebaasi 27 ja digitaalset kaksikut 28 ja hooldejaama 26. Hooldejaam 26 on ette nähtud väetusroboti 1 väetisepunkri 4 täitmiseks ja energiasalvesti 14 laadimiseks. Marjaistanduses võivad teenindussüsteemis töötada veel ka teised robotid 29. Teenindussüsteemi toimimise andmed laekuvad farmerile või vastutavale operaatorile, kes teeb väetusrobotit 1 puudutavaid juhtimisotsuseid.
- 20 Joonisel fig 5 kujutatud hooldejaam 26 sisaldab väetisemahuti 31, mis sisaldab väetusroboti 1 väetisepunkri 4 täiturseadet 32 ja väetisemahuti tasemeandurit 33 väetisemahuti 30 täituvuse kontrollimiseks ning laadimisseadet 31 väetusroboti energiasalvesti 14 laadimiseks. Väetusroboti 1 väetisepunkri 4 täiturseade 32 on eelistatult pidevtoimelaadur, mis oma konstruktsioonilt võib olla kopplaadur, tigu- või lintkonveier, või muu pidevtoimelaadur.
- 25 Väetusrobot töötab järgmiselt. Väetusroboti 1 väetisepunker 4 täidetakse hooldejaamas 26 väetisega ning laetakse energiasalvesti 14. Väetustöödeks ette valmistatud väetusrobot 1 suunatakse hooldejaamast 26 liikuma piki marjaistandiku taimeridu. Väetusrobot 1 liigub istandikus eelistatult süstikviisiliselt.

Väetusroboti 1 teenindussüsteem on ühendatud läbi andmeside kaugandmebaasiga 27 (joonis fig 4), milles peetakse roboti põhiseid logisid, võimaldatakse jooksvatele andmetele ning arvutustulemustele ligipääsu teistele osapooltele. Väetusrobot 1, robot 29 ja hooldejaam 26 (joonis fig 5) laadivad andmed üles kaugandmebaasi 27 ja juhised laetakse 5 kaugandmebaasist 27 alla. Marjaistanduses võivad süsteemis töötada lisaks teised robotid 29, mille kordineerimine käib samuti läbi kaugandmebaasi 27. Teenindussüsteemi toimimise teave laekub läbi kaugandmebaasi 27 farmerile või vastutavale operaatorile, kes teeb juhtimisotsuseid. Digitaalne kaksik 28 saab simulatsiooniks vajaliku sisendi kaugandmebaasist 27, et ennustada hoolduse vajadust ning võimaldada hälveolukorra 10 digitaalset taasesitamist simulatsiooni keskkonnas. Väetusroboti 1 andurplokk 11 edastab andurite tagasiside paraarvutile 13, kus toimub tarkvaraliselt andmete töötlus. Töödeldud andmete põhjal hinnatakse seatud tööülesannete täitmist ning vajalik juhttoime edastatakse täppisväetusseadmele 12 ja juhtimiseseadmele 10. Navigaatorianduri 21 ning taimetuvastuskaamerate 18 ja 19 abil selgitatakse välja väetusroboti 1 paiknemine istanduses 15 nii taimerea kui ka taime suhtes. Väetusroboti 1 paiknemise teabe alusel kavandatakse tegevuste jada eesmärgiga väetada taime keskosa ala. Taimetuvastuskaamera 18 pildist arvutatakse välja taime rea ja väetusroboti 1 liikumissuuna vaheline nurk, mida proovitakse vähendada õige juhttoimega juhtratasteajamile 15. Tuvastatud taime jõudmisel täppisväetusseadme 12 tööalasse seisatakse veoajam 16, piduriam 17 rakendatakse ning 20 väetusrobot 1 on peatatud ajal, mil kontrollitakse taimetuvastuskaamera 19 abil annustamisotsiku 9 jõudmist optimaalse väetise annustamise asukohta, mõjutades annustamisotsiku ajami 23 juhttoimet. Annusti automaatlüliti 24 rakendub ja väetis liigub annustist 7 mööda väetisejuha annustamisotsikusse 9, kus pudeneb maapinnale, jõudes ettenähtud kohta. Väetise ettenähtud kohta puistamiseks nihutab annustamisotsikut 9 25 väetusroboti 1 liikumisihiga võrreldes põikisihis põiknihuti 25. Pärast väetamisoperatsiooni sooritamist käivitatakse veoajam 16 ning piduriam 17 vabastab piduri, et väetusrobot 1 saaks liikuda järgmise taime paiknemise kohale. Taime väetamise töötsükkel toimub senikaua, kuni väetisepunkri tasemeanduri 22 või energiasalvesti näidiku 21 lugemi langemisel allapoole seadeväärtust, seejärel suundub väetusrobot 1 hooldejaama 26, 30 edastades kaugandmebaasi 27 pooleli jäänud tööülesande asukoha, tööd jätkama. Hooldejaamas 26 seisab väetusrobot 1 senikaua, kuni väetuspunker 4 on väetisega täidetud ning energiasalvesti 14 on saavutanud ettenähtud laetustaseme. Samuti saab hooldejaamas 26 viibivale väetusrobotile 1 vajadusel teha tehnilist hooldust. Pärast hooldejaamast 26

väljumist pöörduv väetusrobot 1 tagasi pooleli jäänud tööülesande juurde või asub kaugandmebaasi 27 suunitlusel uut tööülesannet täitma.

Autonoomsel sõitmisel kasutab väetusrobot 1 takistuste vältimiseks tarkvaralisi algoritme arvestades enda ja teiste robotite n 29 paiknemist istanduses, võttes aluseks 5 kaugandmebaasis 27 olevat teavet. Juhuslike objektide vältimiseks kasutatakse taimetuvastuskaamera 18 pildivoost välja arvutatud kehade asukohti.

Marjaistanduses võivad süsteemis töötada lisaks teised robotid 29, mille töö kordineerimine käib läbi kaugandmebaasi 27. Süsteemi toimimise teave laekub läbi kaugandmebaasi 27 farmerile või vastutavale operaatorile, kes teeb juhtimisotsuseid. Väetusroboti 1 pardaarvuti 10 13 kontrollib lähtuvalt andurplokki 11 tagasisidest tööülesande täitmist. Navigatsioonanduri 21 ja taimetuvastuskaamera 18 abil leitakse väetusroboti 1 paiknemist istanduses nii taimerea kui ka taime suhtes. Väetusroboti 1 paiknemise teabe alusel ja taimetuvastuskaamera 19 abil kavandatakse tegevuste jada eesmärgiga viia annustamisotsik 9 (joonis fig 3) taime juurde väetise ettenähtud koguse annustamiseks. Väetisepunkri 3 15 tasemeanduri 22 või energiasalvesti 14 näidiku 20 väärtuse langemisel allapoole seadeväärtust suundub väetusrobot 1 hooldejaama 26. Peale väetisepunkri 3 taseme ja/või energiasalvesti 14 laadimisastme täitumist pöörduv väetamisrobot 1 tagasi pooleli jäänud tööülesande juurde viimasele asukohale.

PATENDINÕUDLUS

1. Väetusrobot (1), mis sisaldab sõrestiku (2) abil raamile (3) jäigalt kinnitatud väetisepunkrit (4), ümber püsttelje pööratavaid juhtrattaid (5) ja tagarattaid (6), väetisepunkri (4) alumise osa külge kinnitatud annustit (7), väetisejuha ning
5 annustamisotsikut (9), mis **erineb selle poolest**, et sisaldab juhtimisseadet (10), anduriplokki (11), väetise täppisväetusseadet (12), pardaarvutit (13) ja energiasalvestit (14), kusjuures juhtimisseade (10) sisaldab juhtratasteajamit (15), veoajamit (16), piduriamit (17), anduriplokk (11) sisaldab taimetuvastuskaameraid (18) ja (19), energiasalvestinäidikut (20), navigatsiooniandurit (21) ja väetisepunkri tasemeandurit (22) ning väetise täppisväetusseade
10 (12) sisaldab raami (3) külge jäigalt kinnitatud põiknihutit (25) koos annustamisotsiku ajamiga (23) ning annusti automaatlüliti (24).
2. Väetusrobot vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et taimetuvastuskaamera (18) taimerea tuvastamiseks on kinnitatud väeturi raami (3) esiosa külge ja taimetuvastuskaamera (19) taime tuvastamiseks on paigutatud täppisväetusseadme
15 (12) juurde.
3. Väetusrobot vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et juhtratasteajamina (15), veoajamina (16), piduriamina (17) ja annustamisotsiku ajamina (23) on kasutatud eelistatult elektriajamit.
4. Väetusrobot vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et
20 annustamisotsiku (9) nihutamiseks ette nähtud põiknihuti (25) sisaldab lineaarjuhikut.
5. Väetusroboti teenindussüsteem nõudluspunktis 1 esitatud väetusroboti teenindamiseks, sisaldab kaugandmebaasi (27), mis on andmeside kaudu ühendatud väetusrobotiga (1), **erineb selle poolest**, et sisaldab hooldejaama (26), kusjuures hooldejaam (26) on teisaldatav ning sisaldab väetisemahuti (30) ja laadimisseadet (31) väetiseroboti I energiasalvesti laadimiseks, kusjuures väetisemahuti (30) on varustatud täiturseadmega (32) väetusroboti (1) väetisepunkri (4) täitmiseks väetisega ja tasemeandurit (33) väetisemahuti (30) täituvuse kontrollimiseks.
6. Väetusroboti teenindussüsteem vastavalt nõudluspunktile 5, mis **erineb selle poolest**, et teisaldatav hooldejaam (26) sisaldab veermikku ning haakeseadist.
- 30 7. Väetusroboti teenindussüsteem vastavalt nõudluspunktile 5, mis **erineb selle poolest**, et täiturseadmeks (32) on pidevtoimelaadur.

8. Väetusroboti teenindussüsteem vastavalt nõudluspunktidele 5 ja 7, mis erineb selle poolest, et täiturseadme (32) pidevtoimelaaduriks on tigukonveier.
9. Väetusroboti teenindussüsteem vastavalt nõudluspunktidele 5 ja 7, mis erineb selle poolest, et täiturseadme (32) pidevtoimelaaduriks on koppelevaator.

1/5

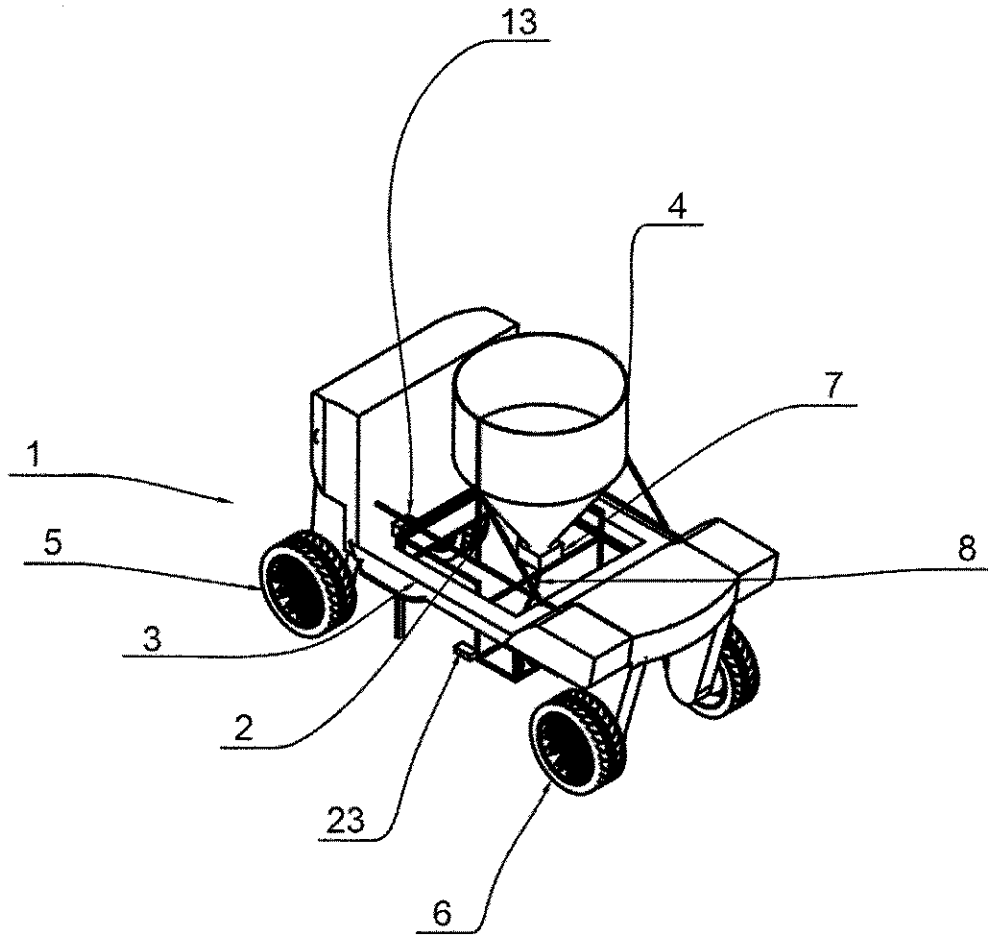


FIG 1

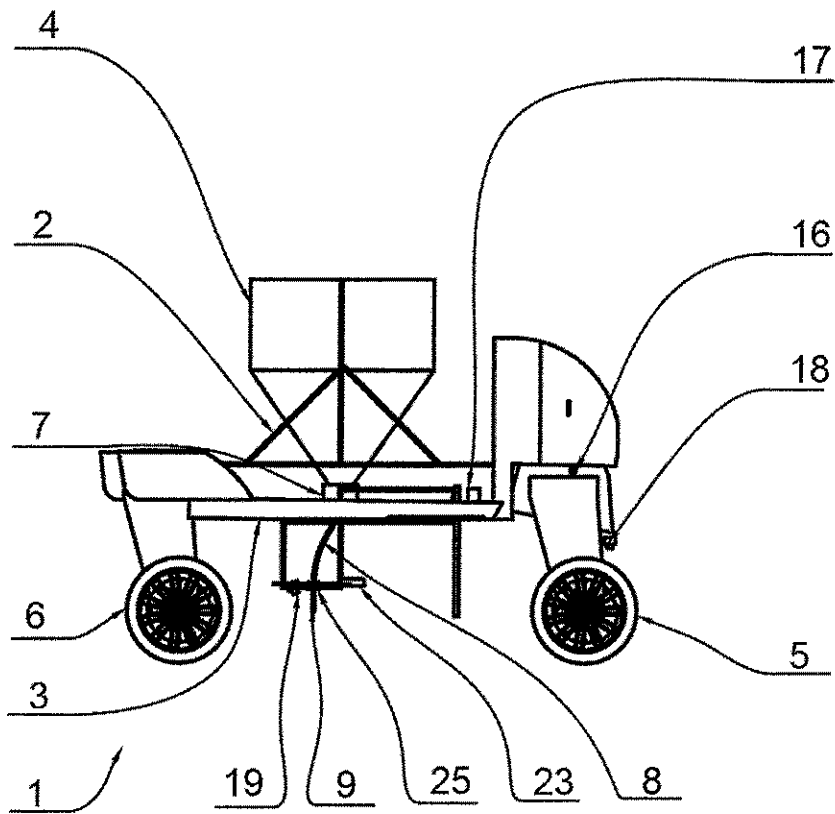


FIG 2

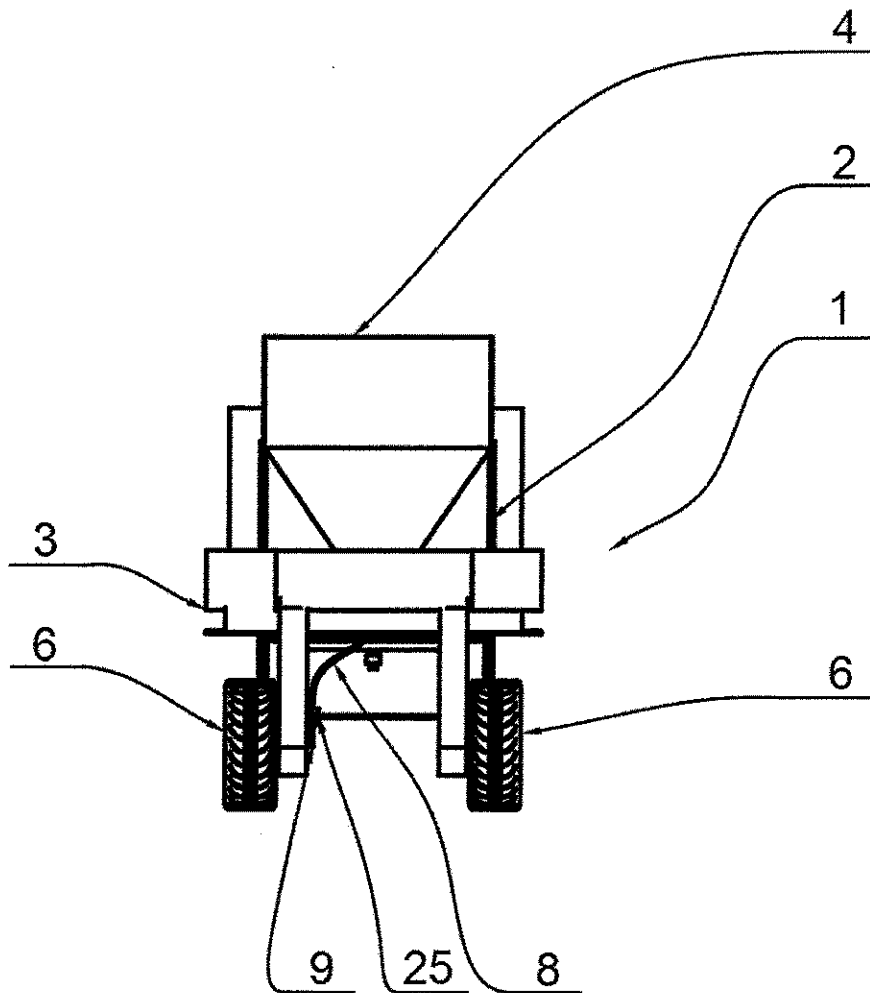


FIG 3

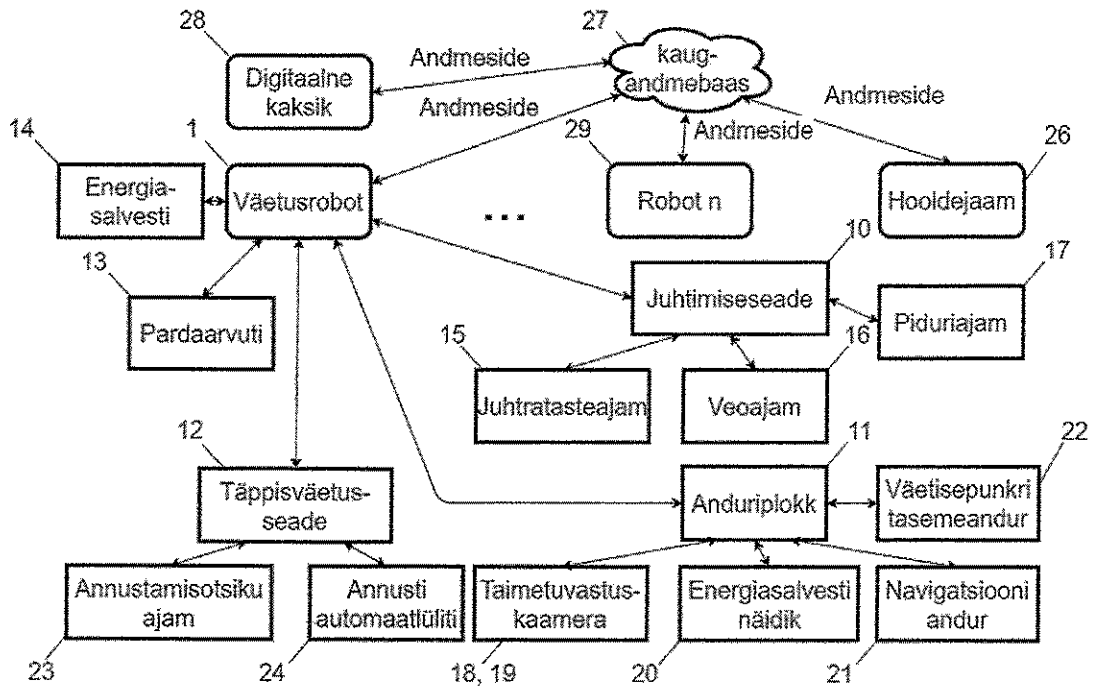


Fig 4

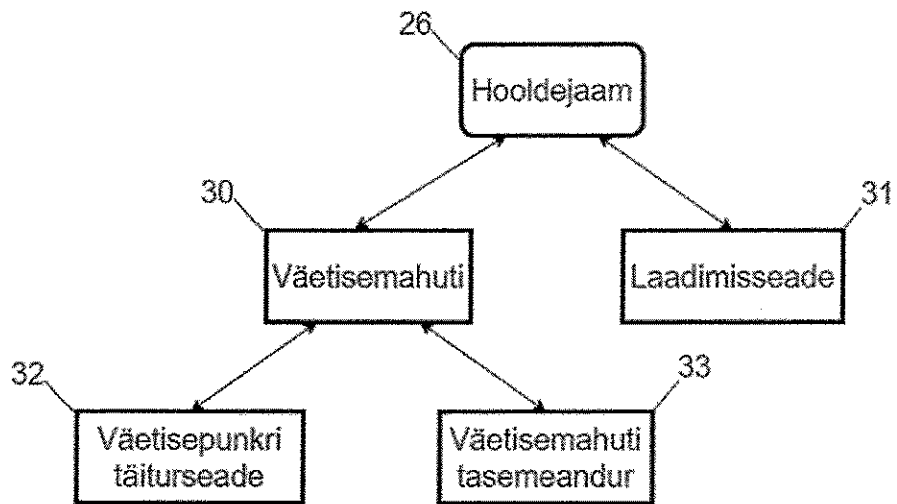


FIG 5